

Вариант	Номера задач				
1	101	111	121	131	141
2	102	112	122	132	142
3	103	113	123	133	143
4	104	114	124	134	144
5	105	115	125	135	145
6	106	116	126	136	146
7	107	117	127	137	147
8	108	118	128	138	148
9	109	119	129	139	149

101. Две материальные точки движутся вдоль оси Ox согласно уравнениям $x_1 = 10 + 4t - 0,5t^2$, м и $x_2 = 3 - 2t + t^2$, м.

1. В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковы?

2. Какой путь прошла вторая точка за это время?

102. Зависимость пути, пройденного точкой по окружности радиуса $R = 2,0$ м, от времени выражено уравнением $l = t + 3t^2$, м.

1. Найдите полное ускорение точки через $t = 1,0$ с после начала движения.

2. Чему равен угол между нормальным и полным ускорениями в этот момент времени? Решение поясните рисунком.

103. Наклонная плоскость, образующая угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, имеет длину $l = 2$ м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с вершины плоскости к ее основанию за время $t = 2$ с.

1. Определите коэффициент трения тела о плоскость.

2. Какую скорость будет иметь тело у основания плоскости?

104. Зависимость координаты от времени тела массой $m = 5$ кг при торможении выражена уравнением $x = 12t - 1,6t^2$.

1. Найдите путь, пройденный телом до полной остановки.

2. Как зависит сила, действующая при этом на тело, от времени? Чему равна эта сила через $t = 2$ с после начала торможения?

105. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^\circ$. Зависимость пройденного телом пути от времени задана уравнением $l = ct^2$, где $c = 1,73$ м/с².

1. Найдите коэффициент трения μ тела о плоскость.

2. Чему будет равна скорость тела к моменту времени, когда оно пройдет расстояние $l = 10$ м?

106. Материальная точка движется по окружности радиуса $R = 40$ м. Зависимость пути от времени движения точки определяется уравнением $l = 8 - t + 4t^2 + 1t^3$.

1. Чему равна величина линейной скорости точки в момент времени $t = 4$ с после начала движения?

2. Чему равен угол между нормальным и полным ускорениями в момент времени $t = 4$ с после начала движения? Решение поясните рисунком.

107. Точка начинает двигаться по окружности радиуса $R = 16,0$ м с тангенциальным ускорением $a_t = 10$ м/с².

1. Чему равно полное ускорение точки через три секунды $t = 2$ с после начала движения? Решение поясните рисунком.

2. Чему равна величина угловой скорости и углового ускорения при этом движении в этот момент времени?

108. Тело, имеющее постоянную массу, начинает тормозить. Путь при торможении изменяется с течением времени согласно уравнению $l = 196t - t^2$. В момент остановки сила торможения достигла значения $F_{\text{ост}} = 48$ Н.

1. Определите, какой путь l прошло тело от начала торможения до полной остановки.

2. Чему равна сила торможения через $t = 3$ мин после начала торможения?

109. Точка движется по окружности радиуса $R = 8$ м. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки равно $a_n = 4$ м/с² и образует с вектором полного ускорения угол $\alpha = 60^\circ$.

1. Чему равна скорость точки в этот момент времени?

2. Найдите величину тангенциального ускорения в этот момент времени.

Решение поясните рисунком. 110. Тело массой $m = 0,5$ кг движется прямолинейно, причем зависимость координаты x от времени дается уравнением $x = A - Bt + Ct^2$, где $C = 5$ м/с² и $B = 10$ м/с. 1. Определите результирующую силу, действующую на тело во время движения. 2. В какой момент времени тело остановится, и какой путь оно пройдет до остановки?

111. Каток в виде однородного цилиндра массой $m = 2,0$ кг катится по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 10$ Н, приложенной к его оси. Сила направлена перпендикулярно оси катка и составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$.

1. Определите ускорение, с которым перемещается ось катка.

2. Чему равен момент этой действующей силы относительно оси, проходящей через точки касания катка дороги в некоторый момент времени? Покажите на рисунке направление этого момента силы.

112. Две гири разной массы соединены нерастяжимой, невесомой нитью, перекинутой через блок радиуса $R = 20$ см, момент инерции которого равен $J = 50$ кг·м². Момент силы трения, действующей на блок, равен $M_{\text{тр}} = 98,1$ Н·м.

1. Определите разность сил натяжения нити по обе стороны блока ($T_1 - T_2$), если угловое ускорение блока постоянно и равно $\varepsilon = 2,36$ рад/с².

2. На какое расстояние l переместится каждая гиря за время $t = 1,0$ с?

113. Тонкий стержень длиной $l = 0,5$ м и массой $m = 400$ г начинает вращаться вокруг оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно его длине, с угловым ускорением $\varepsilon = 3$ рад/с².

1. Определите момент силы, действующей на тело. На рисунке покажите направление этого момента.
2. Сколько оборотов сделает стержень за первые три секунды вращения?
114. Диск, момент инерции которого $J = 40 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, начинает вращаться равноускоренно под действием момента силы $M = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}$.
 1. Какой момент импульса будет иметь тело через $t = 10 \text{ с}$ вращения? На рисунке покажите направление этого момента импульса.
 2. Сколько полных оборотов сделает диск за этот промежуток времени?
115. Колеса вращаются равнозамедленно, уменьшили частоту вращения от $n_1 = 300 \text{ об/мин}$ до $n_2 = 180 \text{ об/мин}$ за время $t = 1 \text{ мин}$. Момент инерции колеса $J = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.
 1. Определите угловое ускорение колеса и покажите на рисунке, как оно направлено.
 2. Как направлен момент сил торможения, и чему он равен?
116. Шар массой $m = 2,0 \text{ кг}$ и радиусом $R = 5 \text{ см}$ вращается вокруг оси, проходящей через центр масс шара, согласно уравнению $\varphi = 3t^2 + t$.
 1. Сколько оборотов сделает шар за время $t = 10 \text{ с}$?
 2. Определите момент импульса шара через две минуты после начала движения и покажите на рисунке направления векторов момента импульса и углового ускорения.
117. На барабан радиусом $R = 25 \text{ см}$, момент инерции которого $J = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, намотан шнур, к которому привязан груз массой $m = 0,5 \text{ кг}$. До начала движения высота груза над полом была равна $h = 1,0 \text{ м}$.
 1. Определите момент импульса L барабана в момент удара груза о пол. На рисунке покажите направление этого момента импульса.
 2. Определите силу натяжения нити T при движении груза.
118. Тонкостенный цилиндр, масса которого $m = 12 \text{ кг}$, а диаметр $D = 30 \text{ см}$, вращается согласно уравнению $\varphi = 4 + 2t - 0,2t^2$.
 1. Определите угловое ускорение диска в момент времени $t = 2,0 \text{ с}$. Покажите на рисунке, как оно направлено.
 2. Чему равен момент сил, действующий на тело, в момент времени $t = 3,0 \text{ с}$? На рисунке покажите направление этого момента.
- 51
119. На обод маховика диаметром $D = 30 \text{ см}$ намотан шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 2,0 \text{ кг}$.
 1. Определите момент инерции маховика, если он, вращаясь равноускоренно за время $t = 3,0 \text{ с}$, приобрел угловую скорость $\omega = 9 \text{ рад/с}$.
 2. На какую высоту h при этом опустился груз?
120. Блок, массу $m = 2,0 \text{ кг}$ которого считать равномерно распределенной по ободу, вращается с частотой $n = 12 \text{ об/с}$. Диаметр блока $D = 30 \text{ см}$.
 1. Определите, какой момент сил надо приложить к блоку, чтобы он, двигаясь равнозамедленно, остановился в течение $\Delta t = 8,0 \text{ с}$. На рисунке покажите направление этого момента сил.
 2. Сколько оборотов он сделает до остановки?

121. По небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой $M = 300$ кг, ударяет молот массой $m = 8,0$ кг.

1. Определите КПД удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию, затраченную на деформацию.

2. Какую энергию будет иметь боек перед ударом, если при размахе он был поднят на высоту $h_1 = 2$ м?

122. Боек массой $M = 0,5$ т падает на сваю массой $m = 120$ кг с высоты $h_1 = 5$ м.

1. Определите КПД неупругого удара. Полезной считать энергию, затраченную на вбивание сваи.

2. Найдите среднюю силу сопротивления грунта, если в результате одного удара свая входит в грунт на глубину $h_2 = 4,0$ см.

123. Сплошной цилиндр массой $m = 8,0$ кг скатывается без трения с наклонной плоскости высотой $h = 0,5$ м, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Начальная скорость цилиндра равна нулю.

1. Определите скорость поступательного движения цилиндра у основания плоскости.

2. За какое время цилиндр скатится с наклонной плоскости?

124. По горизонтальной, плоской поверхности движется шар массой $m = 1,0$ кг со скоростью $v_1 = 4$ м/с и сталкивается с шаром массой $m = 2,0$ кг, который движется навстречу ему со скоростью $v_2 = 3$ м/с.

52

1. Найдите скорости u_1 и u_2 шаров после удара. Удар считать центральным, абсолютно упругим.

2. Определите коэффициент сопротивления, если второй шар, предоставленный сам себе после удара, остановится, пройдя путь $l = 1,8$ м.

125. Стальной шарик массой $m = 10$ г упал с высоты $h_1 = 1$ м на стальную плиту и подскочил после удара на высоту $h_2 = 0,8$ м.

1. Определите изменение импульса Δp

шарика при ударе. На рисунке покажите направление вектора Δp .

2. Какое количество теплоты выделилось при ударе?

126. Цилиндр массой $m = 1,0$ кг движется без проскальзывания по горизонтальной дороге со скоростью $v = 14$ м/с.

1. Через какое время цилиндр остановится, если на него действует сила трения $F = 50$ Н?

2. Какую работу совершит при этом сила трения?

127. Стержень длиной $l = 1$ м и массой $M = 7,0$ кг может свободно вращаться в

вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через его верхний конец. В другой его конец попадает пуля массой $m = 0,01$ кг, летящая со скоростью $v = 500$ м/с перпендикулярно оси и стержню, и застревает в нем.

1. Чему равна угловая скорость движения стержня с пулей сразу после застревания в нем пули?

2. На какой максимальный угол отклонится стержень с пулей после удара?
128. Горизонтально летящая пуля массой $m = 10$ г со скоростью $v_1 = 400$ м/с попадает в деревянный куб массой $M = 0,50$ кг, лежащий на горизонтальной поверхности, и пробивает его. Скорость пули при вылете из куба равна $v_2 = 100$ м/с.

1. Найдите, какая часть энергии пули перешла в тепло, если траектория движения пули проходит через центр куба.

2. Чему равен коэффициент трения между кубом и поверхностью, если после удара куб пройдет до остановки $l = 0,5$ м?

53

129. Шар массой $m = 1,0$ кг и радиусом $R = 3$ см катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания, ударяется о стенку и отскакивает от нее со скоростью $v = 8$ см/с. Скорость шара до удара равна $v = 10$ см/с.

1. Найдите импульс силы, действующей на стенку во время удара, по модулю и направлению.

2. Какое количество теплоты выделилось при ударе?

130. Маховик вращается с частотой $n = 10$ об/с, при этом его кинетическая энергия равна $W_k = 7,85$ кДж.

1. За какое время вращающий момент $M = 50$ Н·м, действующий на маховик, увеличит его скорость в два раза?

2. Какую работу должны совершить силы торможения, чтобы остановить диск, вращающийся с частотой n ?

131. Какую температуру T имеет масса $\tau = 2$ г азота, занимающего объем $V = 820$ см³, при давлении $P = 0,2$ МПа? 1. Сколько молекул азота находится в сосуде? 2. Какую среднюю квадратичную скорость имеют молекулы этого газа? 3. Чему равна молярная теплоемкость этого газа при изохорическом процессе?

132. Какой объем V занимает кислород массой $\tau = 10$ г при давлении $P = 100$ кПа и температуре $t = 20^\circ\text{C}$? 1. Сколько молей газа находится в сосуде? 2. Сравните энергию поступательного и вращательного движения одной молекулы этого газа. 3. Какова средняя арифметическая скорость движения молекул газа?

133. Баллон объемом $V = 12$ л наполнен азотом при давлении $P = 8,1$ МПа и температуре $t = 17^\circ\text{C}$. 1. Какая масса τ азота находится в баллоне? 2. Сколько молей азота помещено в сосуд? Какова плотность газа в этом сосуде? 3. Чему равна энергия поступательного движения всех молекул?

134. В баллоне объемом V находится газ под давлением $P_1 = 10$ МПа. 1. Какое количество газа надо взять из баллона, если давление стало равным $P_2 = 2,5$ МПа? Температуру газа считать постоянной и равной $t = 27^\circ\text{C}$.

2. Какое число молекул газа забрали из сосуда?

3. Как изменилась средняя квадратичная скорость движения молекул?

4. Чему равна энергия поступательного движения одной молекулы этого газа?

135. В баллоне объемом $V = 10$ м³ при давлении $P = 96$ кПа и температуре $t = 17^\circ\text{C}$ находится газ.

1. Какое количество газа ν находится в баллоне?
2. Чему равна энергия поступательного и вращательного движения всех молекул этого газа, если газ является трехатомным?
3. Какое значение имеет коэффициент Пуассона для этого газа?

136. Некоторый газ при температуре $t = 10^\circ\text{C}$ и давлении $P = 200$ кПа имеет плотность $\rho = 0,34$ кг/м³.

1. Найдите молярную массу M газа.
2. Какова концентрация газа при этих условиях?
3. С какой средней арифметической скоростью движутся молекулы газа?

137. В сосуде объемом $V = 4$ л находится масса $\tau = 1$ г водорода.

1. Какое число молекул n содержит единица объема сосуда?
2. Каково давление газа в сосуде, если температура системы $T = 273$ К?
3. Чему равна среднеквадратичная скорость молекул?

138. В сосуде объемом $V = 2$ л находится масса $\tau = 10$ г кислорода при давлении $P = 90,6$ кПа.

1. Найдите среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{ср}} \rangle$ молекул газа.
2. Какое число молекул N газа находится в сосуде?
3. Чему равна плотность газа ρ при этих условиях?

139. Плотность некоторого газа равна $\rho = 0,06$ кг/м³, а средняя квадратичная скорость его молекул $\langle v_{\text{ср}} \rangle = 500$ м/с.

1. Найдите давление P , которое газ оказывает на стенки сосуда.
2. Определите концентрацию газа n .
3. Чему равна энергия теплового движения молекул, находящихся в единице объема сосуда, если газ является 2-атомным?

55

140. Двухатомный газ находится в сосуде объемом $V = 10$ см³ при давлении $P = 5,3$ кПа и температуре $t = 27^\circ\text{C}$. 1. Какое число молекул N находится в этом сосуде? 2. Какой энергией теплового движения U обладают эти молекулы? 3. Чему равна молярная теплоемкость этого газа при изобарическом процессе?

141. Два моля двухатомного идеального газа сжимаются один раз изотермически, а второй раз адиабатически. Начальные параметры газа в обоих случаях одинаковы. Постройте графики этих процессов в координатах $P - V$. Покажите работы при этих процессах на графике.

1. Найдите отношение работы сжатия при адиабатном процессе к работе сжатия при изотермическом процессе, если в обоих случаях объем уменьшается в три раза.

2. Найдите изменение энтропии ΔS газа для каждого из изопроцессов и для всего процесса в целом.

142. При изобарном нагревании газа на $\Delta T_1 = 100$ К требуется $Q_{12} = 4,2$ кДж теплоты, а при изохорном охлаждении газ отдает $Q_{23} = 5,04$ кДж теплоты при уменьшении давления в два раза. Начальная температура газа при изохорном

охлаждении $T_2 = 400$ К. Постройте графики этих процессов в координатах $P - V$.

1. Определите коэффициент Пуассона для этого газа.
2. Найдите изменение энтропии ΔS газа для каждого из изопроцессов и для всего процесса в целом.

143. При изотермическом расширении $\nu = 0,4$ моля водорода было подведено $Q = 800$ Дж теплоты. Температура водорода $T = 300$ К. После изотермического расширения газ изобарически сжали до первоначального объема. Постройте график этого процесса в координатах $P - V$.

1. Определите суммарную работу газа при переходе из начального в конечное состояние.
2. Найдите изменение энтропии ΔS газа для каждого из изопроцессов и для всего процесса в целом.

56

144. Двуокись углерода массой $m = 4,4$ кг при давлении $P_1 = 2 \cdot 10^5$ Па адиабатически сжали до некоторого давления P_2 , при этом его внутренняя энергия изменилась на $\Delta U = 108$ Дж. После сжатия газ изобарически расширился до начального объема. Постройте график этого процесса в координатах $P - V$.

1. Определите суммарную работу газа при переходе из начального в конечное состояние.
2. Найдите изменение энтропии ΔS газа для каждого из изопроцессов и для всего процесса в целом.

145. При изохорном нагревании на $\Delta T = 10$ К газа массой $m = 20$ г требуется $Q_1 = 630$ Дж теплоты, а при изобарном $Q_2 = 1050$ Дж.

1. Определите молярную массу газа.
2. Найдите изменение энтропии ΔS газа для каждого из изопроцессов и для всего процесса в целом, если начальная температура $T_1 = 300$ К.

146. Десять молей двуокиси углерода (CO_2), находящейся при температуре $T = 300$ К и давлении $P_1 = 2,0 \cdot 10^5$ Па, были адиабатически сжаты до некоторого давления P_2 , при этом объем уменьшился в два раза. После сжатия газ расширился изобарически до первоначального объема.

1. Определите суммарную работу газа при переходе из начального в конечное состояние.
2. Найдите изменение энтропии ΔS газа для каждого из изопроцессов и для всего процесса в целом.

147. Один моль двухатомного газа адиабатически расширяется так, что его давление уменьшается в 5 раз, а затем изотермически сжимается до первоначального давления. Начальная температура газа $T = 600$ К. Постройте график процесса в координатах $P - V$.

1. Определите суммарную работу газа при переходе из начального в конечное состояние.

2. Найдите изменение энтропии ΔS газа для каждого из изопроцессов и для всего процесса в целом.

148. Десять молей двуокиси углерода (CO_2), находящейся при температуре $T = 300 \text{ K}$ и давлении $P_1 = 2,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$, были адиабатически сжаты до

57
некоторого давления P_2 , при этом объем уменьшился в два раза. После сжатия газ изохорически охладился до первоначального давления.

1. Определите суммарную работу газа при переходе из начального в конечное состояние.

2. Найдите изменение энтропии ΔS газа для каждого из изопроцессов и для всего процесса в целом.

149. Двухатомный идеальный газ в количестве $\nu = 20$ молей, имеющий давление $P_1 = 10^5 \text{ Па}$ и занимающий объем $V_1 = 1 \text{ м}^3$, сжали изобарически до объема в пять раз меньше первоначального, а затем изотермически газ расширился до первоначального объема.

1. Определите суммарное количество теплоты, полученное и отданное газом при переходе из начального в конечное состояние.

2. Найдите изменение энтропии ΔS газа для каждого из изопроцессов и для всего процесса в целом.