

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ВЫСШЕМУ
ОБРАЗОВАНИЮ

ФИЗИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ЗАОЧНИКОВ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
(ВКЛЮЧАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВУЗЫ)



Контрольная работа 1

Таблица вариантов для специальностей, учебными планами которых предусмотрено по курсу физики четыре и шесть контрольных работ

Ва- риант	Номера задач								
0	110	120	130	140	150	160	170	180	
1	101	111	121	131	141	151	161	171	
2	102	112	122	132	142	152	162	172	
3	103	113	123	133	143	153	163	173	
4	104	114	124	134	144	154	164	174	
5	105	115	125	135	145	155	165	175	
6	106	116	126	136	146	156	166	176	
7	107	117	127	137	147	157	167	177	
8	108	118	128	138	148	158	168	178	
9	109	119	129	139	149	159	169	179	

101. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 4$ м/с. Когда оно достигло верхней точки полета из того же начального пункта, с той же начальной скоростью v_0 вертикально вверх брошено второе тело. На каком расстоянии h от начального пункта встретятся тела? Сопротивление воздуха не учитывать.

102. Материальная точка движется прямолинейно с ускорением $a = 5$ м/с². Определить, на сколько путь, пройденный точкой в n -ю секунду, будет больше пути, пройденного в предыдущую секунду. Принять $v_0 = 0$.

103. Две автомашины движутся по дорогам, угол между которыми $\alpha = 60^\circ$. Скорость автомашин $v_1 = 54$ км/ч и $v_2 = 72$ км/ч. С какой скоростью v удаляются машины одна от другой?

104. Материальная точка движется прямолинейно с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с и постоянным ускорением $a = -5$ м/с². Определить, во сколько раз путь Δs , пройденный материальной точкой, будет превышать мо-

дуль ее перемещения Δr спустя $t=4$ с после начала отсчета времени.

105. Велосипедист ехал из одного пункта в другой. Первую треть пути он проехал со скоростью $v_1=18$ км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью $v_2=22$ км/ч, после чего до конечного пункта он шел пешком со скоростью $v_3=5$ км/ч. Определить среднюю скорость $\langle v \rangle$ велосипедиста.

106. Тело брошено под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту со скоростью $v_0=30$ м/с. Каковы будут нормальное a_n и тангенциальное a_τ ускорения тела через время $t=1$ с после начала движения?

107. Материальная точка движется по окружности с постоянной угловой скоростью $\omega=\pi/6$ рад/с. Во сколько раз путь Δs , пройденный точкой за время $t=4$ с, будет больше модуля ее перемещения Δr ? Принять, что в момент начала отсчета времени радиус-вектор r , задающий положение точки на окружности, относительно исходного положения был повернут на угол $\varphi_0=\pi/3$ рад.

108. Материальная точка движется в плоскости xy согласно уравнениям $x=A_1+B_1t+C_1t^2$ и $y=A_2+B_2t+C_2t^2$, где $B_1=7$ м/с, $C_1=-2$ м/с², $B_2=-1$ м/с, $C_2=0,2$ м/с². Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени $t=5$ с.

109. По краю равномерно вращающейся с угловой скоростью $\omega=1$ рад/с платформы идет человек и обходит платформу за время $t=9,9$ с. Каково наибольшее ускорение a движения человека относительно Земли?

Принять радиус платформы $R=2$ м.

110. Точка движется по окружности радиусом $R=30$ см с постоянным угловым ускорением ε . Определить тангенциальное ускорение a_τ точки, если известно, что за время $t=4$ с она совершила три оборота и в конце третьего оборота ее нормальное ускорение $a_n=2,7$ м/с².

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 модуль и направление скорости u_2 меньшей части снаряда.

112. С тележки, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью $v_1=3$ м/с, в сторону, противоположную движению тележки, прыгает человек, после чего скорость тележки изменилась и стала равной $u_1=4$ м/с. Определить горизонтальную составляющую

скорости u_{2x} человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки $m_1=210$ 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 снарядами $m_2=18$ т, масса снаряда $m_1=60$ кг.

114. Человек массой $m_1=70$ кг, бегущий со скоростью $v_1=9$ км/ч, догоняет тележку массой $m_2=190$ кг, движущуюся со скоростью $v_2=3,6$ км/ч, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком? С какой скоростью будет двигаться тележка с человеком, если человек до прыжка бежал навстречу тележке?

115. Конькобежец, стоя на коньках на льду, бросает камень массой $m_1=2,5$ кг под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту со скоростью $v=10$ м/с. Какова будет начальная скорость v_0 движения конькобежца, если масса его $m_2=60$ кг? Перемещением конькобежца во время броска пренебречь.

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

117. Снаряд, летевший со скоростью $v=400$ м/с, в верхней точке траектории разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью $u_1=150$ м/с. Определить скорость u_2 большего осколка.

118. Две одинаковые лодки массами $m=200$ кг каждая (вместе с человеком и грузами, находящимися в лодках) движутся параллельными курсами навстречу друг другу с одинаковыми скоростями $v=1$ м/с. Когда лодки поравнялись, то с первой лодки на вторую и со второй на первую одновременно перебрасывают грузы массами $m_1=200$ кг. Определить скорости u_1 и u_2 лодок после перебрасывания грузов.

119. На сколько переместится относительно берега лодка длиной $l=3,5$ м и массой $m_1=200$ кг, если стоя-

ший на корме человек массой $m_2 = 80$ кг переместится на нос лодки? Считать лодку расположенной перпендикулярно берегу.

120. Лодка длиной $l = 3$ м и массой $m = 120$ кг стоит на спокойной воде. На носу и корме находятся два рыбака массами $m_1 = 60$ кг и $m_2 = 90$ кг. На сколько сдвинется лодка относительно воды, если рыбаки поменяются местами?

121. В деревянный шар массой $m_1 = 8$ кг, подвешенный на нити длиной $l = 1,8$ м, попадает горизонтально летящая пуля массой $m_2 = 4$ г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 3^\circ$? Размером шара пренебречь. Удар пули считать прямым, центральным.

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

123. Шар массой $m_1 = 1$ кг движется со скоростью $v_1 = 4$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 2$ кг, движущимся навстречу ему со скоростью $v_2 = 3$ м/с. Каковы скорости u_1 и u_2 шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

124. Шар массой $m_1 = 3$ кг движется со скоростью $v_1 = 2$ м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой $m_2 = 5$ кг. Какая работа будет совершена при деформации шаров? Удар считать абсолютно неупругим, прямым, центральным.

125. 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 сваи.

126. Шар массой $m_1 = 4$ кг движется со скоростью $v_1 = 5$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 6$ кг, который движется ему навстречу со скоростью $v_2 = 2$ м/с. Определить скорости u_1 и u_2 шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

127. Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой $m_1 = 10$ г со скоростью $v = 300$ м/с. Затвор пистолета массой $m_2 = 200$ г прижимается к стволу пружиной, жесткость которой $k = 25$ кН/м. На какое рас-

стояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.

128. Шар массой $m_1 = 5$ кг движется со скоростью $v_1 = 1$ м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой $m_2 = 2$ кг. Определить скорости u_1 и u_2 шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

129. Из орудия, не имеющего противооткатного устройства, производилась стрельба в горизонтальном направлении. Когда орудие было неподвижно закреплено, снаряд вылетел со скоростью $v_1 = 600$ м/с, а когда орудю дали возможность свободно откатываться назад, снаряд вылетел со скоростью $v_2 = 580$ м/с. С какой скоростью откатилось при этом орудие?

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

131. Определить работу растяжения двух соединенных последовательно пружин жесткостями $k_1 = 400$ Н/м и $k_2 = 250$ Н/м, если первая пружина при этом растянулась на $\Delta l = 2$ см.

132. Из шахты глубиной $h = 600$ м поднимают клеть массой $m_1 = 3,0$ т на канате, каждый метр которого имеет массу $m = 1,5$ кг. Какая работа A совершается при поднятии клетки на поверхность Земли? Каков коэффициент полезного действия η подъемного устройства?

133. Пружина жесткостью $k = 500$ Н/м сжата силой $F = 100$ Н. Определить работу A внешней силы, дополнительно сжимающей пружину еще на $\Delta l = 2$ см.

134. Две пружины жесткостью $k_1 = 0,5$ кН/м и $k_2 = 1$ кН/м скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию P данной системы при абсолютной деформации $\Delta l = 4$ см.

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

136. Если на верхний конец вертикально расположенной спиральной пружины положить груз, то пружина сожмется на $\Delta l = 3$ мм. На сколько сожмет пружину тот же груз, упавший на конец пружины с высоты $h = 8$ см?

137. Из пружинного пистолета с пружиной жесткостью $k = 150$ Н/м был произведен выстрел пулей массой $m = 8$ г. Определить скорость v пули при вылете ее из

пистолета, если пружина была сжата на $\Delta x = 4$ см.

138. Налетев на пружинный буфер, вагон массой $m = 16$ т, двигавшийся со скоростью $v = 0,6$ м/с, остановился, сжав пружину на $\Delta l = 8$ см. Найти общую жесткость k пружин буфера.

139. Цепь длиной $l = 2$ м лежит на столе, одним концом свисая со стола. Если длина свешивающейся части превышает $1/3 l$, то цепь соскальзывает со стола. Определить скорость v цепи в момент ее отрыва от стола.

140. Какая работа A должна быть совершена при поднятии с земли материалов для постройки цилиндрической дымоходной трубы высотой $h = 40$ м, наружным диаметром $D = 3,0$ м и внутренним диаметром $d = 2,0$ м? Плотность материала ρ принять равной $2,8 \cdot 10^3$ кг/м³.

141. Шарик массой $m = 60$ г, привязанный к концу нити длиной $l_1 = 1,2$ м, вращается с частотой $n_1 = 2$ с⁻¹, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси 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.

142. По касательной к шкиву маховика в виде диска диаметром $D = 75$ см и массой $m = 40$ кг приложена сила $F = 1$ кН. Определить угловое ускорение ε и частоту вращения n маховика через время $t = 10$ с после начала действия силы, если радиус r шкива равен 12 см. Силой трения пренебречь.

143. На обод маховика диаметром $D = 60$ см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 2$ кг. Определить момент инерции J маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время $t = 3$ с приобрел угловую скорость $\omega = 9$ рад/с.

144. Нить с привязанными к ее концам грузами массами $m_1 = 50$ г и $m_2 = 60$ г перекинута через блок диаметром $D = 4$ см. Определить момент инерции J блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение $\varepsilon = 1,5$ рад/с². Трением и проскальзыванием нити по блоку пренебречь.

145. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению $\varphi = At + Bt^3$, где $A = 2$ рад/с, $B = 0,2$ рад/с³. Определить вращающий момент M , действующий на стержень через время $t = 2$ с после начала вращения, если момент инерции стержня $J = 0,048$ кг·м².

146. По горизонтальной плоскости катится диск со скоростью $v = 8$ м/с. Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленным самому себе, остановился, пройдя путь $s = 18$ м.

147. Определить момент силы M , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой $n = 12$ с⁻¹, чтобы он остановился в течение времени $\Delta t = 8$ с. Диаметр блока $D = 30$ см. Массу блока $m = 6$ кг считать равномерно распределенной по ободу.

148. Блок, имеющий форму диска массой $m = 0,4$ кг, вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массами $m_1 = 0,3$ кг и $m_2 = 0,7$ кг. Определить силы натяжения T_1 и T_2 нити по обе стороны блока.

149. К краю стола прикреплен блок. Через блок перекинута невесомая и нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы. Один груз движется по поверхности стола, а другой — вдоль вертикали вниз. Определить коэффициент f трения между поверхностями груза и стола, если массы каждого груза и масса блока одинаковы и грузы движутся с ускорением $a = 5,6$ м/с². Проскальзыванием нити по блоку и силой трения, действующей на блок, пренебречь.

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

151. На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой $m = 5$ кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи $l = 70$ см. Скамья вращается с частотой $n_1 = 1$ с⁻¹. Как изменится частота вращения скамьи и какую работу A произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до $l_2 = 20$ см? Момент инерции человека и скамьи (вместе) относительно оси $J = 2,5$ кг·м².

152. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 4$ рад/с. С какой угловой скоростью ω_2 будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи $J = 5$ кг·м². Длина стержня

$l=1,8$ м, масса $m=6$ кг. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

153. Платформа в виде диска диаметром $D=3$ м и массой $m_1=180$ кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью ω_1 будет вращаться эта платформа, если по ее краю пойдет человек массой $m_2=70$ кг со скоростью $v=1,8$ м/с относительно платформы?

154. 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 $m_1=280$ кг, масса человека $m_2=80$ кг.

155. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руке за ось велосипедное колесо, вращающееся вокруг своей оси с угловой скоростью $\omega_1=25$ рад/с. Ось колеса расположена вертикально и совпадает с осью скамьи Жуковского. С какой скоростью ω_2 станет вращаться скамья, если повернуть колесо вокруг горизонтальной оси на угол $\alpha=90^\circ$? Момент инерции человека и скамьи J равен $2,5$ кг·м², момент инерции колеса $J_0=0,5$ кг·м².

156. Однородный стержень длиной $l=1,0$ м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из его концов. В другой конец абсолютно неупруго ударяет пуля массой $m=7$ г, летящая перпендикулярно стержню и его оси. Определить массу M стержня, если в результате попадания пули он отклонится на угол $\alpha=60^\circ$. Принять скорость пули $v=360$ м/с.

157. На краю платформы в виде диска, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой $n_1=8$ мин⁻¹, стоит человек массой $m_1=70$ кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой $n_2=10$ мин⁻¹. Определить массу m_2 платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

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

159. Горизонтальная платформа массой $m_1=150$ кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через

центр платформы, с частотой $n=8 \text{ мин}^{-1}$. Человек массой $m_2=70 \text{ кг}$ стоит при этом на краю платформы. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу круглым, однородным диском, а человека — материальной точкой.

160. Однородный стержень длиной $l=1,0 \text{ м}$ и массой $M=0,7 \text{ кг}$ подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. В точку, отстоящую от оси на $\frac{2}{3}l$, абсолютно упруго ударяет пуля массой $m=5 \text{ кг}$, летящая перпендикулярно стержню и его оси. После удара стержень отклонился на угол $\alpha=60^\circ$. Определить скорость пули.

161. Определить напряженность G гравитационного поля на высоте $h=1000 \text{ км}$ над поверхностью Земли. Считать известными ускорение g свободного падения у поверхности Земли и ее радиус R .

162. Какая работа A будет совершена силами гравитационного поля при падении на Землю тела массой $m=2 \text{ кг}$: 1) с высоты $h=1000 \text{ км}$; 2) из бесконечности?

163. Из бесконечности на поверхность Земли падает метеорит массой $m=30 \text{ кг}$. Определить работу A , которая при этом будет совершена силами гравитационного поля Земли. Ускорение свободного падения g у поверхности Земли и ее радиус R считать известными.

164. С поверхности Земли вертикально вверх пущена ракета со скоростью $v=5 \text{ км/с}$. На какую высоту она поднимется?

165. По круговой орбите вокруг Земли обращается спутник с периодом $T=90 \text{ мин}$. Определить высоту спутника. Ускорение свободного падения g у поверхности Земли и ее радиус R считать известными.

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

167. Спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте $h=520 \text{ км}$. Определить период обращения спутника. Ускорение свободного падения g у поверхности Земли и ее радиус R считать известными.

168. Определить линейную и угловую скорости спутника Земли, обращающегося по круговой орбите на высоте $h=1000 \text{ км}$. Ускорение свободного падения g у по-

верхности Земли и ее радиус R считать известными.

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

170. Во сколько раз средняя плотность земного вещества отличается от средней плотности лунного? Принять, что радиус R_3 Земли в 390 раз больше радиуса R_L Луны и вес тела на Луне в 6 раз меньше веса тела на Земле.

(171) На стержне длиной $l=30$ см укреплены два одинаковых грузика: один — в середине стержня, другой — на одном из его концов. Стержень с грузами колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину L и период T простых гармонических колебаний данного физического маятника. Массой стержня пренебречь.

172. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x=A_1 \sin \omega_1 t$ и $y=A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1=8$ см, $A_2=4$ см, $\omega_1=\omega_2=2$ с $^{-1}$. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.

173. Точка совершает простые гармонические колебания, уравнение которых $x=A \sin \omega t$, где $A=5$ см, $\omega=2$ с $^{-1}$. В момент времени, когда точка обладала потенциальной энергией $\Pi=0,1$ мДж, на нее действовала вращающая сила $F=5$ мН. Найти этот момент времени t .

174. Определить частоту ν простых гармонических колебаний диска радиусом $R=20$ см около горизонтальной оси, проходящей через середину радиуса диска перпендикулярно его плоскости.

175. Определить период T простых гармонических колебаний диска радиусом $R=40$ см около горизонтальной оси, проходящей через образующую диска.

176. Определить период T колебаний математического маятника, если его модуль максимального перемещения $\Delta r=18$ см и максимальная скорость $v_{\max}=16$ см/с.

177. Материальная точка совершает простые гармонические колебания так, что в начальный момент времени смещение $x_0=4$ см, а скорость $v_0=10$ см/с. Определить амплитуду A и начальную фазу φ_0 колебаний, если их период $T=2$ с.

178. Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода: $x_1=A_1 \sin \omega_1 t$ и $x_2=A_2 \sin \omega_2(t + \tau)$, где $A_1=A_2=3$ см, $\omega_1=\omega_2=\pi$ с $^{-1}$, $\tau=0,5$ с. Определить амплитуду A и начальную фазу φ_0 .

результатирующего колебания. Написать его уравнение. Построить векторную диаграмму для момента времени $t=0$.

179. На гладком горизонтальном столе лежит шар массой $M=200$ г, прикрепленный к горизонтально расположенной легкой пружине с жесткостью $k=500$ Н/м. В шар попадает пуля массой $m=10$ г, летящая со скоростью $v=300$ м/с, и застревает в нем. Пренебрегая перемещением шара во время удара и сопротивлением воздуха, определить амплитуду A и период T колебаний шара.

180. Шарик массой $m=60$ г колеблется с периодом $T=2$ с. В начальный момент времени смещение шарика $x_0=4,0$ см и он обладает энергией $E=0,02$ Дж. Записать уравнение простого гармонического колебания шарика и закон изменения возвращающей силы с течением времени.

Контрольная работа 2

Таблица вариантов для специальностей, учебными планами которых предусмотрено по курсу физики четыре и шесть контрольных работ

Вариант	Номера контрольных работ							
0	210	220	230	240	250	260	270	280
1	201	211	221	231	241	251	261	271
2	202	212	222	232	242	252	262	272
3	203	213	223	233	243	253	263	273
4	204	214	224	234	244	254	264	274
5	205	215	225	235	245	255	265	275
6	206	216	226	236	246	256	266	276
7	207	217	227	237	247	257	267	277
8	208	218	228	238	248	258	268	278
9	209	219	229	239	249	259	269	279

201. Определить количество вещества ν и число N молекул кислорода массой $m = 0,5$ кг.

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

203. Вода при температуре $t = 4^\circ\text{C}$ занимает объем $V = 1$ см³. Определить количество вещества ν и число N молекул воды.

204. Найти молярную массу M и массу m_m одной молекулы поваренной соли.

205. Определить массу m_m одной молекулы углекислого газа.

206. Определить концентрацию n молекул кислорода, находящегося в сосуде вместимостью $V = 2$ л. Количество вещества ν кислорода равно $0,2$ моль.

207. Определить количество вещества ν водорода,

заполняющего сосуд объемом $V=3$ л, если концентрация молекул газа в сосуде $n=2 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$.

208. В баллоне вместимостью $V=3$ л содержится кислород массой $m=10$ г. Определить концентрацию n молекул газа.

209. Определить относительную молекулярную массу M_r : 1) воды; 2) углекислого газа; 3) поваренной соли.

210. Определить количество вещества ν и число N молекул азота массой $m=0,2$ кг.

211. В цилиндр длиной $l=1,6$ м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p_0 , начали медленно вдвигать поршень площадью основания $S=200 \text{ см}^2$. Определить силу F , действующую на поршень, если его остановить на расстоянии $l_1=10$ см от дна цилиндра.

212. В баллоне находится газ при температуре $T_1=400$ К. До какой температуры T_2 надо нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в 1,5 раза?

213. Баллон вместимостью $V=20$ л заполнен азотом при температуре $T=400$ К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p=200$ кПа. Определить массу m израсходованного газа. Процесс считать изотермическим.

214. В баллоне вместимостью $V=15$ л находится аргон под давлением $p_1=600$ кПа и при 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. Определить массу m аргона, взятого из баллона.

215. Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление $p_1=2$ МПа и температура $T_1=800$ К, в другом $p_2=2,5$ МПа, $T_2=200$ К. Сосуды соединили трубкой и охладил до температуры $T=200$ К. Определить установившееся в сосудах давление p .

216. Вычислить плотность ρ азота, находящегося в баллоне под давлением $p=2$ МПа и имеющего температуру $T=400$ К.

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

218. Найти плотность ρ азота при температуре $T=400$ К и давлении $p=2$ МПа.

219. В сосуде вместимостью $V=40$ л находится кислород при температуре $T=300$ К. Когда часть газа из-

расходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p = 100$ кПа. Определить массу m израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.

220. Определить плотность ρ водяного пара, находящегося под давлением $p = 2,5$ кПа и имеющего температуру $T = 250$ К.

221. Определить внутреннюю энергию U водорода, а также среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon \rangle$ молекулы этого газа при температуре $T = 300$ К, если количество вещества ν этого газа равно $0,5$ моль.

222. Определить суммарную кинетическую энергию E_k поступательного движения всех молекул газа, находящегося в сосуде вместимостью $V = 3$ л под давлением $p = 540$ кПа.

223. Количество вещества гелия $\nu = 1,5$ моль, температура $T = 120$ К. Определить суммарную кинетическую энергию E_k поступательного движения всех молекул этого газа.

224. Молярная внутренняя энергия U_m некоторого двухатомного газа равна $6,02$ кДж/моль. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{вр} \rangle$ вращательного движения одной молекулы этого газа. Газ считать идеальным.

225. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon \rangle$ одной молекулы водяного пара при температуре $T = 500$ К.

226. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{кв} \rangle$ молекулы газа, заключенного в сосуд вместимостью $V = 2$ л под давлением $p = 200$ кПа. Масса газа $m = 0,3$ г.

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

228. При какой температуре средняя кинетическая энергия $\langle \epsilon_n \rangle$ поступательного движения молекулы газа равна $4,14 \cdot 10^{-21}$ Дж?

229. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой пылинки равна $6 \cdot 10^{-10}$ г. Газ находится при температуре $T = 400$ К. Определить средние квадратичные скорости $\langle v_{кв} \rangle$, а также средние кинетические энергии $\langle \epsilon_n \rangle$ поступательного движения молекулы азота и пылинки.

230. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_n \rangle$

поступательного движения и $\langle \varepsilon_{вр} \rangle$ вращательного движения молекулы азота при температуре $T=1$ кВ. Определить также полную кинетическую энергию E_k молекулы при тех же условиях.

231. Определить молярную массу M двухатомного газа и его удельные теплоемкости, если известно, что разность $c_p - c_v$ удельных теплоемкостей этого газа равна 260 Дж/(кг·К).

232. Найти удельные c_p и c_v , а также молярные C_p и C_v теплоемкости углекислого газа.

233. Определить 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. В сосуде вместимостью $V=6$ л находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоемкость C_v этого газа при постоянном объеме.

235. Определить относительную молекулярную массу M_r и молярную массу M газа, если разность его удельных теплоемкостей $c_p - c_v = 2,08$ кДж/(кг·К).

236. Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости $c_v = 10,4$ кДж/(кг·К) и $c_p = 14,6$ кДж/(кг·К).

237. Найти удельные c_v и c_p и молярные C_v и C_p теплоемкости азота и гелия.

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

239. Трехатомный газ под давлением $p=240$ кПа и температуре $t=20^\circ\text{C}$ занимает объем $V=10$ л. Определить теплоемкость C_p этого газа при постоянном давлении.

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

241. Найти среднее число $\langle z \rangle$ столкновений за время $t=1$ с и длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы гелия, если газ находится под давлением $p=2$ кПа при температуре $T=200$ К.

242. Определить среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы азота в сосуде вместимостью $V=5$ л. Масса газа $m=0,5$ г.

243. Водород находится под давлением $p=20$ мкПа и имеет температуру $T=300$ К. Определить среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы такого газа.

244. При нормальных условиях длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы водорода равна 0,160 мкм. Определить диаметр d молекулы водорода.

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

246. Кислород находится под давлением $p = 133$ нПа при температуре $T = 200$ К. Вычислить среднее число $\langle z \rangle$ столкновений молекулы кислорода при этих условиях за время $\tau = 1$ с.

247. При каком давлении p средняя длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекул азота равна 1 м, если температура газа $t = 10^\circ\text{C}$?

248. В сосуде вместимостью $V = 5$ л находится водород массой $m = 0,5$ г. Определить среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы водорода в этом сосуде.

249. Средняя длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы водорода при некоторых условиях равна 2 мм. Найти плотность ρ водорода при этих условиях.

250. В сферической колбе вместимостью $V = 3$ л, содержащей азот, создан вакуум с давлением $p = 80$ мкПа. Температура газа $T = 250$ К. Можно ли считать вакуум в колбе высоким?

Примечание. Вакуум считается высоким, если длина свободного пробега молекул в нем много больше линейных размеров сосуда.

251. Определить количество теплоты Q , которое надо сообщить кислороду объемом $V = 50$ л при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на $\Delta p = 0,5$ МПа.

252. При изотермическом расширении азота при температуре $T = 280$ К объем его увеличился в два раза. Определить: 1) совершенную при расширении газа работу A ; 2) изменение ΔU внутренней энергии; 3) количество теплоты Q , полученное газом. Масса азота $m = 0,2$ кг.

253. При адиабатном сжатии давление воздуха было увеличено от $p_1 = 50$ кПа до $p_2 = 0,5$ МПа. Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление p_3 газа в конце процесса.

254. Кислород массой $m = 200$ г занимает объем $V_1 = 100$ л и находится под давлением $p_1 = 200$ кПа. При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема $V_2 = 300$ л, а затем его давление возросло до

$p_3 = 500$ кПа при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии ΔU газа, совершенную газом работу A и теплоту Q , переданную газу. Построить график процесса.

255. Объем водорода при изотермическом расширении при температуре $T = 300$ К увеличился в $n = 3$ раза. Определить работу A , совершенную газом, и теплоту Q , полученную при этом. Масса m водорода равна 200 г.

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

257. Во сколько раз увеличится объем водорода, содержащий количество вещества $\nu = 0,4$ моль при изотермическом расширении, если при этом газ получит количество теплоты $Q = 800$ Дж? Температура водорода $T = 300$ К.

258. Какая работа A совершается при изотермическом расширении водорода массой $m = 5$ г, взятого при температуре $T = 290$ К, если объем газа увеличивается в три раза?

259. Какая доля ω_1 количества теплоты Q , подводимого к идеальному двухатомному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение ΔU внутренней энергии газа и какая доля ω_2 — на работу A расширения? Рассмотреть три случая, если газ: 1) одноатомный; 2) двухатомный; 3) трехатомный.

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

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

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

263. Определить работу A_2 изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, КПД которого $\eta = 0,4$, если работа изотермического расширения равна $A_1 = 8$ Дж.

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

265. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от теплоотдатчика теплоту $Q_1 = 4,38$ кДж и совершил работу $A = 2,4$ кДж. Определить температуру теплоотдатчика, если температура теплоприемника $T_2 = 273$ К.

266. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику 67% теплоты, полученной от теплоотдатчика. Определить температуру T_2 теплоприемника, если температура теплоотдатчика $T_1 = 430$ К.

267. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия η цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от $T_1 = 380$ К до $T_1' = 560$ К? Температура теплоприемника $T_2 = 280$ К.

268. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика $T_1 = 500$ К, температура теплоприемника $T_2 = 250$ К. Определить термически КПД η цикла, а также работу A_1 рабочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа $A_2 = 70$ Дж.

269. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту $Q_1 = 84$ кДж. Определить работу A газа, если температура T_1 теплоотдатчика в три раза выше температуры T_2 теплоприемника.

270. В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика теплоту $Q_1 = 500$ Дж и совершил работу $A = 100$ Дж. Температура теплоотдатчика $T_1 = 400$ К. Определить температуру T_2 теплоприемника.

271. Найти массу m воды, вошедшей в стеклянную трубку с диаметром канала $d = 0,8$ мм, опущенную в воду на малую глубину. Считать смачивание полным.

272. Какую работу A надо совершить при выдувании мыльного пузыря, чтобы увеличить его объем от $V_1 = 8$ см³ до $V_2 = 16$ см³? Считать процесс изотермическим.

273. Какая энергия E выделится при слиянии двух капель ртути диаметром $d_1 = 0,8$ мм и $d_2 = 1,2$ мм в одну каплю?

274. Определить давление p внутри воздушного пузырька диаметром $d = 4$ мм, находящегося в воде у самой ее поверхности. Считать атмосферное давление нормальным.

275. Пространство между двумя стеклянными парал-

лельными пластинками с площадью поверхности $S = 100 \text{ см}^2$ каждая, расположенными на расстоянии $l = 20 \text{ мкм}$ друг от друга, заполнено водой. Определить силу F , прижимающую пластинки друг к другу. Считать мениск вогнутым с диаметром d , равным расстоянию между пластинками.

276. Глицерин поднялся в капиллярной трубке диаметром канала $d = 1 \text{ мм}$ на высоту $h = 20 \text{ мм}$. Определить поверхностное натяжение α глицерина. Считать смачивание полным.

277. В воду опущена на очень малую глубину стеклянная трубка с диаметром канала $d = 1 \text{ мм}$. Определить массу m воды, вошедшей в трубку.

278. На сколько давление p воздуха внутри мыльного пузыря больше нормального атмосферного давления p_0 , если диаметр пузыря $d = 5 \text{ мм}$?

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

280. Две капли ртути радиусом $r = 1,2 \text{ мм}$ каждая слились в одну большую каплю. Определить энергию E , которая выделится при этом слиянии. Считать процесс изотермическим.