

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

Таблица распределения задач по вариантам

Вариант	НОМЕРА ЗАДАЧ									
1	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191
2	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192
3	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193
4	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194
5	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195
6	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196
7	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197
8	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198
9	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199
0	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200

101. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = 3t^2 \cdot \vec{i} + t \cdot \vec{j} - 2 \cdot \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0 = 0$ частица находилась в точке с координатами (0; 1 м; 0). Найти: 1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1 = 1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

102. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = t^3 \cdot \vec{i} + 2 \cdot \vec{j} - t^2 \cdot \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0 = 0$ частица находилась в точке с координатами (0; 0; 1 м). Найти: 1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1 = 1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

103. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = t \cdot \vec{i} - 3t^2 \cdot \vec{j} + \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0 = 0$ частица находилась в точке с координатами (1 м; 0; 0). Найти: 1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1 = 1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

104. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = 5 \cdot \vec{i} + 3t^2 \cdot \vec{j} - 2t \cdot \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0 = 0$ частица находилась в точке с координатами (0; 1 м; 0). Найти: 1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения

частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1=1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

105. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = 3t \cdot \vec{i} - t^2 \cdot \vec{j} + 4 \cdot \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0=0$ частица находилась в точке с координатами (0; 0; 1 м). Найти: 1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1=1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

106. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = 4t \cdot \vec{i} + 3 \cdot \vec{j} - t^2 \cdot \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0=0$ частица находилась в точке с координатами (1 м; 0; 0). Найти: 1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1=1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

107. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = 2t^2 \cdot \vec{i} - 4 \cdot \vec{j} + t \cdot \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0=0$ частица находилась в точке с координатами (0; 1 м; 0). Найти: 1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1=1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

108. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = 4t^3 \cdot \vec{i} + 2t \cdot \vec{j} - 5 \cdot \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0=0$ частица находилась в точке с координатами (0; 0; 1 м). Найти: 1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1=1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

109. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = 2 \cdot \vec{i} - 3t^2 \cdot \vec{j} + t \cdot \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0=0$ частица находилась в точке с координатами (1 м; 0; 0). Найти: 1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1=1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

110. Частица движется так, что ее скорость изменяется со временем по закону $\vec{u}(t) = t^2 \cdot \vec{i} + 3 \cdot \vec{j} - 2t \cdot \vec{k}$ (м/с), где t – время в секундах. В начальный момент времени $t_0=0$ частица находилась в точке с координатами (0; 1 м; 0). Найти:

1) зависимость от времени модуля скорости частицы; 2) зависимости от времени вектора ускорения и модуля ускорения; 3) кинематический закон движения частицы; 4) радиус-вектор в момент времени $t_1=1,0$ с; 5) модуль перемещения частицы за время $\Delta t = t_1 - t_0$.

111. Однородный диск массой m и радиусом R начинает вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через центр диска перпендикулярно его плоскости, под действием касательной силы, приложенной к ободу диска. Модуль силы зависит от времени как $F = at^2$, где a – некоторая положительная постоянная. Найти угловую скорость ω_1 диска в момент времени t_1 после начала действия силы.

112. Маховик в виде однородного кольца массой m и радиусом R с невесомыми спицами раскрутили до угловой скорости ω_0 вокруг неподвижной оси, проходящей через центр маховика перпендикулярно его плоскости. К ободу кольца приложили касательную силу, под действием которой маховик начал останавливаться. В какой момент времени t после начала действия силы маховик остановился, если модуль силы зависит от времени как $F = at$, где a – некоторая положительная постоянная.

113. Горизонтальный однородный стержень массой m и длиной ℓ начинает вращаться в горизонтальной плоскости относительно неподвижной вертикальной оси, проходящей через один из концов стержня под действием силы, приложенной к другому его концу перпендикулярно к стержню. Модуль силы зависит от времени как $F = at$, где a – некоторая положительная постоянная. Найти момент времени t_1 , в который угловая скорость стержня равна ω_1 .

114. Сплошной однородный вертикальный цилиндр массой m и радиусом R вращается вокруг своей неподвижной оси с угловой скоростью ω_0 . К боковой поверхности цилиндра приложили горизонтальную касательную силу, под действием которой он начал останавливаться. В какой момент времени t после начала действия силы цилиндр остановился, если модуль силы зависит от времени как $F = at$, где a – некоторая положительная постоянная.

115. Маховик в виде однородного кольца массой m и радиусом R с невесомыми спицами начинает вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через центр маховика перпендикулярно его плоскости, под действием касательной силы, приложенной к ободу маховика. Модуль силы зависит от времени как $F = at^2$, где a – некоторая положительная постоянная. Найти угловую скорость ω_1 маховика в момент времени t_1 после начала действия силы.

116. Горизонтальный однородный стержень массой m и длиной ℓ начинает вращаться в горизонтальной плоскости относительно неподвижной вертикальной оси, проходящей через центр стержня под действием силы, приложенной к одному из его концов перпендикулярно к стержню. Модуль силы зависит от времени как $F = at$, где a – некоторая положительная постоянная. Найти угловую скорость ω_1 стержня в момент времени t_1 после начала действия силы.

117. Маховик в виде однородного кольца массой m и радиусом R с невесомыми спицами начинает вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через центр

маховика перпендикулярно его плоскости, под действием касательной силы, приложенной к ободу маховика. Модуль силы зависит от времени как $F = at$, где a – некоторая положительная постоянная. Найти момент времени t_1 , в который угловая скорость маховика равна ω_1 .

118. Сплошной однородный вертикальный цилиндр массой m и радиусом R начинает вращаться вокруг своей неподвижной оси под действием горизонтальной касательной силы, приложенной к боковой поверхности цилиндра. Модуль силы зависит от времени как $F = at$, где a – некоторая положительная постоянная. Найти угловую скорость ω_1 цилиндра в момент времени t_1 после начала действия силы.

119. Горизонтальный однородный стержень массой m и длиной ℓ начинает вращаться в горизонтальной плоскости относительно неподвижной вертикальной оси, проходящей через центр стержня под действием силы, приложенной к одному из его концов перпендикулярно к стержню. Модуль силы зависит от времени как $F = at$, где a – некоторая положительная постоянная. Найти момент времени t_1 , в который угловая скорость стержня равна ω_1 .

120. Однородный диск массой m и радиусом R вращается вокруг неподвижной оси, проходящей через центр диска перпендикулярно его плоскости с угловой скоростью ω_0 . К ободу диска приложили касательную силу, под действием которой диск начал останавливаться. В какой момент времени t после начала действия силы диск остановился, если модуль силы зависит от времени как $F = at$, где a – некоторая положительная постоянная.

121. С тележки, свободно движущейся по горизонтальной поверхности со скоростью $2,0$ м/с, в сторону, противоположную движению тележки, прыгает человек, после чего скорость тележки становится равной $3,5$ м/с. Найти модуль скорости человека относительно тележки в момент отрыва от нее, если вектор этой скорости составляет с горизонтом угол 30° . Масса человека равна 60 кг, масса тележки – 35 кг.

122. На железнодорожной платформе, равномерно движущейся со скоростью $10,0$ м/с, жестко закреплено орудие, из которого произведен выстрел в сторону ее движения. Определить модуль скорости платформы после выстрела, если направление ее движения не изменилось, а снаряд вылетает со скоростью $400,0$ м/с относительно платформы под углом 60° к горизонту. Масса платформы с орудием 990 кг, масса снаряда 10 кг.

123. С лодки, плывущей равномерно по озеру, охотник произвел выстрел против движения лодки, после чего ее скорость стала равной $1,0$ м/с. Определить модуль скорости лодки до выстрела, если пуля вылетает со скоростью $500,0$ м/с относительно лодки под углом 45° к горизонту. Масса пули 20 г, масса лодки с охотником – 100 кг.

124. С тележки, свободно движущейся по горизонтальной поверхности со скоростью $4,0$ м/с, в сторону, противоположную ее движению, прыгает человек. Найти модуль скорости тележки после прыжка, если скорость человека относительно тележки в момент отрыва от нее равна $2,5$ м/с и составляет с горизонтом

угол 30° . Масса человека равна 65 кг, масса тележки 50 кг.

125. На железнодорожной платформе, равномерно движущейся со скоростью 14,5 м/с, жестко закреплено орудие, из которого произведен выстрел в сторону ее движения, после чего скорость платформы стала равной 12,0 м/с, а направление ее движения не изменилось. Определить модуль скорости снаряда относительно платформы, если вектор этой скорости составляет с горизонтом угол 60° . Масса снаряда 15 кг, масса платформы с орудием 885 кг.

126. С лодки, движущейся по озеру со скоростью 2,0 м/с, охотник произвел выстрел по направлению ее движения. Определить модуль скорости лодки после выстрела, если направление ее движения не изменилось, а пуля вылетает со скоростью 600,0 м/с относительно лодки под углом 30° к горизонту. Масса пули 20 г, масса лодки с охотником 110 кг.

127. С тележки, свободно движущейся по горизонтальной поверхности, в сторону, противоположную ее движению, прыгает человек. После этого скорость тележки стала равной 5,0 м/с. Определить модуль скорости тележки до прыжка, если скорость человека относительно тележки в момент отрыва от нее равна 2,1 м/с и с горизонтом составляет угол 30° . Масса человека равна 70 кг, масса тележки 45 кг.

128. На железнодорожной платформе, равномерно движущейся со скоростью 9,8 м/с, жестко закреплено орудие, из которого произведен выстрел в сторону, противоположную ее движению, после чего скорость платформы стала равной 14,1 м/с. Определить модуль скорости снаряда относительно платформы, если вектор этой скорости составляет с горизонтом угол 45° . Масса снаряда 25 кг, масса платформы с орудием 1000 кг.

129. С лодки, движущейся по озеру со скоростью 1,5 м/с, охотник произвел выстрел в сторону, противоположную ее движению, после чего скорость лодки стала равной 1,7 м/с. Определить модуль скорости пули относительно лодки, если вектор этой скорости составляет с горизонтом угол 30° . Масса пули 35 г, масса лодки с охотником 95 кг.

130. На равномерно движущейся железнодорожной платформе жестко закреплено орудие, из которого произведен выстрел в сторону ее движения, после чего скорость платформы стала равной 7,0 м/с. Определить модуль скорости платформы до выстрела, если направление ее движения не изменилось, а снаряд вылетает со скоростью 250,0 м/с под углом 60° к горизонту относительно платформы. Масса платформы с орудием 1050 кг, масса снаряда 50 кг.

131. В центре скамьи Жуковского массой 10 кг и радиусом 1 м, вращающейся с угловой скоростью 2,00 рад/с, стоит человек и держит в руках вертикальный стержень массой 2 кг и длиной 3 м, расположенный по оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек повернет стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Считать, что центр масс стержня находится на оси вращения скамьи, а момент инерции человека относительно оси вращения пренебрежимо мал.

132. На краю скамьи Жуковского массой 100 кг, вращающейся с угловой скоростью 1,5 рад/с, стоит человек массой 70 кг. С какой угловой скоростью нач-

нет вращаться скамья, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

133. В центре скамьи Жуковского массой 10 кг и радиусом 2 м, вращающейся с угловой скоростью 1,00 рад/с, стоит человек и держит в согнутых руках две гири по 1 кг каждая. При этом гири находятся на оси вращения. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек вытянет руки так, что расстояние от каждой гири до оси вращения станет равным 80 см? Считать, что момент инерции человека относительно оси вращения пренебрежимо мал.

134. В центре скамьи Жуковского массой 5 кг и радиусом 1 м, вращающейся с угловой скоростью 3,3 рад/с, стоит человек и держит на вытянутых вверх руках горизонтально расположенное колесо массой 2 кг и радиусом 50 см. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек повернет колесо так, чтобы оно заняло вертикальное положение? Считать, что центр масс колеса находится на оси вращения скамьи, а момент инерции человека относительно оси вращения пренебрежимо мал.

135. На краю скамьи Жуковского массой 80 кг, вращающейся с угловой скоростью 1,0 рад/с, стоит человек. Определить массу человека, если при его переходе в центр скамьи угловая скорость ее вращения увеличилась до 2,5 рад/с. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

136. В центре скамьи Жуковского массой 10 кг и радиусом 2 м, вращающейся с угловой скоростью 1,5 рад/с, стоит человек и держит на вытянутых руках две гири по 1 кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси вращения составляет 80 см. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек сожмет руки так, что гири окажутся на оси вращения? Считать, что момент инерции человека относительно оси вращения пренебрежимо мал.

137. В центре скамьи Жуковского массой 10 кг и радиусом 1 м, вращающейся с угловой скоростью 2,0 рад/с, стоит человек и держит в руках горизонтально расположенный стержень массой 2 кг и длиной 3 м. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек повернет стержень так, чтобы он занял вертикальное положение вдоль оси вращения? Считать, что центр масс стержня находится на оси вращения скамьи, а момент инерции человека относительно оси вращения пренебрежимо мал.

138. На краю скамьи Жуковского, вращающейся с угловой скоростью 1,5 рад/с, стоит человек массой 80 кг. Определить массу скамьи, если при переходе человека в ее центр угловая скорость вращения увеличилась до 3,5 рад/с. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

139. В центре скамьи Жуковского массой 5 кг и радиусом 1 м, вращающейся с угловой скоростью 2,5 рад/с, стоит человек и держит на вытянутых вверх руках вертикально расположенное колесо массой 2 кг и радиусом 50 см. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек повернет колесо так, чтобы оно заняло горизонтальное положение? Считать, что центр масс колеса находится на оси вращения скамьи, а момент инерции человека относительно оси вращения пренебрежимо мал.

140. В центре скамьи Жуковского массой 100 кг, вращающейся с угловой ско-

ростью $3,3$ рад/с, стоит человек массой 60 кг. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек перейдет на ее край? Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

141. После вертикального запуска с поверхности Земли и выключения двигателя скорость ракеты на высоте $1,3 \cdot 10^6$ м равна $5,9$ км/с. Определить скорость ракеты на высоте $3,5 \cdot 10^6$ м над поверхностью Земли. Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

142. Ракета установлена на поверхности Земли для запуска в вертикальном направлении. При какой скорости, сообщенной ракете при запуске, и выключении двигателя на высоте $3,2 \cdot 10^6$ м над поверхностью Земли она будет обладать скоростью, равной $1,4$ км/с? Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

143. После вертикального запуска с поверхности Земли и выключения двигателя скорость ракеты на некоторой высоте составляла $5,9$ км/с. Определить эту высоту, если на высоте $6,2 \cdot 10^6$ м над поверхностью Земли скорость ракеты стала равной $0,5$ км/с. Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

144. При вертикальном запуске с поверхности Земли ракете сообщили скорость $7,5$ км/с и выключили двигатель. Определить скорость ракеты на высоте $3,4 \cdot 10^6$ м над поверхностью Земли. Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

145. После вертикального запуска с поверхности Земли и выключения двигателя скорость ракеты на высоте $2,4 \cdot 10^6$ м равна $4,7$ км/с. Определить максимальную высоту подъема ракеты над поверхностью Земли. Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

146. При вертикальном запуске с поверхности Земли и выключения двигателя максимальная высота подъема ракеты над поверхностью Земли составила $6 \cdot 10^6$ м. Какова была скорость ракеты на высоте $2,5 \cdot 10^6$ м? Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

147. При вертикальном запуске с поверхности Земли ракете сообщили скорость $6,9$ км/с и выключили двигатель. На какой высоте над поверхностью Земли скорость ракеты была равна $2,3$ км/с? Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

148. При вертикальном запуске с поверхности Земли и выключении двигателя максимальная высота подъема ракеты над поверхностью Земли составила $5,7 \cdot 10^6$ м. На какой высоте над поверхностью Земли скорость ракеты была равна $2,5$ км/с? Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны

Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

149. После вертикального запуска с поверхности Земли и выключения двигателя скорость ракеты на высоте $4,9 \cdot 10^6$ м равна $1,1$ км/с. Какова была скорость ракеты на высоте $1,7 \cdot 10^6$ м над поверхностью Земли? Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

150. При вертикальном запуске с поверхности Земли ракете сообщили скорость $6,7$ км/с и выключили двигатель. Определить максимальную высоту подъема ракеты над поверхностью Земли. Принять, что на ракету действует только сила тяготения со стороны Земли, а масса ракеты остается постоянной. Масса Земли и ее радиус известны.

151. На конце тонкого однородного стержня массой m_1 и длиной l укреплен грузик массой m_2 . Определить период малых колебаний этой системы относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через точку, удаленную на четверть длины стержня от его свободного конца.

152. Один конец тонкого однородного стержня жестко закреплен на поверхности однородного шара так, что центры масс стержня и шара, а также точка крепления находятся на одной прямой. Массы шара и стержня равны, а радиус шара в 4 раза меньше длины стержня. Определить длину l стержня, если период малых колебаний этой системы относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через его свободный конец, равен T .

153. На конце тонкого однородного стержня массой m_1 и длиной l укреплен грузик массой m_2 . Определить период малых колебаний этой системы относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через его свободный конец.

154. Один конец тонкого однородного стержня жестко закреплен на боковой поверхности однородного тонкого диска так, что центры масс стержня и диска, а также точка крепления находятся на одной прямой. Массы диска и стержня равны, а радиус диска в 4 раза меньше длины стержня. Определить длину l стержня, если период малых колебаний этой системы относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно и плоскости диска, и стержню через его свободный конец, равен T .

155. Тонкий однородный стержень массой m_1 и длиной l может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через один из его концов. На расстоянии, равном трети длины стержня, от второго его конца, укреплен грузик массой m_2 . Определить период малых колебаний этой системы относительно указанной оси.

156. На конце тонкого однородного стержня массой m_1 укреплен грузик массой m_2 . Определить длину l стержня, если период малых колебаний этой системы относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через точку, удаленную на четверть длины стержня от его свободного конца, равен T .

157. Один конец тонкого однородного стержня длиной l жестко закреплен на поверхности однородного шара так, что центры масс стержня и шара, а также точка крепления находятся на одной прямой. Массы шара и стержня равны, а радиус шара в 4 раза меньше длины стержня. Определить период малых колебаний этой системы относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через его свободный конец.

158. На конце тонкого однородного стержня массой m_1 укреплен грузик массой m_2 . Определить длину l стержня, если период малых колебаний этой системы относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через его свободный конец, равен T .

159. Один конец тонкого однородного стержня длиной l жестко закреплен на боковой поверхности однородного тонкого диска так, что центры масс стержня и диска, а также точка крепления находятся на одной прямой. Массы диска и стержня равны, а радиус диска в 4 раза меньше длины стержня. Определить период малых колебаний этой системы относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно и плоскости диска, и стержню через его свободный конец.

160. Тонкий однородный стержень массой m_1 может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через один из его концов. На расстоянии, равном трети длины стержня, от второго его конца укреплен грузик массой m_2 . Определить длину l стержня, если период малых колебаний этой системы относительно указанной оси равен T .

161. Частица массой 10 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,05 \sin\left(\frac{5p}{3}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,2 с проекцию вектора скорости и проекцию упругой силы.

162. Частица массой 10 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,05 \cos\left(\frac{5p}{3}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,2 с проекцию вектора скорости и проекцию упругой силы.

163. Частица массой 15 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,1 \sin\left(\frac{10p}{9}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,15 с проекцию вектора скорости и проекцию упругой силы.

164. Частица массой 15 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,1 \cos\left(\frac{10p}{9}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,15 с проекцию вектора скорости и про-

екцию упругой силы.

165. Частица массой 20 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,15 \sin\left(\frac{5p}{6}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,2 с проекцию вектора скорости и проекцию упругой силы.

166. Частица массой 20 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,15 \cos\left(\frac{5p}{6}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,2 с проекцию вектора скорости и проекцию упругой силы.

167. Частица массой 25 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,1 \sin\left(\frac{2p}{3}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,5 с проекцию вектора скорости и проекцию упругой силы.

168. Частица массой 25 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,1 \cos\left(\frac{2p}{3}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,5 с проекцию вектора скорости и проекцию упругой силы.

169. Частица массой 10 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,15 \sin\left(\frac{5p}{9}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,6 с проекцию вектора скорости и проекцию упругой силы.

170. Частица массой 10 г совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = 0,15 \cos\left(\frac{5p}{9}t\right)$ (м). Определить период колебаний частицы и энергию ее колебаний. Найти в момент времени 0,6 с проекцию вектора скорости и проекцию упругой силы.

171. Кислород (O_2) находится в равновесном состоянии, при котором средняя кинетическая энергия вращательного движения одной его молекулы составляет $4,86 \cdot 10^{-21}$ Дж. Определить: 1) среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекулы; 2) среднюю энергию теплового движения молекулы; 3) среднюю квадратичную скорость молекулы. Молекулу считать жесткой.

172. Азот (N_2) находится в равновесном состоянии, при котором средняя энергия теплового движения одной его молекулы составляет $12,45 \cdot 10^{-21}$ Дж. Определить: 1) среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекулы; 2) среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекулы; 3) среднюю квадратичную скорость молекулы. Молекулу считать жесткой.

181. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 80$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 20$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изобарное расширение до объема $V_2 = 5V_1$; $2 \rightarrow 3$ – изохорное увеличение давления до $p_3 = 2p_1$; $3 \rightarrow 4$ – изотермическое сжатие до объема $V_4 = 3V_1$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

182. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 100$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 50$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изотермическое сжатие до объема $V_2 = \frac{V_1}{2}$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное увеличение объема до $V_3 = 2V_1$; $3 \rightarrow 4$ – изохорное

понижение давления до $p_4 = \frac{p_1}{4}$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

183. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 200$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 100$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изохорное понижение давления до $p_2 = \frac{p_1}{2}$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное сжатие до объема $V_3 = \frac{V_1}{6}$; $3 \rightarrow 4$ – изотермиче-

ское расширение до объема $V_4 = \frac{V_1}{2}$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

184. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 100$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 80$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изохорное увеличение давления до $p_2 = 2p_1$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное сжатие до объема $V_3 = \frac{V_1}{5}$; $3 \rightarrow 4$ – изотермиче-

ское расширение до объема $V_4 = \frac{4V_1}{5}$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

185. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 300$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 60$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изотермическое расширение до объема $V_2 = 3V_1$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное уменьшение объема до $V_3 = 0,5V_1$; $3 \rightarrow 4$ – изо-

хорное увеличение давления до $p_4 = p_1$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

186. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 150$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 40$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изотермическое расширение до объема $V_2 = 2,5V_1$; $2 \rightarrow 3$ – изохорное понижение давления до $p_3 = 0,5 p_2$ (p_2 – давление газа во втором состоянии); $3 \rightarrow 4$ – изобарное уменьшение объема до $V_4 = 0,5V_1$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

187. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 100$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 500$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изохорное увеличение давления до

$p_2 = 4p_1$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное сжатие до объема $V_3 = \frac{V_1}{5}$; $3 \rightarrow 4$ – изотермическое расширение до объема $V_4 = \frac{2V_1}{5}$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

188. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 80$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 50$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изотермическое сжатие до объема $V_2 = \frac{V_1}{3}$;

$2 \rightarrow 3$ – изобарное увеличение объема до $V_3 = 2V_1$; $3 \rightarrow 4$ – изохорное увеличение давления до $p_4 = 5p_1$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

189. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 50$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 100$ л. Над газом последовательно проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изотермическое сжатие до объема

$V_2 = \frac{V_1}{4}$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное расширение до объема $V_3 = 1,5V_1$; $3 \rightarrow 4$ – изохорное понижение давления до $p_4 = 2p_1$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

190. Идеальный двухатомный (с жесткой связью) газ находится под давлением $p_1 = 1500$ кПа, занимая при этом объем $V_1 = 40$ л. Над газом последовательно

проводят следующие процессы: $1 \rightarrow 2$ – изохорное понижение давления до $p_2 = \frac{p_1}{3}$; $2 \rightarrow 3$ – изобарное расширение до объема $V_3 = 5V_1$; $3 \rightarrow 4$ – изотермическое сжатие до объема $V_4 = 2V_1$. На Vp -диаграмме изобразить график процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. Определить в ходе всего процесса: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сил давления газа; 3) количество теплоты, переданное при этом газу.

191. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя в 2,2 раза превышает температуру холодильника. Определить работу, совершаемую силами давления газа за цикл, если при этом к нему подводится 44 кДж теплоты.

192. Идеальный газ совершает цикл Карно. Количество теплоты, подводимое к газу за цикл, в 1,5 раза больше теплоты, отводимой при этом от газа. Определить температуру холодильника, если температура нагревателя равна 450 К.

193. Идеальный газ совершает цикл Карно, КПД которого равен 55 %. Определить температуру холодильника, если температура нагревателя равна 600 К.

194. Идеальный газ совершает цикл Карно, КПД которого равен 70 %. Определить количество теплоты, отдаваемой газом за цикл, если при этом к нему подводится 80 кДж теплоты.

195. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя в 1,8 раза больше температуры холодильника. Определить количество теплоты, отдаваемой газом за цикл, если при этом к нему подводится 36 кДж теплоты.

196. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя в 2,5 раза больше температуры холодильника. Определить количество теплоты, подводимое к газу за цикл, если при этом силы давления газа совершают работу, равную 30 кДж.

197. Идеальный газ совершает цикл Карно. Количество теплоты, подводимое к газу за цикл, в 1,4 раза больше теплоты, отводимой при этом от газа. Определить температуру нагревателя, если температура холодильника равна 290 К.

198. Идеальный газ совершает цикл Карно, КПД которого равен 60 %. Определить температуру нагревателя, если температура холодильника равна 280 К.

199. Идеальный газ совершает цикл Карно, КПД которого равен 75 %. Определить количество теплоты, подводимое к газу за цикл, если при этом от него отводится 30 кДж теплоты.

200. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя в 1,7 раза больше температуры холодильника. Определить количество теплоты, подводимое к газу за цикл, если при этом от него отводится 40 кДж теплоты.

Основные физические константы и величины
(округленные значения)

Физическая константа (величина)	Обозначение	Значение
Ускорение свободного падения	g	9,81 м/с ²
Масса Земли	M	5,98·10 ²⁴ кг
Радиус Земли (среднее значение)	R	6,37·10 ⁶ м
Гравитационная постоянная	G	6,67·10 ⁻¹¹ м ³ /(кг·с ²)
Постоянная Авогадро	N_A	6,02·10 ²³ моль ⁻¹
Универсальная газовая постоянная	R	8,31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	k	1,38·10 ⁻²³ Дж/К
Элементарный заряд	e	1,60·10 ⁻¹⁹ Кл
Скорость света в вакууме	c	3·10 ⁸ м/с
Молярная масса водорода	M_{H_2}	2·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса гелия	M_{He}	4·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса кислорода	M_{O_2}	32·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса азота	M_{N_2}	28·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса фтора	M_{F_2}	38·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса угарного газа	M_{CO}	28·10 ⁻³ кг/моль
Молярная масса воздуха	M	29·10 ⁻³ кг/моль
Масса электрона	m_e	9,1·10 ⁻³¹ кг
Электрическая постоянная	ϵ_0	8,85·10 ⁻¹² Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	4π·10 ⁻⁷ Гн/м

ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимова, Т. Н. Курс физики./ Т. Н. Трофимова. – М. : Высш. школа, 1985.
2. Детлаф, А. А. Курс физики./ А. А. Детлаф, Б. М. Яворский, Л. В. Милковская. – М. : Высш. школа, 1973-1979. – Т. 1.
3. Зисман, Г. А. Курс общей физики./ Г. А. Зисман, О. М. Тодес. – М. : Наука, 1972-1974. – Т. 1.
4. Савельев, И. И. Курс физики./ И. И. Савельев. – М. : Наука, 1989. – Т. 1.
5. Чертов, А. Г. Задачник по физике./ А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. – М. : Высш. школа, 1981.
6. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике./ И. Е. Иродов. – М. : Наука, 1988.
7. Задания к практическим занятиям./ И. И. Рубан [и др.]. – Минск : Выш. шк., 1989.

Учебное издание

Дорошевич Ирина Леонидовна
Морозов Владимир Алексеевич

МЕХАНИКА
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА
И ТЕРМОДИНАМИКА

Учебно-методический комплекс
по курсу «Физика»

для студентов всех специальностей БГУИР
заочной формы обучения

Редактор Т. П. Андрейченко
Корректор

Подписано в печать
Гарнитура «Таймс».
Уч-изд. л. 4,7

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 750 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л.
Заказ 558

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.
220013, Минск, П.Бровки, 6.