

Вариант 1

1001. Точка обращается по окружности радиусом $R = 1,2$ м. Уравнение движения точки $\varphi = At + Bt^3$, где $A = 0,5$ рад/с; $B = 0,2$ рад/с³. Определить тангенциальное a_t , нормальное a_n и полное ускорения точки в момент времени $t = 4$ с.
1026. Камень брошен под углом 60° к горизонту со скоростью 20 м/с. Найти нормальную составляющую ускорения камня через 2 с после начала движения.
1051. Динамометр вместе с прикрепленным к нему грузом сначала поднимают вертикально вверх, затем опускают. В обоих случаях движение равноускоренное с ускорением, равным по модулю 5 м/с². Определить массу груза, если разность показаний динамометра 30 Н.
1076. Найти линейные скорости центров масс шара, диска и обруча, скатывающихся без скольжения по наклонной плоскости высота которой $h = 0,5$ м. Начальная скорость всех тел $v_0 = 1$ м/с.
1101. Лёгкая лестница-стремянка в нижней части связана верёвкой. Определить силу натяжения верёвки, если на середине одной из сторон лестницы находится человек массой 50 кг, а угол наклона сторон лестницы к полу составляет 60° .
1126. При горизонтальном полете со скоростью $v = 250$ м/с снаряд массой $m = 8$ кг разорвался на две части. Большая часть массой $m_1 = 6$ кг получила скорость $u_1 = 400$ м/с в направлении полета снаряда. Определить абсолютное значение и направление скорости u_2 меньшей части снаряда.
1151. Гладкий клин массой $M = 20$ кг может скользить по горизонтальной плоскости. На его грань, образующего с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$, положен гладкий брусок массой $m = 5$ кг. Найти ускорение клина, трением пренебречь.
1176. Человек стоит на скамье Жуковского и держит в руках стержень вертикально вдоль оси вращения скамьи. Стержень служит осью вращения колеса, расположенного на верхнем конце стержня. Скамейка неподвижна, колесо вращается с частотой $n_1 = 15$ с⁻¹. С какой угловой скоростью ω_2 будет вращаться скамья, если человек повернет стержень на угол $\varphi = 180^\circ$ и колесо окажется на нижнем конце стержня? Суммарный момент инерции человека и скамьи $J = 8$ кг м², радиус колеса $R = 25$ см. Массу колеса $m = 2,5$ кг можно считать равномерно распределенной по ободу. Считать, что центр тяжести человека с колесом находится на оси платформы.
1201. Льдина площадью поперечного сечения 1 м² и высотой $0,4$ м плавает в воде. Какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить льдину в воду? Плотность воды 10^3 кг/м³, плотность льда $0,9 \cdot 10^3$ кг/м³.
1226. В широком сосуде, наполненном глицерином (плотность $\rho = 1,2$ г/см³), падает с установившейся скоростью 5 см/с стеклянный шарик ($\rho' = 2,7$ г/см³) диаметром 1 мм. Определить динамическую вязкость глицерина.
1251. Какая работа будет совершена силами тяготения при падении на Землю тела массой $m = 2$ кг: 1) с высоты $h = 1000$ км; 2) из бесконечности?
1276. Материальная точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, происходящих согласно уравнениям: $x = A_1 \cos \omega_1 t$, $y = A_2 \sin \omega_2 t$, где $A_1 = 2$ см; $\omega_1 = 2$ с⁻¹; $A_2 = 4$ см; $\omega_2 = 2$ с⁻¹. Определить траекторию точки. Построить траекторию с соблюдением масштаба, указать направление движения точки.
2001. Определить количество вещества ν и число N молекул кислорода массой $m = 0,5$ кг.
2026. Определить объём воды плотностью 1 г/см³, в котором столько же молекул, что и в 200 м³ водорода при давлении 166 кПа и температуре 250 К. Молярная масса кислорода равна 32 г/моль.
2051. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_n \rangle$ поступательного движения и среднее значение $\langle \epsilon \rangle$ полной кинетической энергии молекулы водяного пара при температуре $T = 600$ К. Найти также кинетическую энергию W поступательного движения всех молекул пара, содержащего количество вещества $\nu = 1$ кмоль.
2076. Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса $\mu = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль и отношение теплоемкостей $C_p / C_v = 1,67$.
2101. Кислород находится под давлением $p = 133$ нПа при температуре $T = 200$ К. Вычислить среднее число столкновений $\langle z \rangle$ в единицу времени молекулы кислорода при этих условиях.
2126. Во сколько раз увеличится объём пузырька воздуха, поднявшегося при постоянной температуре с глубины 80 м на поверхность водоёма? Плотность воды 1000 кг/м³, атмосферное давление равно 100 кПа.
2151. В баллоне при температуре $T_1 = 145$ К и давлении $p_1 = 2$ МПа находится кислород. Определить температуру T_2 и давление p_2 кислорода после того, как из баллона будет очень быстро выпущена половина газа.
2176. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту $Q_1 = 84$ кДж. Какую работу A совершает газ, если температура T_1 нагревателя в три раза выше температуры T_2 охладителя?

Вариант 2

1002. Определить скорость v и полное ускорение a точки в момент времени $t = 2$ с, если она движется по окружности радиусом $R = 1$ м согласно уравнению $\xi = At + Bt^3$, где $A = 8$ м/с; $B = -1$ м/с³; ξ - криволинейная координата, отсчитанная от некоторой точки, принятой за начальную, вдоль окружности.

1027. Под каким углом к горизонту нужно бросить тело, чтобы дальность его полета была наибольшей при начальной скорости тела 20 м/с?

1052. Тело массой 5 кг начинают тянуть в горизонтальном направлении через пружину, коэффициент жёсткости которой равен 100 Н/м. Определить модуль абсолютной деформации пружины через 2 с после начала движения тела, если коэффициент трения равен 0,3.

1077. Тело находится на Земле, на широте $\varphi = 45^\circ$. Определить минимальную скорость, с которой должно двигаться тело по параллели, чтобы его давление на землю уменьшилось на 1% от силы тяжести. Найти ту же скорость, если бы тело двигалось на экваторе.

1102. Однородная балка длиной 4 м и массой 5 кг подвешена на двух вертикальных тросах разной длины и удерживается в равновесии. Длинный трос закреплён за один из концов балки, короткий - на расстоянии 1 м от другого конца балки. Найти силы натяжения тросов.

1127. На тележке, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью $v = 3$ м/с, находится человек. Человек прыгает в сторону, противоположную движению тележки. После прыжка скорость тележки изменилась и стала равной $u = 4$ м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости u_x человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки $m = 210$ кг, масса человека $m_2 = 70$ кг.

1152. Снаряд массой $m = 5$ кг на высоте $H = 10$ м разрывается на два равных осколка. В момент разрыва скорость снаряда равна $v = 0,8$ км/с и направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к поверхности земли. Один из осколков падает на землю непосредственно под местом разрыва со скоростью $u_1 = (2gH)^{1/2}$. Определить модуль и направление скорости второго осколка сразу после взрыва, а также время полета и расстояние, на которое улетит второй осколок после взрыва.

1177. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси вращения скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью $\omega = 4$ 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 $\ell = 1,8$ м, его масса $m = 6$ кг. Считать, что центр тяжести стержня с человеком находится на оси платформы.

1202. Однородный стержень массой 100 кг и объёмом 0,01 м³ лежит на горизонтальном дне сосуда с жидкостью. Определить минимальное значение модуля силы, которая может приподнять конец стержня. Плотность жидкости в сосуде 2 г/см³.

1227. В боковую поверхность цилиндрического сосуда, установленного на столе, вставлен на высоте $h_1 = 5$ см от его дна капилляр внутренним диаметром $d = 2$ мм и длиной $\ell = 1$ см. В сосуде поддерживается постоянный уровень машинного масла (плотность $\rho = 0,9$ г/см³ и динамическая вязкость $\eta = 0,1$ Па·с) на высоте $h_2 = 80$ см выше капилляра. Определить, на каком расстоянии по горизонтали от конца капилляра падает на поверхность стола струя масла, вытекающая из отверстия.

1252. По круговой орбите вокруг Земли обращается спутник с периодом $T = 105$ мин. Определить высоту спутника. Считать известными ускорение g свободного падения у поверхности Земли и ее радиус R .

1277. Точка совершает одновременно два колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями: $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = 2$ см; $\omega_1 = 1$ с⁻¹; $A_2 = 2$ см; $\omega_2 = 2$ с⁻¹. Найти уравнение траектории, построить ее с соблюдением масштаба и указать направление движения.

2002. Вода при температуре $t = 4$ °С занимает объем $V = 1$ см³. Определить количество вещества ν и число N молекул воды.

2027. Плотность смеси газов, состоящей из гелия (молярная масса 4 г/моль) и водорода (молярная масса 2 г/моль) при давлении 2,49 МПа и температуре 300 К равна 3 кг/м³. Определить массу водорода в 2 м³ смеси.

2052. Количество вещества ν кислорода равно 0,5 моль. Определить внутреннюю энергию U водорода, а также среднюю кинетическую энергию $\langle \omega \rangle$ молекул этого газа при температуре $T = 300$ К.

2077. Трехатомный газ под давлением $p = 240$ кПа и температуре $t = 20$ °С занимает объем $V = 10$ л. Определить теплоемкость C_p этого газа при постоянном давлении.

2102. Водород массой $m = 2$ г занимает объем $V = 2,5$ л. Определить среднее число столкновений $\langle z \rangle$ в единицу времени молекулы водорода.

2127. Объем пузырька воздуха по мере всплывания его со дна озера на поверхность увеличивается в три раза. Какова глубина озера?

2152. Определить молярную массу газа, если при изохорном нагревании 20 г газа на 10 К требуется 630 Дж теплоты, а при изобарном 1050 Дж.

2177. Идеальный двухатомный газ, содержащий количество вещества $\nu = 1$ моль, совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Наименьший объем $V_{\min} = 10$ л, наибольший $V_{\max} = 20$ л, наименьшее давление $p_{\min} = 246$ кПа, наибольшее $p_{\max} = 410$ кПа. Построить график цикла. Определить температуру T газа для характерных точек цикла и его термический КПД η .

Вариант 3

1003. По прямой линии движутся две материальные точки согласно уравнениям: $x_1 = A_1 + B_1t + C_1t^2$ и $x_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$, где $A_1 = 10$ м; $B_1 = 1$ м/с; $C_1 = -2$ м/с²; $A_2 = 3$ м; $B_2 = 2$ м/с; $C_2 = 0,2$ м/с². В какой момент времени τ скорости этих точек будут одинаковы? Найти ускорения a_1 и a_2 этих точек в момент $t = 3$ с.

1028. Самолет летит горизонтально со скоростью 200 м/с на высоте 5,5 км. За какое минимальное время снаряд может поразить самолет, если выстрел производится в момент полета самолета над зениткой, а скорость снаряда в 10 раз больше скорости самолета?

1053. Тело массой 0,1 кг, брошенное вертикально вверх со скоростью 50 м/с, достигло верхней точки подъема за 2,5 с. Определить модуль средней силы сопротивления воздуха.

1078. Вал массой $m = 100$ кг и радиусом $R = 5$ см вращается с частотой $n = 8$ с⁻¹. К цилиндрической поверхности вала прижимают тормозную колодку с силой $F = 40$ Н, под действием которой вал останавливается через промежуток времени $\Delta t = 10$ с. Определить коэффициент трения f .

1103. Шар массой 10 кг лежит на двух одинаковых наклонных плоскостях, образующих с горизонтом углы 40° и 50°. Определить силу давления шара на плоскости.

1128. 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 $m = 18$ т, масса снаряда $m_1 = 60$ кг.

1153. Человек захотел спуститься по веревочной лестнице из свободно висящего аэростата массой $M = 350$ кг. Какой минимальной длины веревочную лестницу он должен привязать к гондole аэростата, чтобы ступая на последнюю ступеньку, он коснулся земли? Масса человека $m = 70$ кг. Расстояние от земли до аэростата $H = 10$ м.

1178. 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?

1203. Однородный стержень длиной 1 м и площадью сечения 1 см² плавает в вертикальном положении, погружаясь в воду на 4/5 длины. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы утопить стержень, оставляя его в вертикальном положении? Плотность воды равна 1000 кг/м³.

1228. Вода течет по круглой гладкой трубе диаметром $d = 5$ см со средней по сечению скоростью $\langle v \rangle = 10$ см/с. Определить число Рейнольдса Re для потока жидкости в трубе и указать характер течения жидкости.

1253. 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.

1278. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями; $x = A_1 \cos \omega t$ и $y = A_2 \sin \omega t$, где $A_1 = 4$ см; $A_2 = 6$ см; $\omega_1 = 2 \omega_2$. Найти уравнение траектории точки и построить ее на чертеже; показать направление движения точки.

2003. Определить количество вещества ν водорода, заполняющего сосуд вместимостью $V = 3$ л, если плотность газа $\rho = 6,65 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

2028. Сухой воздух состоит в основном из кислорода и азота. Если пренебречь остальными составными частями воздуха, то можно считать, что массовые доли кислорода и азота соответственно $\omega_1 = 0,232$, $\omega_2 = 0,768$. Определить относительную молекулярную массу M_r воздуха.

2053. Определить суммарную кинетическую энергию E_k поступательного движения всех молекул газа, находящегося в сосуде объемом $V = 3$ л под давлением $p = 540$ кПа.

2078. Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем $V = 5$ л. Вычислить теплоемкость C_V этого газа при нормальных условиях.

2103. Средняя длина пробега $\langle \ell \rangle$ молекулы водорода при некоторых условиях равна 2 мм. Найти плотность ρ водорода при этих условиях.

2128. На сколько ньютонов уменьшится вес акваланга с баллонами объемом 16,6 л, если давление воздуха в баллонах упадет со 150 до 60 атмосфер? Молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль, а температура – 300 К. Одна атмосфера равна 100 кПа.

2153. При адиабатическом расширении кислорода ($\nu = 2$ моль), находящегося при нормальных условиях, его объем увеличится в 3 раза. Определить: 1) изменение внутренней энергии газа, 2) работу расширения газа.

2178. Идеальная тепловая машина Карно, цикл которой совершается в обратном направлении (холодильная машина), использует воду при 0°С в качестве холодильника и воду при 100°С в качестве нагревателя. Сколько воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар 500 г воды в кипятыльнике?

Вариант 4

1004. Точка обращается по окружности радиусом $R = 8$ м. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки $a_n = 4 \text{ м/с}^2$, вектор полного ускорения \vec{a} образует в этот момент с вектором нормального ускорения \vec{a}_n угол $\alpha = 60^\circ$. Найти скорость v и тангенциальное ускорение a_τ точки.

1029. Самолет летит на высоте $h = 1500$ м с горизонтальной скоростью $v = 200 \text{ м/с}$. Из орудия производят выстрел по самолету в момент, когда последний находится на одной вертикали с орудием. Под каким углом следует произвести выстрел, чтобы попасть в самолет? Начальная скорость снаряда равна $v_0 = 900 \text{ м/с}$.

1054. Равномерно загруженные сани, движущиеся по льду со скоростью 5 м/с , выезжают на дорогу, посыпанную песком. Определить путь, пройденный санями по дороге, если длина полозьев равна 1 м, а коэффициент трения скольжения о поверхность дороги равен $0,5$. Трением о лёд пренебречь.

1079. Тонкостенный цилиндр с диаметром основания $D = 30$ см и массой $m = 12$ кг вращается согласно уравнению: $\varphi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 4$ рад, $B = -2$ рад/с, $C = 0,2$ рад/с³. Определить действующий на цилиндр момент сил M в момент времени $t = 3$ с.

1104. Автомобиль массы $m = 1,5$ т равномерно поднимается по наклонному участку шоссе с углом наклона 9° . Насколько отличаются силы давления передних и задних колес автомобиля на шоссе, если известно, что расстояние между осями $\ell = 2,5$ м, а центр масс расположен на равных расстояниях от осей на высоте $h = 0,75$ м?

1129. Две одинаковые лодки массами $m = 200$ кг каждая (вместе с человеком и грузами, находящимися в лодках) движутся параллельными курсами на встречу друг другу с одинаковыми скоростями $v = 1$ м/с. Когда поравнялись, то с первой лодки на вторую и со второй на первую одновременно перебрасывают грузы массами $m_1 = 20$ кг и $m_2 = 10$ кг. Определить скорости u_1 и u_2 лодок после перебрасывания грузов.

1154. На сколько переместится относительно берега лодка длиной $\ell = 3,5$ м и массой $m_1 = 200$ кг, если стоящий на корме человек массой $m_2 = 80$ кг переместится на нос лодки? Считать лодку расположенной перпендикулярно берегу.

1179. 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. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

1204. Шарик, сделанный из материала, плотность которого в 4 раза меньше плотности воды, падает в воду с высоты $1,2$ м. На какую глубину он погрузится в воду? Силами сопротивления пренебречь.

1229. По трубе течет машинное масло. Максимальная скорость v_{max} при которой движение масла в этой трубе остается еще ламинарным, равна $3,2$ см/с. При какой скорости v движение глицерина в той же трубе переходит из ламинарного в турбулентное?

1254. Спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте $h = 520$ км. Определить период обращения спутника и его линейную и угловую скорости. Считать известными ускорение g свободного падения у поверхности Земли и ее радиус R .

1279. Две точки находятся на прямой, вдоль которой распространяются волны со скоростью $v = 10$ м/с. Период колебаний $T = 0,2$ с, расстояние между точками $\Delta x = 1$ м. Найти разность фаз $\Delta\varphi$ колебаний в этих точках.

2004. Какое количество вещества и сколько атомов содержится в газах массой 1 г каждый: 1) гелии, 2) углероде, 3) фторе, 4) полонии?

2029. В сосуде вместимостью $V = 15$ л находится смесь азота и водорода при температуре $t = 23^\circ\text{C}$ и давлении $p = 200$ кПа. Определить массы смеси и ее компонентов, если массовая доля ω_1 азота в смеси равна $0,7$.

2054. Количество вещества гелия $\nu = 1,5$ моль, температура $T = 120$ К. Определить суммарную кинетическую энергию E_k поступательного движения всех молекул этого газа.

2079. Определить молярные теплоемкости C_v и C_p смеси двух газов - одноатомного и двухатомного. Количество вещества ν_1 - одноатомного и ν_2 - двухатомного газов соответственно равны $0,4$ моль и $0,2$ моль.

2104. При адиабатическом 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.

2129. Давление воздуха внутри бутылки равно $0,1$ МПа при температуре 7°C . До какой температуры надо нагреть бутылку, чтобы из неё вылетела пробка? Пробку можно вынуть силой 10 Н. Поперечное сечение пробки имеет площадь 2 см². Атмосферное давление 100 кПа.

2154. Азот массой 280 г расширяется в результате изобарного процесса при давлении 1 МПа. Определить: 1) работу расширения, 2) конечный объем газа, если на расширение затрачена теплота 5 кДж, а начальная температура азота 290 К.

2179. Бытовой холодильник поддерживает в камере постоянную температуру $T_{зад} = -12^\circ\text{C}$. При температуре в комнате $T_1 = +25^\circ\text{C}$ его компрессор включается каждые $t_1 = 8$ мин и, проработав $t_2 = 5$ мин, выключается. Считая холодильник идеальной тепловой машиной, работающей по обращенному циклу, рассчитать - как часто и на какое время станет включаться его компрессор, если в комнате температура понизится до $T_2 = +15^\circ\text{C}$. При какой максимальной температуре T_{max} в комнате он сможет поддерживать в камере заданную температуру?

Вариант 5

1005. Кинематические уравнения движения материальной точки имеют вид:
 $x = A \cdot \sin(B \cdot t)$ $y = C \cdot t^2$ $z = D \cdot t + A$, где: $A = 1$ м, $B = 0,1$ Гц, $C = 2$ м/с², $D = -1$ м/с. Определить значения величин радиус-вектора, скорости и ускорения материальной точки в момент времени $t = 8$ с.
1030. Самолет летит на высоте $h = 1500$ м с горизонтальной скоростью $v = 200$ м/с. Из орудия производят выстрел по самолету в момент, когда последний находится на одной вертикали с орудием. Под каким углом следует произвести выстрел, чтобы попасть в самолет? Начальная скорость снаряда равна $v_0 = 900$ м/с.
1055. Через неподвижный блок перекинута веревка, к одному из концов которой привязан груз массой $m_1 = 60$ кг. На другом конце повис человек массой $m_2 = 65$ кг, который, выбирая веревку, поднимает груз, оставаясь при этом на одном и том же расстоянии от пола. Через сколько времени груз будет поднят на высоту $h = 12$ м? Массой веревки и блока пренебречь.
1080. 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.
1105. Однородная тонкая пластинка радиусом $R = 1$ м имеет форму круга, в котором вырезано отверстие вдвое меньшего радиуса, касающееся края пластинки. Где находится центр тяжести пластины?
1130. Определить импульс p , полученный стенкой при ударе о нее шарика массой $m = 300$ г, если шарик двигался со скоростью $v = 8$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к плоскости стенки. Удар о стенку считать упругим.
1155. 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.
1180. 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. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
1205. Шарик всплывает с постоянной скоростью в жидкости, плотность которой в 4 раза больше плотности шарика. Определить силу сопротивления жидкости при движении в ней шарика, считая её постоянной. Масса шарика 10 г.
1230. Медный шарик диаметром $d = 1$ см падает с постоянной скоростью в касторовом масле. Является ли движение масла, вызванное падением в нем шарика, ламинарным? Критическое значение числа Рейнольдса $Re_{кр} = 0,5$.
1255. Определите, при каком радиусе орбиты $R_{сп}$ спутник может двигаться в плоскости экватора так, чтобы все время находиться над одной и той же точкой поверхности Земли. Считать известными ускорение g свободного падения у поверхности Земли и ее радиус R .
1280. Материальная точка участвует в двух колебаниях, проходящих по одной прямой и выражаемых уравнениями:
 $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$, $x_2 = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = 3$ см; $A_2 = 4$ см; $\omega_1 = \omega_2 = 2$ с⁻¹. Найти амплитуду A сложного движения, его частоту ν и начальную фазу φ_0 ; написать уравнение движения. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
2005. В сосуде вместимостью $V = 5$ л находится однородный газ количеством вещества $\nu = 0,2$ моль. Определить, какой это газ, если его плотность $\rho = 1,12$ кг/м³.
2030. В сосуде находится смесь кислорода и водорода. Масса m смеси равна 3,6 г. Массовая доля ω_1 кислорода составляет 0,6. Определить количество вещества ν смеси, ν_1 и ν_2 каждого газа в отдельности.
2055. Молярная внутренняя энергия U_m некоторого двухатомного газа равна 6,02 кДж. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{вр} \rangle$ вращательного движения одной молекулы этого газа. Газ считать идеальным.
2080. Определить молярные теплоемкости C_v и C_p смеси двух газов - одноатомного и двухатомного. Количество вещества ν_1 - одноатомного и ν_2 - двухатомного газов соответственно равны 0,4 моль и 0,2 моль.
2105. В латунный калориметр массой 128 г, содержащий 240 г воды при 8,4 °С, опущено металлическое тело массой 192 г, нагретое до 100 °С. Окончательная температура, установившаяся в калориметре, 21,5 °С. Определить удельную теплоемкость испытуемого тела.
2130. На сколько градусов нагреется железный кубик массой 0,1 кг, свободно падающий по вертикали с высоты 230 м, к моменту падения на землю, если среднее значение силы сопротивления воздуха равно 0,2 Н? Удельная теплоемкость железа равна 460 Дж/(кг·К).
2155. Узкая цилиндрическая запаянная с одного конца трубка расположена горизонтально. Воздух в трубке, объем которого 240 мм³, отделен от атмосферы столбиком ртути длиной 15 см. Если трубку поставить вертикально открытым концом вверх, то воздух в ней займет объем 200 мм³. Определить атмосферное давление.
2180. Определить разность масс воздуха, заполняющего помещение объемом 50 м³, зимой и летом, если летом температура помещения достигает 40 °С, а зимой падает до 0 °С. Атмосферное давление считать нормальным.

Вариант 6

1006. Точка движется по прямой согласно уравнению $x = At + Bt^3$, где $A = 6 \text{ м/с}$; $B = -0,125 \text{ м/с}^3$. Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ точки в интервале времени от $t_1 = 2 \text{ с}$ до $t_2 = 6 \text{ с}$.
1031. Самолет летит относительно воздуха со скоростью $v_1 = 800 \text{ км/ч}$. С запада на восток дует ветер со скоростью $v_2 = 15 \text{ м/с}$. С какой скоростью самолет будет двигаться относительно земли и под каким углом к меридиану надо держать курс, чтобы перемещение было: 1) на юг, 2) на север, 3) на запад, 4) на восток?
1056. Автомобиль начал двигаться с ускорением $2,0 \text{ м/с}^2$. При скорости 70 км/ч ускорение стало равным 1 м/с^2 . Определить, с какой установившейся скоростью будет двигаться автомобиль, если сила тяги мотора остается постоянной, а сила сопротивления пропорциональна скорости.
1081. Нить с привязанными к ее концам грузами массой $m_1 = 50 \text{ г}$ и $m_2 = 150 \text{ г}$ перекинута через блок диаметром $D = 4 \text{ см}$. Определить момент инерции блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение $\varepsilon = 1,5 \text{ рад/с}^2$.
1106. На цилиндр массы $m = 1 \text{ кг}$ намотана невесомая нерастяжимая нить. С какой наименьшей силой и под каким углом к горизонту нужно тянуть эту нить, чтобы цилиндр вращаясь оставался на месте? Коэффициент трения между цилиндром и полом равен $f = 0,5$.
1131. Определить кинетическую энергию тела массой 1 кг , брошенного горизонтально со скоростью 20 м/с , в конце 4-ой секунды его движения.
1156. Вагон массой $m = 35 \text{ т}$ движется на упор со скоростью $v = 0,2 \text{ м/с}$. При полном торможении вагона буферные пружины сжимаются на $\Delta l = 12 \text{ см}$. Определить максимальную силу F_{max} сжатия буферных пружин и продолжительность Δt торможения и общую жесткость k пружин буфера.
1181. Однородный тонкий тяжелый стержень, длина которого 1 м , висит на горизонтальной оси, проходящей через один из концов. Стержень отклонили от положения равновесия на угол 60° и отпустили. Определить линейные скорости конца стержня и центра массы при прохождении через положение равновесия.
1206. В вертикальный цилиндрический сосуд радиусом 10 см , частично заполненный водой, опускают шар, плотность которого в 2 раза меньше плотности воды. На сколько миллиметров поднимется уровень воды после опускания шара, если радиус шара равен 3 см ?
1231. Медный шарик диаметром $d = 1 \text{ см}$ падает с постоянной скоростью в касторовом масле. Является ли движение масла, вызванное падением в нем шарика, ламинарным? Критическое значение числа Рейнольдса $Re_{\text{кр}} = 0,5$.
1256. Луна обращена к Земле одной и той же стороной и обращается вокруг Земли за 27,3 суток. Определить угловую скорость вращения Луны вокруг ее оси. Сравнить эту скорость с угловой скоростью суточного вращения Земли.
1281. Определить скорость v распространения волн в упругой среде, если разность фаз $\Delta\phi$ колебаний двух точек, отстоящих друг от друга на $\Delta x = 15 \text{ см}$, равна $\pi/2$. Частота колебаний $\nu = 25 \text{ Гц}$.
2006. Одна треть молекул азота массой $m = 10 \text{ г}$ распалась на атомы. Определить полное число N частиц, находящихся в газе.
2031. Найти среднюю молярную массу смеси газов, состоящей из $0,5 \text{ кг}$ водорода, 2 кг гелия (молярная масса 4 г/моль) и 8 кг кислорода (молярная масса 32 г/моль).
2056. Определить среднее значение $\langle \varepsilon \rangle$ полной кинетической энергии одной молекулы гелия, кислорода и водяного пара при температуре $T = 500 \text{ К}$.
2081. В сосуде находится смесь двух газов – кислорода массой $m_1 = 6 \text{ г}$ и азота массой $m_2 = 3 \text{ г}$. Определить удельные теплоемкости c_v и c_p такой газовой смеси.
2106. В латунном калориметре массой 100 г находится 5 г льда при -10°C . В калориметр вливают 30 г расплавленного свинца при температуре плавления. Что будет находиться в калориметре после теплообмена и какая в нем установится температура? Потери теплоты на испарение пренебречь.
2131. Свинцовая пуля, летящая со скоростью 252 м/с , ударяется о стальную плиту и останавливается. На сколько Кельвинов увеличится температура пули, если 40% её кинетической энергии пошло на нагревание плиты и окружающей среды? Удельная теплоёмкость свинца равна $126 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$.
2156. Определить разность масс воздуха, заполняющего помещение объемом 50 м^3 , зимой и летом, если летом температура помещения достигает 40°C , а зимой падает до 0°C . Атмосферное давление считать нормальным.
2181. Лед массой $m_1 = 2 \text{ кг}$ при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ был превращен в воду той же температуры с помощью пара, имеющего температуру $t_2 = 100^\circ\text{C}$. Определить массу m_2 израсходованного пара. Каково изменение ΔS энтропии системы лед-пар?

Вариант 7

1007. Материальная точка движется прямолинейно. Уравнение движения имеет вид $x = At + Bt^3$, где $A = 3 \text{ м/с}$; $B = 0,06 \text{ м/с}^3$. Найти скорость v и ускорение a точки в моменты времени $t_1 = 0 \text{ с}$ и $t_2 = 3 \text{ с}$. Каковы средние значения скорости $\langle v_x \rangle$ и ускорения $\langle a_x \rangle$ за первые 3 с движения?
1032. Камень, брошенный под углом α горизонту, упал на землю со скоростью $9,8 \text{ м/с}$. Чему равны дальность S и высота H полета камня, если известно, что во время движения его максимальная скорость была вдвое больше минимальной?
1057. Через блок перекинута нерастяжимая нить, на концах которой висят грузы с массами $m_1 = 0,5 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,3 \text{ кг}$. Блок начали поднимать вверх с ускорением $a_0 = 2 \text{ м/с}^2$ относительно Земли. Полагая, что нить скользит по блоку без трения, найти ускорения грузов относительно Земли.
1082. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину согласно уравнению: $\varphi = At + Bt^3$, где $A = 2 \text{ рад/с}$, $B = 0,2 \text{ рад/с}^3$. Определить вращающий момент M , действующий на стержень в момент времени $t = 2 \text{ с}$, если момент инерции стержня $J = 0.048 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.
1107. Чему равно удлинение латунного стержня длиной 4 м , имеющего площадь сечения $0,4 \text{ см}^2$, под действием силы 1 кН ?
1132. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса его $m_1 = 60 \text{ кг}$, масса доски $m_2 = 20 \text{ кг}$. С какой скоростью u (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль нее со скоростью (относительно доски) $v = 1 \text{ м/с}$? Массой колес пренебречь, трение не учитывать.
1157. Тело массой $0,1 \text{ кг}$, закреплённое на невесомой пружине с коэффициентом жёсткости 100 Н/м , движется в горизонтальной плоскости равномерно по окружности, причём пружина отклонена от вертикали на 60° . Определить потенциальную энергию пружины.
1182. Однородный тонкий стержень массой $0,2 \text{ кг}$ и длиной $\ell = 0,2 \text{ м}$ может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку O . В верхний конец стержня попадает пластилиновый шарик массой 10 г , движущийся со скоростью 10 м/с , и прилипает к стержню. Определить угловую скорость ω стержня и линейную скорость нижнего конца стержня сразу после удара, если расстояние от верхнего конца до точки O равно $\ell/3$.
1207. По дну водоёма, наклоненному под углом 60° к горизонту, начинает скользить тело массой 10 кг и объёмом $0,002 \text{ м}^3$, полностью находящееся в воде. Найти модуль равнодействующей всех сил, приложенных к телу, если коэффициент трения скольжения равен $0,3$, а плотность воды – 1 г/см^3 .
1232. Латунный шарик диаметром $d = 0,6 \text{ мм}$ падает в глицерине. Определить: 1) скорость v установившегося движения шарика; 2) является ли при этой скорости обтекание шарика ламинарным?
1257. Планета движется по круговой орбите. Найти связь между радиусом орбиты R и периодом T обращения этой планеты вокруг Солнца.
1282. Звуковые колебания с частотой 450 Гц и амплитудой $0,3 \text{ мм}$ распространяются в упругой среде. Длина волны 80 см . Записать уравнение бегущей гармонической волны (в СИ). Начальная фаза равна нулю.
2007. Найти молярную массу μ и массу m_m одной молекулы поваренной соли.
2032. Во сколько раз число атомов меди в 1 м^3 больше числа атомов свинца в $0,5 \text{ м}^3$? Плотность меди и свинца равны $8,4 \text{ г/см}^3$ и 13 г/см^3 , а молярные массы 64 г/моль и 208 г/моль соответственно.
2057. Определить кинетическую энергию $\langle \epsilon_1 \rangle$, приходящуюся в среднем на одну степень свободы молекулы азота, при температуре $T = 1 \text{ кК}$, а также среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_n \rangle$ поступательного движения, $\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения и среднее значение полной кинетической энергии $\langle \epsilon \rangle$ молекулы.
2082. Смешан одноатомный газ, количество вещества которого $\nu_1 = 2 \text{ моль}$, с трехатомным газом, количество вещества которого $\nu_2 = 3 \text{ моль}$. Определить молярные теплоемкости C_v и C_p этой смеси.
2107. Раскаленный алюминиевый куб, положенный на лед, температура которого – 20°C , полностью в него погрузился. Определить начальную температуру куба. Изменением объема куба при его охлаждении пренебречь.
2132. В тающую льдину попадает пуля, летящая со скоростью 1000 м/с . Масса пули $13,2 \text{ г}$. Считая, что половина энергии пули пошла на раздробление льда, а другая половина – на его таяние, найти в граммах массу растаявшего льда. Удельная теплота плавления $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.
2157. Стальной баллон с гелием падает с высоты $8,3 \text{ м}$. Определить изменение температуры гелия, если при ударе о землю вся кинетическая энергия пошла на нагревание баллона и газа. Баллон в $1,75$ раз тяжелее гелия, удельная теплоёмкость стали $830 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$.
2182. Кислород массой $m = 2 \text{ кг}$ увеличил свой объем в $n = 5$ раз один раз изотермически, другой – адиабатно. Найти изменения энтропии в каждом из указанных процессов.

Вариант 8

1008. Диск радиусом $R = 0,2$ м вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 3$ рад; $B = -1$ рад/с; $C = 0,1$ рад/с³. Определить тангенциальное a_t , нормальное a_n и полное a ускорения точек на окружности диска для момента времени $t = 10$ с.
1033. При каком значении угла бросания дальность полета тела равна его высоте подъема?
1058. Автомобиль массы $m = 5$ т стоит на наклонном участке дороги. Высота центра тяжести грузовика над полотном дороги равна $h = 1,4$ м. Расстояние между центрами колес $d = 2,2$ м. Коэффициент трения скольжения колес о дорогу равен $f = 0,7$. При каком коэффициенте трения скольжения f_1 колес о дорогу может начаться боковое скольжение грузовика? При каком f_2 может произойти его опрокидывание на бок?
1083. По плоской горизонтальной поверхности катится диск со скоростью $v = 8$ м/с. Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленным, самому себе, остановился, пройдя путь $s = 18$ м.
1108. При какой предельной нагрузке разорвется стальной трос диаметром 1 см, если предел прочности стали 1 ГПа?
1133. Снаряд, летевший со скоростью $v = 400$ м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью $u_1 = 150$ м/с. Определить абсолютное значение и направление скорости u_2 большей части снаряда.
1158. 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.
1183. Маховик, имеющий форму диска массой $m = 48$ кг и радиусом $R = 0,4$ м, может вращаться вокруг горизонтальной оси. К концу нити намотанной на маховик, прикреплен груз массой $m = 0,2$ кг, который удерживается на высоте $R = 0,2$ м от пола. Какую максимальную угловую скорость ω приобретет маховик, если груз отпустить?
1208. Определить глубину водоёма, если газовый пузырёк, поднявшись до поверхности воды со дна, увеличивает свой объём в 3 раза. Атмосферное давление равно 100 кПа, плотность воды равна 1000 кг/м³. Температуру газа внутри пузырька считать постоянной.
1233. Шарик массы m помещен в высокий сосуд с некоторой жидкостью и опущен без толчка. Плотность жидкости в $n = 5$ раз меньше плотности шарика. При движении шарика возникает сила сопротивления среды, пропорциональная скорости движения: $F = -kv$, где $k = 25$ кг/с. Определите зависимость скорости шарика v от времени t .
1258. Период обращения спутника по круговой орбите на небольшой высоте над планетой $T = 105$ мин. Определить среднюю плотность вещества планеты.
1283. Волны распространяются со скоростью 360 м/с при частоте 450 Гц. Чему равна разность фаз двух точек, отстоящих друг от друга на 20 см в направлении распространения волны? Ответ записать в радианах. Записать уравнение бегущей гармонической волны (в СИ). Начальная фаза равна нулю.
2008. Сколько молекул воздуха находится в комнате объемом 240 м³ при температуре 15 °С и давлении 10^5 Па?
2033. Объем молекулы воды равен $1,2 \cdot 10^{-23}$ см³. Какой процент от всего пространства, занятого водой приходится на доли самих молекул воды? Плотность воды равна 1000 кг/м³. Молярная масса равна 18 г/моль.
2058. Определить число N молекул ртути, содержащихся в воздухе объемом $V = 1$ м³ в помещении, зараженном ртутью, при температуре $t = 20$ °С, если давление p насыщенного пара ртути при этой температуре равно $0,13$ Па.
2083. Смесь двух газов состоит из гелия массой $m_1 = 5$ г и водорода массой $m_2 = 2$ г. Найти отношение теплоемкостей C_p / C_v .
2108. При выстреле вертикально вверх свинцовая пуля достигла высоты 1200 м. При падении, ударившись о землю, она нагрелась. Считая, что 50% механической энергии пули пошло на ее нагревание, рассчитать, на сколько повысится ее температура. Сопротивлением воздуха пренебречь.
2133. Для повышения температуры газа массой 20 кг и молярной массой $0,025$ кг/моль на 50 К при постоянном давлении необходимо затратить $0,5$ МДж. Какое количество теплоты следует отнять от этого газа при постоянном объеме, чтобы его температура понизилась на 50 К?
2158. С какой высоты упал без начальной скорости свинцовый шар, если при падении его температура повысилась на 5 К? Считать, что 65% энергии шара пошло на его нагревание. Удельная теплоёмкость свинца равна 130 Дж/(кг·К). Сопротивление воздуха не учитывать.
2183. Водород массой $m = 100$ г был изобарно нагрет так, что объем его увеличился в $n = 3$ раза, затем водород был изохорно охлажден так, что давление его уменьшилось в $n = 3$ раза. Найти изменение ΔS энтропии в ходе указанных процессов.

Вариант 9

1009. Какой должна быть длина ℓ взлетной полосы аэродрома для самолета ИЛ-76, если для взлета этому самолету необходимо иметь скорость $v = 300$ км/ч, а его двигатели могут обеспечить движение по взлетной полосе с ускорением $a = 1,6$ м/с²?

1034. Тело, брошенное под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, упало на землю по прошествии времени $t = 3$ с. Определите высоту подъема и дальность полета тела.

1059. Автомобиль массой 3 т движется равномерно со скоростью 40 км/ч. Определить мощность, развиваемую двигателем автомобиля, если коэффициент трения f колес о дорогу равен 0.06.

1084. 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.

1109. Стальной брус вплотную помещен между каменными неподвижными стенами при 0°C. Найти напряжение материала бруса при 20°C.

1134. В подвешенный на нити длиной $\ell = 1,8$ м деревянный шар массой $m_1 = 8$ кг 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.

1159. Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой $m_1 = 16$ 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 расстояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.

1184. Свободный конец нити, намотанной на катушку массы $m = 4$ кг, закрепляют, а катушку отпускают. Какую скорость приобретает ось катушки, опустившись на расстояние $h = 1,4$ м, если сила натяжения вертикального участка нити $T < mg$? Чему равны в этот момент полная кинетическая энергия и кинетическая энергия вращения катушки вокруг собственной оси? Массой нити и трением пренебречь.

1209. Два сообщающихся сосуда сечениями $0,01$ м² и $0,02$ м² заполнили водой и закрыли лёгкими поршнями. Система находится в равновесии. В этом положении на поршень большого сечения помещают гирию массой 1 кг. Какое количество тепла выделится при переходе системы в новое положение равновесия? Плотность воды 1000 кг/м³.

1234. Цилиндрический сосуд высотой $h = 50$ см и радиусом $R = 10$ см наполнен доверху водой. В дне сосуда открывается отверстие радиусом $r = 1$ мм. Найти время, за которое вода вытечет из сосуда и скорость перемещения уровня воды в сосуде в зависимости от времени. Вязкостью воды пренебречь.

1259. Определить возвращающую силу F в момент времени $t = 0,2$ с и полную энергию E точки массой $m = 20$ г, совершающей гармонические колебания согласно уравнению $x = A \sin \omega t$, где $A = 15$ см, $\omega = 4 \pi$ с⁻¹.

1284. Уравнение волны имеет вид $s = 0,05 \cos (2\pi t - \pi x)$. Определить фазовую скорость волны.

2009. Сколько молекул воздуха находится в 1 см³ сосуда при 10°C, если воздух в сосуде откачан до давления $1,33$ мкПа?

2034. Один баллон объемом $V_1 = 10$ л содержит кислород под давлением $p_1 = 1,5$ МПа, другой баллон объемом $V_2 = 22$ л содержит азот под давлением $p_2 = 0,6$ МПа. Оба баллона были соединены между собой и оба газа смешались, образовав однородную смесь (без изменения температуры). Найти парциальные давления p_1 и p_2 обоих газов в смеси и полное давление p смеси.

2059. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ молекулы газа, заключенного в сосуде объемом $V = 2$ л под давлением $p = 200$ кПа. Масса газа $m = 0,3$ г.

2084. Найти молярные теплоемкости C_v и C_p смеси кислорода массой $m_1 = 2,5$ г и азота массой $m_2 = 1$ г.

2109. При какой скорости свинцовая пуля, ударившись о преграду, плавится? Температура пули до удара 100°C. При ударе 60% механической энергии пули превращается во внутреннюю энергию.

2134. В открытом нагревателе вода с начальной температурой 283 К закипела через 9 мин. Сколько минут должна кипеть вода, чтобы полностью испариться? Удельные теплота парообразования и теплоёмкость воды равны 2100 Дж/г и $4,2$ Дж/(г·К). Испарением с поверхности пренебречь. Атмосферное давление - нормальное.

2159. Паровой молот массой 10 т свободно падает с высоты $2,5$ м на железную болванку массой 200 кг. На нагревание болванки идет 30% количества теплоты, выделенного при ударе. Сколько раз падал молот, если температура болванки поднялась на 20 °C?

2184. Найти массу m воды, вошедшей в стеклянную трубку с диаметром канала $d = 0,8$ мм, и опущенную в воду на малую глубину. Считать смачивание полным.

Вариант 10

1010. Материальная точка при свободном падении за последнюю секунду прошла половину всего пути. Найти время падения.
1035. Какую минимальную скорость под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту нужно сообщить гранате, чтобы перебросить ее через стену высотой $H = 6$ м, если точка бросания находится на высоте $h = 2$ м от поверхности Земли и стена удалена от нее на расстояние $s = 10$ м? Под каким углом φ нужно бросить гранату, сообщив ей наименьшую возможную скорость, чтобы перебросить ее через стену? Чему равна эта скорость?
1060. Железнодорожный состав с локомотивом ТЭП70 и десятью пассажирскими вагонами трогается с места. Дизельный двигатель 2А-5Д49 этого локомотива имеет предельную мощность 4000 л.с. В течение 30 секунд мощность двигателя почти равномерно возрастает до 2000 л.с. и фиксируется на этом уровне. Определить установившуюся скорость состава. Масса локомотива 130 т. Масса пассажирского вагона 40 т. Коэффициент сопротивления движению $f = 0,002$ в расчете на одну колесную пару (на одном вагоне 4 колесные пары).
1085. Блок, имеющий форму диска массой $m = 0,4$ кг, вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массой $m_1 = 0,3$ кг и $m_2 = 0,7$ кг. Определить силы T_1 и T_2 натяжения нити по обе стороны блока и ускорение, с которым движется система.
1110. Стальная проволока длиной 1 м закреплена одним концом так, что может совершать колебания в вертикальной плоскости. К свободному концу проволоки прикреплен груз массой 50 кг. Проволоку с грузом отклоняют на высоту подвеса и отпускают. Определить абсолютное удлинение проволоки в нижней точке траектории при движении груза. Площадь сечения проволоки $0,8$ мм², массой проволоки пренебречь.
1135. Третья ступень ракеты состоит из ракеты-носителя массой 500 кг и головного конуса массой 10 кг. Между ними помещена сжатая пружина. При испытаниях на Земле пружина сообщила конусу скорость $5,1$ м/с по отношению к ракете-носителю. Определить скорости конуса и ракеты, если их отделение произойдет на орбите при движении со скоростью 8 км/с относительно Земли.
1160. Две пружины жесткостью $k_1 = 0,5$ кН/м и $k_2 = 1$ кН/м скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию П данной системы при абсолютной деформации $\Delta l = 4$ см.
1185. Однородная спица длины $l = 20$ см, стоящая на гладкой горизонтальной поверхности, начинает падать из вертикального положения. Определить скорость верхнего конца спицы перед ударом его о поверхность.
1210. Найти максимальную кинетическую энергию тела массой $0,2$ кг, объемом 1 л, всплывающего с большой глубины в воде плотностью 1 г/см³, если сила сопротивления равна $v^3 H$, где v - скорость тела в м/с.
1235. С мостика, переброшенного через канал, по которому течет вода, опущена узкая изогнутая трубка, обращенная открытым концом навстречу течению. Вода в трубке поднимается на высоту $h = 150$ мм над уровнем воды в канале. Определите скорость течения воды.
1260. Определить максимальное ускорение a_{max} материальной точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A = 15$ см, если наибольшая скорость точки $v_{max} = 30$ см/с. Написать также уравнение колебаний.
1285. Один камертон – источник звуковых волн – помещен перед ухом наблюдателя, а другой такой же – на расстоянии $47,5$ см от первого камертона. При этом наблюдатель не слышит звука. Определить частоту колебаний камертона.
2010. В озере на глубине 100 м при температуре 8°C находится в равновесии шар массой 40 г, наполненный воздухом. Найти массу воздуха внутри шара, если атмосферное давление $99,7$ кПа. Шар считать тонкостенным, изготовленным из резины.
2035. Смесь водорода и азота общей массой $m = 290$ г при температуре $T = 600$ К и давлении $p = 2,46$ МПа занимает объем $V = 30$ л. Определить массу m_1 водорода и массу m_2 азота.
2060. Водород находится при температуре $T = 300$ К. Найти среднюю кинетическую энергию $\langle \omega_{вр} \rangle$ вращательного движения одной молекулы, а также суммарную кинетическую энергию E_k всех молекул этого газа; количество вещества водорода $\nu = 0,5$ моль.
2085. Смесь газов состоит из хлора и криптона, взятых при одинаковых условиях и в равных объемах. Определить удельную теплоемкость c_p смеси.
2110. Сани массой 6 кг скатываются с горы, образующей с горизонтом угол 30° . Пройдя по склону горы 50 м, сани достигают скорости $4,5$ м/с. Определить количество теплоты, выделенное при трении полозьев о снег.
2135. На электроплите нагревают воду. Оказалось, что при нагревании её от 10°C до кипения потребовалось 18 мин, а на превращение $0,21$ её массы в пар – 23 мин. Определить удельную теплоту парообразования воды, удельная теплоёмкость воды $4,2$ кДж/(кг·К).
2160. Для нагревания $0,8$ кг газа на 4 К при постоянном давлении требуется количество теплоты, равное $1,66$ кДж, а для нагревания при постоянном объёме – $0,83$ кДж. Определить молярную массу газа.
2185. 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.

Вариант 11

1011. Тело, брошенное с поверхности Земли вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с , дважды побывало на высоте 40 м . Какой промежуток времени разделяет эти два события?
1036. Камень бросают горизонтально с горы, уклон которой равен $\alpha = 15^\circ$. Определить, с какой скоростью v_0 был брошен камень, если он упал на склон на расстоянии $\ell = 20 \text{ м}$ от точки бросания.
1061. До начала торможения автомобиль имел скорость 60 км/ч . После начала торможения автомобиль двигался прямолинейно с непостоянным ускорением и остановился спустя 3 с . За это время он прошел путь 20 м . Определите среднюю угловую скорость и среднее угловое ускорение вращения колеса автомобиля за время торможения. Радиус колеса 23 см .
1086. На шкив маховика в виде диска диаметром $D = 75 \text{ см}$ и массой $m = 40 \text{ кг}$ намотан шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 2 \text{ кг}$. Определить угловое ускорение ϵ и частоту вращения n маховика через время $t = 10 \text{ с}$ после начала движения, если радиус r шкива равен 12 см . Силой трения пренебречь.
1111. При какой наименьшей длине свинцовая проволока оборвется от собственной силы тяжести, если разрыв произойдет вблизи точки подвеса?
1136. Змея, лежащая на горизонтальной поверхности, начинает подниматься вертикально вверх со скоростью $0,5 \text{ м/с}$. Масса змеи 4 кг , длина 1 м . С какой силой змея будет давить на горизонтальную поверхность во время подъема?
1161. Какую нужно совершить работу A , чтобы пружину жесткостью $k = 800 \text{ Н/м}$, сжатую на $\Delta \ell = 6 \text{ см}$, дополнительно сжать на $\Delta x = 8 \text{ см}$? Какую силу надо приложить для дополнительного сжатия?
1186. На гладком полу стоит сосуд, заполненный водой плотности $\rho_0 = 10^3 \text{ кг/м}^3$, объем воды $V_0 = 10 \text{ л}$. Оказавшейся на дне сосуда жук объема $V = 9 \text{ см}^3$ и плотности $\rho = 2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ через некоторое время начинает ползти по дну сосуда со скоростью $u = 2 \text{ см/с}$ относительно него. С какой скоростью станет двигаться сосуд по полу? Массой сосуда пренебречь, уровень воды всё время остается горизонтальным.
1211. Какая работа совершается при подъёме груза массой $1,5 \text{ т}$ с помощью гидравлического пресса, если при этом малый поршень переместился на 40 см и его площадь в 20 раз меньше площади большого поршня?
1236. Однородный шар массы $m = 0,5 \text{ кг}$ и радиуса $R = 6 \text{ см}$ плавает, частично погруженный в воду. Высота подводной части шара равна $h = 8 \text{ см}$. Какую работу нужно совершить, чтобы погрузить шар целиком в воду?
1261. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых $x = A \sin \omega t$, где $A = 5 \text{ см}$; $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. В момент, когда на точку действовала возвращающая сила $F = +5 \text{ мН}$, точка обладала потенциальной энергией $\Pi = 0,1 \text{ мДж}$. Найти этот момент времени t и соответствующую фазу ϕ колебаний.
1286. Определить максимальное и минимальное значения длины λ звуковых волн, воспринимаемых человеческим ухом, соответствующие граничным частотам $\nu_1 = 16 \text{ Гц}$ и $\nu_2 = 20 \text{ кГц}$. Скорость звука принять равной 340 м/с .
2011. Определит концентрацию n молекул кислорода, находящегося в сосуде объемом $V = 2 \text{ л}$. Количество вещества ν кислорода равно $0,2 \text{ моль}$.
2036. В сосуде находятся 14 г азота и 9 г водорода при температуре $t = 10^\circ \text{C}$ и давлении $p = 1 \text{ МПа}$. Найти молекулярную массу смеси и объем сосуда.
2061. При какой температуре средняя кинетическая энергия $\langle \epsilon_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения одной молекулы идеального газа равна $4,14 \times 10^{-21} \text{ Дж}$?
2086. Масса m каждой из пылинок, взвешенных в воздухе, равна 1 мг . Отношение концентрации n_1 пылинок на высоте $h_1 = 1 \text{ м}$ к концентрации n_0 их на высоте $h_0 = 0 \text{ м}$ равно $0,787$. Температура воздуха $T = 300 \text{ К}$. Найти по этим данным значение постоянной Авогадро N_A .
2111. Двигатель расходует 25 кг бензина в час и охлаждается водой, разность температур которой при входе в охлаждающее устройство и выходе из него 15 К . Определить секундный расход воды, если на ее нагревание затрачивается 30% энергии, выделившейся при сгорании бензина.
2136. Газ, состоящий из смеси $0,5 \text{ г}$ водорода и $1,4 \text{ г}$ гелия, при изобарическом расширении совершил работу 2988 Дж . Во сколько раз увеличился объем газа, если начальная температура смеси 300 К ? Молярные массы водорода и гелия равны 2 г/моль и 4 г/моль соответственно.
2161. В электрическом чайнике, мощность которого 600 Вт , можно вскипятить $1,5 \text{ л}$ воды за 20 мин при начальной температуре воды 20°C . Определите КПД чайника. Удельная теплоемкость воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$. Плотность воды 1000 кг/м^3 .
2186. Какая энергия E выделится при слиянии двух капель ртути диаметром $d_1 = 0,8 \text{ мм}$ и $d_2 = 1,2 \text{ мм}$ в одну каплю?

Вариант 12

1012. Маленький шарик, движущийся со скоростью 7 м/с , проваливается в щель шириной 2 м и глубиной 5 м . Начальная скорость шарика перпендикулярна стенкам щели, удар шарика о вертикальные стенки упругий. Определите число ударов шарика о стенки.
1037. На каком расстоянии от трубы ТЭЦ-2 города Волжского упадет камень, брошенный горизонтально с верхнего балкона этой трубы ($H = 82 \text{ м}$), если в момент броска скорость камня 20 м/с . Найти время полета камня.
1062. Чаша в форме полусферы радиусом $0,8 \text{ м}$ вращается с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси. Вместе с чашей вращается шарик, лежащий на её внутренней поверхности на расстоянии радиуса сферы от нижней точки чаши. Определить угловую скорость вращения чаши.
1087. Шарик массой $0,1 \text{ кг}$ подвешен на нерастяжимой и невесомой нити. Нить с шариком отклонили от вертикали на угол 60° и отпустили. Определить модуль силы натяжения нити при прохождении шариком положения равновесия.
1112. Медная проволока диаметром 1 мм разрывается при нагрузке $188,4 \text{ Н}$. Найти предел прочности меди при растяжении.
1137. Тело начинает двигаться вверх по наклонной плоскости со скоростью 10 м/с . На высоте 1 м оно упруго ударяется о преграду. Определить скорость тела в момент, когда оно вновь окажется у основания наклонной плоскости. Угол наклона плоскости к горизонту 30° , коэффициент трения равен $0,3$.
1162. Если на верхний конец вертикально расположенной спиральной пружины положить груз, то пружина сожмется на $\Delta \ell = 3 \text{ мм}$. На сколько сожмет пружину тот же груз, упавший на конец пружины с высоты $h = 8 \text{ см}$?
1187. В цилиндрический сосуд налиты равные массы ртути и воды. Общая высота двух слоев жидкостей $29,2 \text{ см}$. Определить давление жидкостей на дно сосуда.
1212. В очень узкую мензурку налита вода до уровня 10 см . Когда мензурку отклонили на некоторый угол от вертикали, давление воды на дно мензурки уменьшилось в 2 раза. Определить в градусах угол отклонения мензурки от вертикали.
1237. Бревно, имеющее длину $\ell = 3,5 \text{ м}$ и диаметр $d = 0,3 \text{ м}$, плавает в воде. Определите массу человека, который может стоять на бревне, не замочив ног. Плотность дерева $\rho = 0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$.
1262. Определить период T колебаний стержня длиной $\ell = 30 \text{ см}$ около оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец.
1287. Найти скорость v звука в воздухе при температурах $T_1 = 290 \text{ К}$ и $T_2 = 350 \text{ К}$.
2012. Определить количество вещества ν водорода, заполняющего сосуд объемом $V = 3 \text{ л}$, если концентрация молекул газа в сосуде $n = 2 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$.
2037. В баллоне объемом $V = 22,4 \text{ л}$ находится водород при нормальных условиях. После того как в баллон было дополнительно введено некоторое количество гелия, давление в баллоне возросло до $p = 0,25 \text{ МПа}$, а температура не изменилась. Определить массу m гелия, введенного в баллон.
2062. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса m каждой пылинки равна $6 \cdot 10^{-10} \text{ г}$. Газ находится при температуре $T = 400 \text{ К}$. Определить средние квадратичные скорости $\langle v_{\text{кв}} \rangle$, а также средние кинетические $\langle \omega_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения молекулы азота и пылинки.
2087. На какой высоте h над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
2112. Бутылка ёмкостью $0,5 \text{ л}$ выдерживает избыточное давление 148 кПа . Какую максимальную массу в граммах твёрдого углекислого газа можно запечатать в бутылке, чтобы она не взорвалась при 300 К ? Атмосферное давление 101 кПа , молярная масса углекислого газа $4,4 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}$. Объёмом твёрдого углекислого газа пренебречь.
2137. Кислород массой $m = 200 \text{ г}$ занимает объем $V_1 = 100 \text{ л}$ и находится под давлением $p_1 = 200 \text{ кПа}$. При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема $V_2 = 300 \text{ л}$, а затем его давление возросло до $p_3 = 500 \text{ кПа}$ при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии ΔU газа, совершенную им работу A и теплоту Q , переданную газу. Построить график процесса.
2162. Определить в процентах КПД газовой горелки, если в ней используется газ, удельная теплота сгорания которого 36 МДж/м^3 , а на нагревание чайника с 3 кг воды от 10°С до кипения было израсходовано 60 л газа. Теплоёмкость чайника $2,4 \text{ кДж/К}$, удельная теплоёмкость воды $4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$, плотность газа – 1 кг/м^3 .
2187. Определить давление p внутри воздушного пузырька диаметром $d = 4 \text{ мм}$, находящегося в воде у самой ее поверхности. Атмосферное давление считать нормальным.

Вариант 13

1013. Тело брошено с поверхности Земли вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с . Когда тело достигло наибольшей высоты, из того же начального пункта с той же начальной скоростью бросили второе тело. Сколько секунд двигалось первое тело до встречи со вторым?

1038. Лодка пересекает реку с постоянной относительно воды, перпендикулярной к берегам скоростью $v = 0,3 \text{ м/с}$.

Ширина реки равна $b = 63 \text{ м}$. Скорость течения изменяется по параболическому закону $u(x) = u_0 - 4 \cdot \frac{u_0}{b^2} \cdot \left(x - \frac{b}{2}\right)^2$, где

x - расстояние от берега; $u_0 = 5 \text{ м/с}$. Определить снос s лодки вниз по течению от пункта ее отправления до места причаливания на противоположном берегу реки.

1063. Поезд движется по закруглению радиусом 800 м со скоростью 72 км/ч . Определить, на сколько при этом внешний рельс должен быть выше внутреннего. Расстояние между рельсами по горизонтали принять равным $1,5 \text{ м}$.

1088. Камень массой $m = 1 \text{ кг}$ падает с высоты $H = 240 \text{ м}$ и углубляется в песок на глубину $\ell = 0,2 \text{ м}$. Определить среднюю силу сопротивления со стороны песка, если начальная скорость падения $v_0 = 14 \text{ м/с}$. Сопротивление воздуха не учитывать.

1113. Железная проволока при 30°C натянута горизонтально и закреплена концами между неподвижными опорами. С какой силой будет действовать проволока на точки закрепления при понижении температуры до -10°C . Площадь сечения проволоки 2 мм^2 .

1138. По небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой $m_1 = 300 \text{ кг}$, ударяет молот массой $m_2 = 8 \text{ кг}$. Определить к.п.д. η удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию, прошедшую на деформацию куска железа.

1163. Легкая пружина жесткостью $k = 800 \text{ Н/м}$ и длины $\ell = 30 \text{ мм}$ стоит вертикально на столе. С высоты $H = 50 \text{ см}$ на нее падает небольшой шарик массы $m = 50 \text{ г}$. Какую максимальную скорость будет иметь шарик при своем движении вниз? Трением пренебречь.

1188. В два колена U-образной трубки налиты вода и масло, разделенные ртутью. Поверхности раздела ртути и жидкостей в обоих коленах находятся на одной высоте. Определить высоту столба воды, если высота столба масла 20 см .

1213. Однородный цилиндр подвесили на упругой пружине и полностью погрузили в воду с плотностью 1000 кг/м^3 . Определить плотность вещества цилиндра, если растяжение пружины в воде в $1,5$ раза меньше, чем в воздухе. Плотностью воздуха пренебречь.

1238. Определите атмосферное давление на высоте 10 км , если атмосферное давление на поверхности Земли 760 мм.рт.ст. Молярную массу воздуха принять равной 29 г/моль .

1263. Определить частоту ν гармонических колебаний диска радиусом $R = 20 \text{ см}$ около горизонтальной оси, проходящей через середину радиуса диска перпендикулярно его плоскости.

1288. Наблюдатель, находящийся на расстоянии $\ell = 800 \text{ м}$ от источника звука, слышит звук, пришедший по воздуху, на $\Delta t = 1,78 \text{ с}$ позднее, чем звук, пришедший по воде. Найти скорость v звука в воде, если температура T воздуха равна 350 К .

2013. В баллоне объемом $V = 3 \text{ л}$ содержится кислород массой $m = 10 \text{ г}$. Определить концентрацию n молекул газа.

2038. Смесь состоит из водорода с массовой долей $\omega_1 = 1/9$ и кислорода с массовой долей $\omega_2 = 8/9$. Найти плотность ρ такой смеси газов при температуре $T = 300 \text{ К}$ и давлении $p = 0,2 \text{ МПа}$.

2063. Найти среднюю квадратичную $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ среднюю арифметическую $\langle v \rangle$ и наиболее вероятную $v_{\text{в}}$ скорости молекул водорода. Вычисления выполнить для трех значений температуры: 1) $T = 20 \text{ К}$; 2) $T = 300 \text{ К}$; 3) $T = 5 \text{ кК}$.

2088. Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление $p = 90 \text{ кПа}$. На какой высоте h летит вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление $p_0 = 100 \text{ Па}$? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

2113. Открытый цилиндрический сосуд сечением 1 см^2 плотно прикрывают пластиной массой $1,5 \text{ кг}$. На сколько градусов нужно нагреть воздух в сосуде, чтобы он приподнял пластину? Атмосферное давление равно 100 кПа , температура окружающего воздуха 300 К .

2138. Азот массой $m = 5 \text{ кг}$, нагретый на $\Delta T = 150 \text{ К}$, сохранил неизменный объем V . Найти: 1) количество теплоты Q , сообщенное газу; 2) изменение ΔU внутренней энергии; 3) совершенную газом работу A .

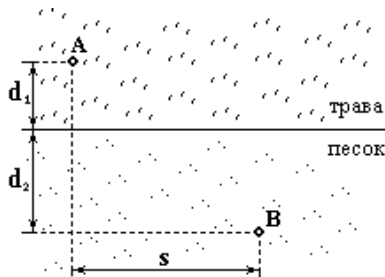
2163. Мощность двигателя автомобиля при скорости 20 м/с равна 40 кВт . Определить расход бензина на 100 км пути при этой скорости, если КПД двигателя равен 50% . Удельная теплота сгорания бензина равна $5 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$.

2188. Пространство между двумя стеклянными параллельными пластинками с площадью поверхности $S = 100 \text{ см}^2$ каждая, расположенными на расстоянии $\ell = 20 \text{ мкм}$ друг от друга, заполнено водой. Определить силу F , прижимающую пластинки друг к другу. Считать мениск вогнутым с диаметром d , равным расстоянию между пластинками.

Вариант 14

1014. Из одного положения вертикально вверх брошены друг за другом с одинаковой начальной скоростью два шарика. Второй шарик брошен в момент достижения первым максимальной высоты, равной 10 м. На какой высоте они встретятся?

1039. Пешеходу нужно попасть из пункта А в пункт В за самое короткое время. По траве пешеход может идти со скоростью 3 км/ч, по песку - со скоростью 2 км/ч. Определите форму его оптимальной траектории движения. На схеме: $d_1 = 2$ км, $d_2 = 3$ км, $s = 5$ км.



1064. Самолёт делает "мёртвую петлю" с радиусом 100 м и движется по окружности со скоростью 270 км/ч. Определите силу давления лётчика массой 80 кг на сидение самолёта в нижней точке петли.

1089. Камень массы $m = 0,1$ кг бросили с поверхности Земли под углом $\beta = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти мощность силы тяжести через $t = 1,5$ с после начала движения.

1114. Медный стержень 1 м равномерно вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через её конец. При какой угловой скорости вращения стержень разорвется? Предел прочности меди $\sigma_{пр} = 235$ МПа.

1139. 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.

1164. Невесомая пружина жесткости $k = 500$ Н/м и длины $\ell = 50$ мм укрепена в вертикальном положении на столе. С высоты $H = 50$ см над столом на нее падает свободно с начальной скоростью $v_0 = 150$ мм/с небольшой шарик массы $m = 80$ г. Найти максимальный импульс шарика p_{max} при его движении вниз.

1189. Какова должна быть высота цилиндрического сосуда радиусом 5 см, заполненного водой, чтобы сила давления воды на дно сосуда была равна силе ее давления на боковую поверхность?

1214. Определить плотность газа, наполняющего невесомую оболочку воздушного шара объемом 40 м³, если шар с грузом 200 Н висит неподвижно. Плотность воздуха равна $1,5$ г/м³. Объемом груза пренебречь.

1239. Определить напряженность G гравитационного поля на высоте $H = 1000$ км над поверхностью Земли. Считать известными ускорение g свободного падения у поверхности Земли и ее радиус R .

1264. Определить период T гармонических колебаний диска радиусом $R = 40$ см около горизонтальной оси, проходящей через образующую диска. 1289. Температура T воздуха у поверхности Земли равна 300 К; при увеличении высоты она понижается на $\Delta T = 7$ мК на каждый метр высоты. За какое время звук, распространяясь, достигнет высоты $h = 8$ км?

2014. В двух одинаковых по вместимости сосудах находятся разные газы: в первом – водород, во втором – кислород. Найти отношение n_1/n_2 концентраций газов, если массы газов одинаковы.

2039. Смесь кислорода и азота находится в сосуде под давлением $p = 1,2$ МПа. Определить парциальные давления p_1 и p_2 газов, если массовая доля ω кислорода в смеси равна 20%.

2064. Колба вместимостью $V = 4$ л содержит некоторый газ массой $m = 0,6$ г под давлением $p = 200$ кПа. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{кв} \rangle$ молекул газа.

2089. В центрифуге находится некоторый газ при температуре $T = 271$ К. Ротор центрифуги радиусом $a = 0,4$ м вращается с угловой скоростью $\omega = 500$ рад/с. Определить относительную молекулярную массу M_r газа, если давление p у стенки ротора в 2,1 раза больше давления p_0 в его центре.

2114. Камеру футбольного мяча объемом 2,5 л накачивают воздухом с помощью насоса, забирающего при каждом качании 0,15 л воздуха при давлении 100 кПа. Определить давление в камере после 50 качаний, если сначала она была пустой. Температура постоянна.

2139. Кислород массой $m = 2$ кг занимает объем $V_1 = 1$ м³ и находится под давлением $p_1 = 0,2$ МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема $V_2 = 3$ м³, а затем при постоянном объеме до давления $p_2 = 0,5$ МПа. Найти: 1) изменение внутренней энергии ΔU газа; 2) совершенную им работу A ; 3) количество теплоты Q , переданное газу. Построить график процесса.

2164. Трактор развивает мощность 60 кВт, причем расходует в час 18 кг дизельного топлива. Определить в процентах КПД двигателя трактора, если удельная теплота сгорания топлива равна 40 МДж/кг.

2189. Глицерин поднялся в капиллярной трубке диаметром канала $d = 1$ мм на высоту $h = 20$ мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения α глицерина. Считать смачивание полным.

Вариант 15

1015. Из одного положения вертикально вверх брошены друг за другом с одинаковой начальной скоростью два шарика. Второй шарик брошен в момент достижения первым максимальной высоты, равной 10 м. На какой высоте они встретятся?
1040. На каком расстоянии от трубы ТЭЦ-2 города Волжского упадет камень, брошенный горизонтально с верхнего балкона этой трубы ($H = 82$ м), если в момент броска скорость камня 20 м/с. Найти время полета камня.
1065. На горизонтальной платформе укреплен вертикальный стержень. К верхнему концу стержня привязана нить, на которой висит шарик. При вращении платформы шарик отклоняется на угол $\alpha = 30^\circ$. Длина нити $\ell = 1$ м, расстояние от основания стержня до оси вращения $r = 0,3$ м. Найти угловую скорость вращения платформы ω .
1090. Пуля массы $m = 30$ г пробивает кубик массы $M = 0,3$ кг, лежащий на горизонтальном столе, и при этом ее скорость уменьшается вдвое. Определить начальную скорость пули, если кубик продвинулся по столу на расстояние равное $s = 0,05$ м. Коэффициент трения кубика о поверхность стола равен $f = 0,3$.
1115. Найти работу, совершенную при растяжении стальной проволоки длиной 1 м и радиусом 1 мм, если к ней подвесили груз массой 100 кг.
1140. Определить к.п.д. η неупругого удара бойка массой $m = 0,5$ т, падающего на сваю массой $m = 120$ кг. Полезной считать энергию, пошедшую на углубление сваи.
1165. Из духового ружья стреляют в спичечный коробок, лежащий на расстоянии $\ell = 30$ см от края стола. Пуля массой $m = 1$ г, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 150$ м/с, пробивает коробок и вылетает из него со скоростью $\frac{1}{2}v_0$. Масса коробка 50 г. При каких значениях коэффициента трения f между коробком и столом коробок упадет со стола?
1190. Динамометр, к которому подвешен кусок сплава, состоящего из меди и серебра, показывает в воздухе 2,41 Н, в воде 2,71 Н. Определить массу меди и серебра в этом куске. Выталкивающей силой воздуха пренебречь.
1215. Тело плавает на границе раздела двух жидкостей. Плотность нижней жидкости 1200 кг/м³, плотность верхней жидкости 800 кг/м³, плотность тела 900 кг/м³. Какая часть объема тела погружена в нижнюю жидкость?
1240. Определить напряженность G гравитационного поля на высоте $H = 1000$ км над поверхностью Земли. Считать известными ускорение g свободного падения у поверхности Земли и ее радиус R .
1265. На стержне длиной $\ell = 30$ см укреплены два одинаковых грузика: один - в середине стержня, другой - на одном из его концов. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину L и период T гармонических колебаний. Массой стержня пренебречь.
1290. Мимо неподвижного электровоза, гудок которого дает сигнал частотой $\nu_0 = 300$ Гц, проезжает поезд со скоростью $u = 40$ м/с. Какова кажущаяся частота ν тона для пассажира, когда поезд приближается к электровозу? когда удаляется от него?
2015. Газ массой $m = 58,5$ г находится в сосуде вместимостью $V = 5$ л. Концентрация n молекул газа равна $2,2 \cdot 10^{26}$ м⁻³. Какой это газ?
2040. В сосуде объемом $V = 10$ л при температуре $T = 450$ К находится смесь азота массой $m_1 = 5$ г и водорода массой $m_2 = 2$ г. Определить давление p смеси.
2065. Колба вместимостью $V = 4$ л содержит некоторый газ массой $m = 0,6$ г под давлением $p = 200$ кПа. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ молекул газа.
2090. В центрифуге находится некоторый газ при температуре $T = 271$ К. Ротор центрифуги радиусом $a = 0,4$ м вращается с угловой скоростью $\omega = 500$ рад/с. Определить относительную молекулярную массу M_r газа, если давление p у стенки ротора в 2,1 раза больше давления p_0 в его центре.
2115. В вертикальном цилиндре под легкоподвижным незакрепленным поршнем сечением 256 см² и массой $1,5$ кг находится 300 см³ газа. На поршень поставили гирю, и он сжал газ до объема 212 см³. Найти массу гири. Атмосферное давление равно 100 кПа. Температура постоянна.
2140. В цилиндре под поршнем находится азот массой $m = 0,6$ кг, занимающий объем $V_1 = 1,2$ м³ при температуре $T = 560$ К. В результате подвода теплоты газ расширился и занял объем $V_2 = 4,2$ м³, причем температура осталась неизменной. Найти: 1) изменение ΔU внутренней энергии газа; 2) совершенную им работу A ; 3) количество теплоты Q , сообщенное газу.
2165. В идеальной тепловой машине рабочим веществом является пар с начальной температурой 710 К. Температура отработанного пара 350 К. Определить среднюю полезную мощность машины, если от нагревателя поступает в среднем 142 кДж теплоты в минуту.
2190. На сколько давление p воздуха внутри мыльного пузыря больше нормального атмосферного давления p_0 , если диаметр пузыря $d = 5$ мм?

Вариант 16

1016. Мяч, брошенный вертикально вверх, упал на землю через 8 с. Какой путь прошёл мяч за последнюю секунду подъёма?
1041. На гладком горизонтальном столе лежит брусок массой 2 кг, на котором находится брусок массой 1 кг. Оба бруска соединены лёгкой нитью, перекинутой через невесомый блок. Какую силу нужно приложить к нижнему бруску, чтобы он начал двигаться от блока с постоянным ускорением, равным $g/2$? Коэффициент трения между брусками 0,5. Коэффициент трения между нижним бруском и столом 0,1.
1066. На горизонтальной платформе укреплен вертикальный стержень. К верхнему концу стержня привязана нить, на которой висит шарик. При вращении платформы шарик отклоняется на угол $\alpha = 30^\circ$. Длина нити $\ell = 1$ м, расстояние от основания стержня до оси вращения $r = 0,3$ м. Найти угловую скорость вращения платформы ω .
1091. Веревка длины $\ell = 1$ м наполовину свешивается со стола и начинает скользить с него без начальной скорости. Определить скорость веревки в момент соскальзывания со стола ее конца. Коэффициент трения веревки о стол $f = 0,1$.
1116. К стальному стержню длиной $\ell = 3$ м и диаметром $d = 2$ см подвешен груз массой $m = 2,5 \cdot 10^3$ кг. Определить напряжение σ в стержне, относительное ϵ и абсолютное x удлинения стержня.
1141. 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. Считая удар прямым, центральным, а шары однородными, абсолютно упругими, найти их скорости u_1 и u_2 после удара.
1166. Из пружинного пистолета с жесткостью пружины $k = 50$ 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.
1191. Полый железный шар взвешивают в воздухе и керосине. Показания динамометра соответственно равны 2,59 и 2,16 Н. Определить объем внутренней полости шара. Выталкивающей силой воздуха пренебречь.
1216. Оловянный слиток массой 925 кг погружен в воду. Сколько кг олова следует удалить, чтобы образовавшаяся внутри слитка полость обеспечила ему состояние безразличного равновесия в воде? Плотность олова 7400 кг/м³, воды – 1000 кг/м³.
1241. Подлетев к неизвестной планете, космонавты придали своему кораблю горизонтальную скорость 11 км/с. Эта скорость обеспечила полет корабля по круговой орбите радиусом 9100 км. Каково ускорение свободного падения у поверхности планеты, если ее радиус 8900 км?
1266. Тонкий обруч радиусом $R = 1$ м повесили на вбитый в стену гвоздь. Найти период малых колебаний обруча. Проскальзывания нет.
1291. Мимо железнодорожной платформы проходит электропоезд. Наблюдатель, стоящий на платформе, слышит звук сирены поезда. Когда поезд приближается, кажущаяся частота звука $\nu_1 = 1100$ Гц; когда удаляется, кажущаяся частота $\nu_2 = 900$ Гц. Найти скорость и электровоза и частоту звука, издаваемого сиреной.
2016. В баллоне вместимостью $V = 2$ л находится кислород массой $m = 1,17$ г. Концентрация n молекул в сосуде равна $1,1 \cdot 10^{25}$ м⁻³. Определить по этим данным постоянную Авогадро N_A .
2041. Смесь азота с массовой долей $g_1 = 87,5\%$ и водорода с массовой долей $g_2 = 12,5\%$ находится в сосуде с объемом $V = 3$ л под давлением $p = 540$ кПа. Определить давление p смеси, если масса m смеси равна 8 г.
2066. На сколько кДж уменьшится потенциальная энергия взаимодействия между молекулами при конденсации 2 кг водяного пара? Удельная теплота парообразования равна 2160 кДж/кг. Температура конденсации равна температуре кипения воды.
2091. Найти относительное число ω молекул идеального газа, кинетические энергии которых отличаются от наиболее вероятного значения ϵ_v энергии не более чем на 1 %.
2116. На сколько градусов можно нагреть баллон, рассчитанный на 15 МПа, если при 300 К его предварительно накачали до 12,5 МПа?
2141. При адиабатном расширении кислорода с начальной температурой $T_1 = 320$ К внутренняя энергия уменьшилась на $\Delta U = 8,4$ кДж, а его объем увеличился в $n = 10$ раз. Определить массу m кислорода.
2166. Определить работу A_2 изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, к.п.д. которого $\eta = 0,4$, если работа изотермического расширения равна $A_1 = 8$ Дж.
2191. На сколько давление p воздуха внутри мыльного пузыря больше нормального атмосферного давления p_0 , если диаметр пузыря $d = 5$ мм?

Вариант 17

1017. Шарик свободно падает по вертикали на наклонную плоскость. Пролетев расстояние 1 м , он упруго отражается и второй раз падает на ту же плоскость. Найти расстояние между первым и вторым ударами шарика о плоскость, если последняя составляет с горизонтом угол 30° .
1042. Небольшое тело скользит с вершины сферы вниз. На какой высоте от вершины тело оторвётся от поверхности сферы? Радиус сферы 21 см , трение отсутствует.
1067. Ведерко с водой вращают в вертикальной плоскости на веревке длиной $0,5\text{ м}$. С какой наименьшей скоростью нужно его вращать, чтобы при прохождении через верхнюю точку удерживать воду в ведерке?
1092. Конькобежец, разогнавшись до скорости $v_0 = 10\text{ м/с}$, въезжает на ледяную гору. На какую высоту от начального уровня въедет конькобежец, если склон горы составляет угол $\alpha = 20^\circ$ с горизонтом и коэффициент трения коньков о лед $f = 0,05$?
1117. Проволока длиной $\ell = 2\text{ м}$ и диаметром $d = 1\text{ мм}$ натянута практически горизонтально. Когда к середине проволоки подвесили груз массой $m = 1\text{ кг}$, проволока растянулась настолько, что точка подвеса опустилась на $h = 4\text{ см}$. Определить модуль Юнга E материала проволоки.
1142. Лодка длиной $\ell = 3\text{ м}$ и массой $m = 120\text{ кг}$ стоит на спокойной воде. На носу и корме находятся два рыбака массами $m_1 = 60\text{ кг}$ и $m_2 = 90\text{ кг}$. На сколько сдвинется лодка относительно воды, если, рыбаки пройдут по лодке и поменяются местами?
1167. Невесомая пружина жёсткостью 1000 Н/м , сжатая на $0,04\text{ м}$, толкает в горизонтальном направлении тело массой $0,01\text{ кг}$. Какое количество механической энергии перейдёт в теплоту за время действия пружины на тело, если модуль скорости тела возрос от 0 до 12 м/с ?
1192. Тонкая деревянная палочка длиной 20 см закреплена шарнирно на одном конце и опущена свободным концом в воду. Какая часть длины палочки будет находиться в воде при равновесии?
1217. Тело объёмом 4 л и плотностью 5 г/см^3 на $3/4$ своего объёма погружено в воду. Определить силу, с которой тело давит на дно сосуда. Плотность воды 1000 кг/см^3 .
1242. Спутник вращается по круговой орбите вокруг Земли на высоте $h = 3200\text{ км}$. В какой пропорции сообщенная ему при запуске энергия поделится между потенциальной и кинетической энергиями?
1267. Однородный цилиндр радиусом $r = 0,5\text{ м}$ катается по внутренней поверхности цилиндра радиусом $R = 2\text{ м}$. Найти период малых колебаний. Проскальзывания нет.
1292. Поезд движется со скоростью $u = 120\text{ км/ч}$. Он даёт свисток длительностью $\tau_0 = 5\text{ с}$. Какова будет кажущаяся продолжительность τ свистка для неподвижного наблюдателя, если: 1) поезд приближается к нему; 2) удаляется? Принять скорость звука равной 348 м/с .
2017. При нагревании идеального газа на $\Delta T = 1\text{ К}$ при постоянном давлении объём его увеличился на $1/350$ первоначального объёма. Найти начальную температуру T газа.
2042. Оценить число ударов молекул воздуха в 1 секунду, приходящихся на 1 см^2 стены комнаты при нормальных условиях.
2067. В ходе некоторого процесса давление и объём газа изменяются таким образом, что $pV^3 = \text{const}$. Во сколько раз уменьшится внутренняя энергия идеального одноатомного газа при увеличении объёма вдвое? Масса газа постоянна.
2092. Определить долю ω молекул, энергия которых заключена в пределах от $\varepsilon_1 = 0$ до $\varepsilon_2 = 0,011\text{ кТ}$.
2117. Сколько баллонов газа объёмом 5 л , давлением 500 кПа , необходимо подсоединить к оболочке аэростата объёмом $0,5\text{ м}^3$, чтобы наполнить её до давления 100 кПа , равного атмосферному? Температура постоянна.
2142. При адиабатном сжатии кислорода массой $m = 20\text{ г}$ его внутренняя энергия увеличилась на $\Delta U = 8\text{ кДж}$ и температура повысилась до $T_2 = 900\text{ К}$. Найти: 1) повышение температуры ΔT , 2) конечное давление газа p_2 , если начальное давление $p_1 = 200\text{ кПа}$.
2167. В баллоне содержится очищенный неизвестный газ. Чтобы поднять температуру 1 кг этого газа на 1°С при постоянном давлении требуется $958,4\text{ Дж}$, а при постоянном объёме $704,6\text{ Дж}$. Что это за газ?
2192. Тонкое алюминиевое кольцо радиусом $7,8\text{ см}$ прикасается с мыльным раствором. Каким усилием можно оторвать кольцо от раствора? Температуру раствора считать комнатной. Масса кольца 7 г .

Вариант 18

1018. Тело брошено с обрыва под углом 30° к горизонту со скоростью 10 м/с . Высота обрыва равна 20 м . Определить модуль вектора перемещения тела за время падения.
1043. Два тела, массы которых равны 245 г , подвешены на концах нити, перекинутой через невесомый блок. Какую массу должен иметь грузик, положенный на одно из тел, чтобы каждое из них прошло путь 160 см за 4 с ?
1068. Конькобежец движется со скоростью 12 м/с по окружности радиусом 50 м . Под каким углом к горизонту он должен наклониться, чтобы сохранить равновесие?
1093. Скатываясь под уклон ($\alpha = 6^\circ$), автомобиль массы $m = 10^3 \text{ кг}$ разгоняется при выключенном двигателе до максимальной скорости $v = 72 \text{ км/ч}$, после чего движение становится равномерным. Какую мощность развивает двигатель автомобиля при подъеме с такой же скоростью и по той же дороге вверх?
1118. Нижнее основание железной тумбы, имеющей форму цилиндра диаметром $d = 20 \text{ см}$ и высотой $h = 20 \text{ см}$, закреплено неподвижно. На верхнее основание тумбы действует горизонтальная сила $F = 20 \text{ кН}$. Найти: 1) тангенциальное напряжение τ в материале тумбы; 2) относительную деформацию γ (угол сдвига); 3) смещение Δx верхнего основания тумбы.
1143. Плот массой $m_1 = 150 \text{ кг}$ и длиной $\ell = 2 \text{ м}$ плавает на воде. На плоту находится человек, масса которого $m_2 = 80 \text{ кг}$. С какой наименьшей скоростью v , и под каким углом α к плоскости горизонта должен прыгнуть человек вдоль плота, чтобы попасть на его противоположный край?
1168. Лежащий на ленте транспортёра кирпич массой 2 кг поднимается на высоту 1 м без ускорения. Определить в системе отсчёта, связанной с Землёй, работу силы трения, действующей на кирпич со стороны ленты.
1193. Однородное тело плавает на поверхности керосина так, что объем погруженной части составляет $0,92$ всего объема тела. Определить объем погруженной части при плавании тела на поверхности воды.
1218. Сопло фонтана, дающего вертикальную струю высотой $H = 5 \text{ м}$, имеет форму усеченного конуса, сужающегося вверх. Диаметр нижнего сечения $d_1 = 6 \text{ см}$, верхнего – $d_2 = 2 \text{ см}$. Высота сопла $h = 1 \text{ м}$. Пренебрегая сопротивлением воздуха в струе и сопротивлением в сопле, определить: 1) расход воды в 1 с , подаваемой фонтаном; 2) разность Δp давления в нижнем сечении и атмосферного давления. Плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.
1243. Массы двух звезд равны $m_1 = 3 m_c$ и $m_2 = 32 m_c$, где m_c – масса Солнца, расстояние между ними равно $\ell = 8,0 \cdot 10^{11} \text{ м}$. Найти период обращения этих звезд по круговым орбитам вокруг их общего центра масс.
1268. Математический маятник длиной $\ell = 0,2 \text{ м}$ совершает колебания вблизи вертикальной стенки. Под точкой подвеса на расстоянии $0,5\ell$ от нее в стену вбит гвоздь. Каков период колебаний маятника?
1293. Однородный тонкий стержень колеблется вокруг горизонтальной оси, проходящей через стержень и отстоящей от одного из его концов на расстояние x . При каком значении x период колебаний стержня будет наименьшим, если длина стержня равна $\ell = 2 \text{ м}$. Трения нет, колебания малые.
2018. Оболочка воздушного шара имеет вместимость $V = 1600 \text{ м}^3$. Найти подъемную силу F водорода, наполняющего оболочку, на высоте, где давление $p = 60 \text{ кПа}$ и температура $T = 280 \text{ К}$. При подъеме шара водород может выходить через отверстие в нижней части шара.
2043. Ротационный насос захватывает за один оборот объем газа $v = 1 \text{ л}$ и выталкивает его в атмосферу. Сколько оборотов должен сделать насос, чтобы понизить давление воздуха в сосуде объемом $V = 10 \text{ л}$ от значения $p_1 = 101 \text{ кПа}$ до $p_2 = 5 \text{ кПа}$?
2068. Два теплоизолированных сосуда соединены трубкой с закрытым краном. В первом сосуде находится 2 моля гелия при температуре 200 К , а во втором – 3 моля гелия при температуре 300 К . Кран открывают. Определить абсолютную температуру в сосудах.
2093. Во сколько раз изменится значение максимума функции $f(\epsilon)$ распределения молекул идеального газа по энергиям, если температура T газа увеличится в два раза? Решение пояснить графиком.
2118. В баллоне, рассчитанном на максимальное избыточное давление 150 МПа , находится газ при давлении 100 МПа и температуре 200 К . Найти минимальную глубину, на которой баллон ещё не взорвётся при температуре 400 К . Плотность воды 1000 кг/м^3 .
2143. Горючая смесь в двигателе дизеля воспламеняется при температуре $T_2 = 1,1 \text{ кК}$. Начальная температура смеси $T_1 = 350 \text{ К}$. Во сколько раз нужно уменьшить объем смеси при сжатии, чтобы она воспламенилась? Сжатие считать адиабатным. Показатель адиабаты γ для смеси принять равным $1,4$.
2168. Газ, совершающий цикл Карно, отдал охладителю теплоту $Q_2 = 14 \text{ кДж}$. Определить температуру T_1 нагревателя, если при температуре охладителя $T_2 = 280 \text{ К}$ работа цикла $A = 6 \text{ кДж}$.
2193. Деревянная палочка длиной 4 см плавает на поверхности воды. По одну сторону от палочки осторожно налили мыльный раствор. С каким ускорением начнет двигаться палочка, если ее масса 1 г ? Сопротивление воды при движении палочки не учитывать.

Вариант 19

1019. С высокой башни одновременно бросают 2 тела. Начальная скорость первого тела равна 20 м/с и направлена вертикально вверх. Второе тело бросают вертикально вниз. Определить модуль начальной скорости второго тела, если спустя 2 с расстояние между телами равно 50 м .
1044. Цепочка лежит на столе так, что часть её свешивается со стола. Определить коэффициент трения цепочки о стол, если она начинает скользить, когда длина свешивающейся части составляет 20% всей её длины.
1069. Шарик на веревке длиной 50 см равномерно вращается в вертикальной плоскости. Найти, при какой частоте вращения веревка оборвется, если предел прочности веревки $9mg$, где m – масса шарика.
1094. Автомобиль развивает скорость $v_1 = 72 \text{ км/ч}$, расходуя при этом бензин массой $m_1 = 80 \text{ г}$ на $s = 1 \text{ км}$. Какое количество бензина будет расходовать автомобиль при скорости $v_2 = 90 \text{ км/ч}$? Какую мощность он при этом развивает? Сила сопротивления пропорциональна скорости. КПД двигателя $\eta = 28 \%$.
1119. Камень, брошенный вертикально вверх со скоростью 20 м/с , упал на Землю со скоростью 10 м/с . Масса камня 200 г . Определить работу силы сопротивления воздуха. Камень брошен с поверхности Земли.
1144. Лягушка массой $m = 100 \text{ г}$ сидит на конце доски массой $M = 1 \text{ кг}$ и длиной $\ell = 50 \text{ см}$. Доска плавает на поверхности пруда. Лягушка прыгает под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту вдоль доски. Какой должна быть скорость лягушки v , чтобы она оказалась на другом конце доски?
1169. Из колодца глубиной $H = 20 \text{ м}$ достают воду ведром. Внизу ведро заполняется водой до краев. Из-за течи при подъеме ведра часть воды выливается обратно в колодец. Считая, что подъем производится равномерно, а скорость вытекания воды постоянна, определить работу по подъему ведра, если к концу подъема в ведре остается $2/3$ первоначального количества воды. Масса пустого ведра $m = 2 \text{ кг}$, его объем $V = 15 \text{ л}$.
1194. Закрываю с одного конца трубку длиной 80 см опускают вертикально открытым концом вниз в сосуд с ртутью до тех пор, пока ртуть не заполнит половину трубки. На каком расстоянии от поверхности ртути находится закрытый конец трубки, если атмосферное давление равно 76 см. рт. ст. ?
1219. В широкой части горизонтально расположенной трубы нефть течет со скоростью $v_1 = 2 \text{ м/с}$. Определить скорость v_2 нефти в узкой части трубы, если разность Δp давлений в широкой и узкой частях ее равна $6,65 \text{ кПа}$.
1244. Спутник обращается по круговой орбите на небольшой высоте над планетой. Период его обращения равен $T = 22 \text{ ч}$. Определить среднюю плотность планеты.
1269. Маленький шарик подвешен на нити длиной $1,024 \text{ м}$ к потолку вагона. При какой скорости вагона шарик будет особенно сильно раскачиваться под действием ударов колес о стыки рельсов? Длина рельсов $12,56 \text{ м}$.
1294. Жидкость объемом 16 см^3 налита в U-образную трубку с площадью сечения $0,5 \text{ см}^2$. Одно колено трубки вертикально, а другое наклонено к вертикали под углом 30° . Определить период малых колебаний жидкости в трубке. Вязкость не учитывать.
2019. Баллон объемом $V = 20 \text{ л}$ заполнен азотом. Температура T азота равна 400 К . Когда часть азота израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p = 220 \text{ кПа}$. Определить массу m израсходованного азота. Процесс считать изотермическим.
2044. В комнате объемом $V = 75 \text{ м}^3$ затопили печь. Температура воздуха поднялась с $t_1 = 16^\circ\text{C}$ до $t_2 = 26^\circ\text{C}$. Давление воздуха в комнате не изменилось и осталось равным 1 атм . Какая масса воздуха ушла при этом из комнаты?
2069. Определить показатель адиабаты у идеального газа, который при температуре $T = 350 \text{ К}$ и давлении $p = 0,4 \text{ МПа}$ занимает объем $V = 300 \text{ л}$ и имеет теплоемкость $C_v = 857 \text{ Дж/К}$.
2094. Можно ли считать вакуум с давлением $p = 100 \text{ мкПа}$ высоким, если он создан в колбе диаметром $d = 20 \text{ см}$, содержащей азот при температуре $T = 280 \text{ К}$?
2119. На сколько градусов нужно нагреть воздух со средней молярной массой 29 г/моль внутри сообщающегося с атмосферой шара объемом $0,83 \text{ м}^3$, масса оболочки которого равна $1/3 \text{ кг}$, чтобы он взлетел? Температура окружающего воздуха составляет 290 К . Атмосферное давление равно 100 кПа .
2144. Кислород массой $m = 800 \text{ г}$, охлажденный от температуры $t_1 = 100^\circ\text{C}$ до температуры $t_2 = 20^\circ\text{C}$, сохранил неизменным объем V . Определить: 1) количество теплоты Q , полученное газом; 2) изменение ΔU внутренней энергии и 3) совершенную газом работу A .
2169. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от нагревателя теплоту $Q_1 = 4,38 \text{ кДж}$ и совершил работу $A = 2,4 \text{ кДж}$. Определить температуру нагревателя, если температура охладителя $T_2 = 273 \text{ К}$.
2194. Капиллярная длинная, открытая с обоих концов трубка радиусом 1 мм наполнена водой и поставлена вертикально. Определить высоту столба оставшейся в капилляре воды. Толщиной стенки капилляра пренебречь.

Вариант 20

1020. Под каким углом к горизонту следует бросить камень со скоростью $v_0 = 14 \text{ м/с}$, чтобы дальность его полета была равна 10 м ?
1045. Определить в киловаттах мощность силы тяги двигателя автомобиля, который движется по горизонтальной дороге с постоянной скоростью 54 км/ч . Масса автомобиля равна 2 т , а коэффициент трения равен $0,1$.
1070. Горизонтально расположенный диск вращается вокруг проходящей через его центр вертикальной оси с частотой 10 оборотов/мин. На каком расстоянии от центра диска может удержаться лежащее на диске небольшое тело, если коэффициент трения равен $0,2$?
1095. Автомобиль массы $m = 600 \text{ кг}$ трогается с места. Двигатель автомобиля работает с постоянной мощностью $N = 50 \text{ кВт}$, коэффициент трения скольжения колес о дорогу $f = 0,6$. Оценить, за какое минимальное время автомобиль наберет скорость $v = 100 \text{ км/ч}$. Сопротивлением воздуха и трением в механизмах пренебречь.
1120. Лом массой 10 кг и длиной $1,4 \text{ м}$ лежит на горизонтальной поверхности. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы перевести его в вертикальное положение?
1145. На покоящийся шар массой $m_1 = 5 \text{ кг}$ налетает со скоростью $v = 5 \text{ м/с}$ шар массой $m_2 = 3 \text{ кг}$. Направление движения второго шара изменилось на угол $\alpha = 45^\circ$. Определить абсолютные значения и направления скоростей шаров после удара, считая шары абсолютно упругими.
1170. Маховик, масса которого 200 кг распределена по ободу диаметром 1 м , увеличивает число оборотов от 0 до 2 об/с в течение 10 с . Пренебрегая трением, определить энергию, сообщенную маховику, момент силы, действующий на маховик, момент импульса относительно оси вращения через 10 с после начала движения.
1195. В сообщающиеся сосуды налита ртуть, поверх которой в одном из них находится вода. Разность уровней ртути 20 мм . Определить в сантиметрах высоту столба воды. Плотность ртути – $13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность воды – 10^3 кг/м^3 .
1220. В горизонтально расположенной трубе с площадью S_1 поперечного сечения, равной 20 см^2 , течет жидкость. В одном месте труба имеет сужение, в котором площадь S_2 сечения равна 12 см^2 . Разность Δh уровней в двух манометрических трубках, установленных в широкой и узкой частях трубы, равна 8 см . Определить объемный расход Q_V жидкости.
1245. На полюсе некоторой планеты тело весит вдвое больше чем на экваторе. Определить период обращения планеты вокруг собственной оси. Планету считать шаром. Плотность вещества планеты равна $\rho = 6,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.
1270. Период колебаний математического маятника в ракете, стартующей с поверхности Земли вертикально вверх, в 2 раза меньше чем на Земле. Через какое время ракета достигнет высоты $H = 5 \text{ км}$?
1295. Маленький шарик находится на дне сферической чашки радиусом 10 см . Коэффициент трения шарика о чашку равен $0,1$. Шарик выводят из положения равновесия и отпускают. Вывести уравнение малых колебаний шарика.
2020. В баллоне объемом $V = 15 \text{ л}$ находится аргон под давлением $p_1 = 600 \text{ кПа}$ и температуре $T_1 = 300 \text{ К}$. Когда из баллона было взято некоторое количество аргона, давление в баллоне понизилось до $p_2 = 400 \text{ кПа}$, а температура установилась $T_2 = 260 \text{ К}$. Определить массу m аргона, взятого из баллона.
2045. Оцените, на какое время t хватит аквалангисту баллона со сжатым воздухом на глубине $h = 40 \text{ м}$. Начальное давление воздуха в баллоне $p_0 = 100 \text{ атм}$. Объем баллона $V_0 = 10 \text{ л}$. Аквалангист дышит воздухом через редуктор при давлении $p_1 = 5 \text{ атм}$. Частота дыхания ~ 10 вдохов в минуту. Объем одного вдоха при неглубоком дыхании $V_1 \sim 1 \text{ л}$.
2070. Найти показатель адиабаты γ для смеси газов, содержащей гелий массой $m_1 = 10 \text{ г}$ и водород массой $m_2 = 4 \text{ г}$.
2095. Найти число N всех соударений, которые происходят в течение $t = 1 \text{ с}$ между всеми молекулами водорода, занимающего при нормальных условиях объем $V = 1 \text{ мм}^3$.
2120. Поршень массой 100 кг и площадью $0,01 \text{ м}^2$, находящийся в вертикально расположенном цилиндрическом сосуде, начинает двигаться вверх. Давление газа под поршнем постоянно и равно 600 кПа , атмосферное давление равно 100 кПа . Определить скорость поршня, когда он пройдет $1,8 \text{ м}$. Трением пренебречь.
2145. Объем водорода при изотермическом расширении увеличивается в $n = 3$ раза. Определить работу A , совершенную газом, и теплоту Q , полученную им при этом. Масса m водорода равна 200 г .
2170. Газ, совершающий цикл Карно, отдал охладителю 67% теплоты; полученной от нагревателя. Определить температуру T_2 охладителя если температура нагревателя $T_1 = 430 \text{ К}$.
2195. Разность уровней смачивающей жидкости в коленах U -образной трубки 23 мм . Диаметры каналов в коленах трубки 2 мм и $0,4 \text{ мм}$. Плотность жидкости $0,8 \text{ г/см}^3$. Определить поверхностное натяжение жидкости.

Вариант 21

1021. Камень брошен из начала координат со скоростью $v_0 = 14 \text{ м/с}$. Под каким углом к горизонту нужно его бросить, чтобы он попал в точку с координатами $x = 10 \text{ м}$, $y = 7,5 \text{ м}$?
1046. На горизонтальной гладкой поверхности вплотную лежат два кубика массами m_1 и m_2 . К первому кубику приложена горизонтальная сила 10 Н в направлении второго кубика. Определить модуль результирующей силы, действующей на второй кубик и ускорение, с которым движутся кубики, если: 1) трение отсутствует; 2) коэффициент трения между кубиками и поверхностью равен $0,3$.
1071. На горизонтальном диске на расстоянии $R = 0,5 \text{ м}$ от оси лежит маленькая шайба. Диск медленно раскручивают так, что его угловая скорость равномерно возрастает со временем. Через время $t = 3 \text{ с}$ после начала раскручивания шайба начала скользить по диску. Найти коэффициент трения шайбы о диск, если за время $t = 3 \text{ с}$ диск сделал $n = 16$ оборотов.
1096. Груз массой 5 кг свободно падает с некоторой высоты и достигает поверхности земли за $2,5 \text{ с}$. Найти работу силы тяжести.
1121. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы из колодца глубиной 10 м поднять на тросе ведро с водой массой 8 кг ? Линейная плотность троса равна $0,4 \text{ кг/м}$.
1146. Легкая пружина зажата между двумя телами A и B , лежащими на гладком полу и соединенными нитью. Если тело A закрепить, то после пережигания нити и освобождения пружины тело B будет двигаться со скоростью 12 м/с , а если закрепить тело B , то после пережигания нити тело A будет двигаться со скоростью 8 м/с . С какими скоростями будут двигаться тела после пережигания нити, если их не закреплять?
1171. Маховое колесо начинает вращаться с постоянным угловым ускорением $0,5 \text{ рад/с}^2$ и через 15 с после начала движения приобретает момент импульса $73,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$. Найти кинетическую энергию колеса через 20 с после начала движения.
1196. На гладкой горизонтальной поверхности стоит сосуд с водой. В боковой стенке сосуда у самого дна имеется отверстие с площадью поперечного сечения 1 см^2 . Какую силу надо приложить к сосуду, чтобы удержать его в равновесии, если высота уровня воды в сосуде 1 м ? Плотность воды 10^3 кг/м^3 .
1221. Горизонтальный цилиндр насоса имеет диаметр $d_1 = 20 \text{ см}$. В нем движется со скоростью $v_1 = 1 \text{ м/с}$ поршень, выталкивая воду через отверстие диаметром $d_2 = 2 \text{ см}$. С какой скоростью v_2 будет вытекать вода из отверстия? Каково будет избыточное давление p воды в цилиндре?
1246. Вычислить отношение масс Солнца и Земли зная, что среднее расстояние от Солнца до Земли в 390 раз больше расстояния от Луны до Земли, и что Луна в течение года совершает 13 оборотов вокруг Земли.
1271. Период малых колебаний математического маятника равен 2 с . На какой максимальный угол в градусах будет отклоняться нить от вертикали, если при колебаниях, проходя положение равновесия, шарик движется со скоростью, равной 5 м/с ?
1296. Цилиндр массой $0,1 \text{ кг}$ с площадью основания 10 см^2 плавает в вертикальном положении в жидкости с плотностью 1000 кг/м^3 и вязкостью $0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Его погрузили ещё немного и отпустили. Вывести уравнение колебаний.
2021. Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление $p_1 = 2 \text{ МПа}$ и температура $T_1 = 800 \text{ К}$, в другом $p_2 = 2,5 \text{ МПа}$ при температуре $T = 400 \text{ К}$. Какое давление и температура установятся в сосудах после их соединения.
2046. Груз какой массы может поднять в первый момент воздушный шарик, вынесенный из теплой комнаты $T_1 = +27^\circ\text{C}$ на мороз $T_2 = -23^\circ\text{C}$? Диаметр шарика $d = 40 \text{ см}$. Масса резиновой оболочки $m_0 = 2 \text{ г}$. Средняя молярная масса воздуха $\mu = 29 \text{ г/моль}$. Упругостью оболочки пренебречь.
2071. На нагревание кислорода массой $m = 160 \text{ г}$ на $\Delta T = 12 \text{ К}$ было затрачено количество теплоты $Q = 1,76 \text{ кДж}$. Как протекал процесс: при постоянном объеме или постоянном давлении?
2096. Найти среднее число столкновений $\langle z \rangle$ в единицу времени и длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы гелия, если газ находится под давлением $p = 2 \text{ кПа}$ при температуре $T = 200 \text{ К}$.
2121. Баллон объемом 20 л содержит 30 г газа. Сколько граммов газа останется в баллоне, если его присоединить к резиновой оболочке, которая при этом медленно раздувается до объема $0,08 \text{ м}^3$? Начальным объемом оболочки пренебречь.
2146. Водород массой $m = 40 \text{ г}$, имевший температуру $T = 300 \text{ К}$, адиабатически расширился, увеличив объем в $n_1 = 3$ раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в $n_2 = 2$ раза. Определить полную работу A , совершенную газом, и конечную температуру T газа.
2171. Во сколько раз увеличивается коэффициент полезного действия η цикла Карно при повышении температуры нагревателя от $T_1' = 380 \text{ К}$ до $T_1'' = 560 \text{ К}$? Температура охладителя $T_2 = 280 \text{ К}$.
2196. Определить поверхностное натяжение масла, плотность которого $0,91 \text{ г/см}^3$, если при пропускании через пипетку 4 см^3 масла получено 304 капли. Диаметр шейки пипетки $1,2 \text{ мм}$.

Вариант 22

1022. Снаряд выпущен под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v_0 = 20$ м/с. Написать уравнение его траектории (считая, что снаряд вылетает из начала координат). Найти время его полета.
1047. На горизонтальной гладкой поверхности лежат два кубика массами m_1 и m_2 , связанных невесомой и нерастяжимой нитью. К первому кубику приложена горизонтальная сила 10 Н в направлении от второго кубика. Определить модуль результирующей силы, действующей на второй кубик и ускорение, с которым движутся кубики, если: 1) трение отсутствует; 2) коэффициент трения между кубиками и поверхностью равен $0,3$.
1072. При строительстве ЛЭП протяженностью 10 км использованы алюминиевые провода длиной $10,05$ км диаметром 3 см. Плотность алюминия $2,71 \cdot 10^3$ кг/м³. Вышки ЛЭП стоят с шагом 50 м. Определить величину провисания проводов h под собственным весом. Витую структуру проводов не учитывать.
1097. Определить работу подъема груза по наклонной плоскости, среднюю мощность и КПД подъемного устройства, если масса груза 100 кг, длина наклонной плоскости 2 м, угол ее наклона к горизонту 30° , коэффициент трения $0,1$, ускорение при подъеме 1 м/с². У основания наклонной плоскости груз находился в покое.
1122. С какой наименьшей высоты h должен начать скатываться акробат на велосипеде (не работая ногами), чтобы проехать по дорожке, имеющей форму "мертвой петли" радиусом $R = 4$ м, и не оторваться от дорожки в верхней точке петли? Трением пренебречь.
1147. Два маленьких шарика массами $m_1 = 1,2$ кг и $m_2 = 1,5$ кг подвешены на вертикальных нитях разной длины $\ell_1 = 2$ м и $\ell_2 = 3$ м, касаясь друг друга. Прямая, соединяющая центры шаров, горизонтальна. Левую нить с шаром 1 отводят на угол $\alpha = 60^\circ$ в плоскости нитей и отпускают. На какие углы относительно вертикали отклоняются нити с шарами после удара. Все углы малы ($\sin \varphi \sim \varphi$). Удар абсолютно упругий, нити нерастяжимы и невесомаы.
1172. Обруч, вся масса которого сосредоточена в ободе, раскрутили до угловой скорости $\omega_0 = 12$ рад/с и поставили на шероховатую наклонную плоскость, составляющую угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Найти время, в течении которого обруч будет подниматься вверх по плоскости. Радиус обруча $R = 20$ см.
1197. Малый поршень гидравлического пресса за один ход опускается на расстояние $0,2$ м, а большой - поднимается на 1 см. С какой силой действует пресс на зажатое в нём тело, если на малый поршень действует сила 500 Н?
1222. Давление p ветра на стену равно 200 Па. Определить скорость v ветра, если он дует перпендикулярно стене. Плотность ρ воздуха равна $1,29$ кг/м³.
1247. Спутник движется по круговой орбите на высоте $h_1 = 3R_3$ от поверхности Земли (R_3 - радиус Земли). Как перевести его на круговую орбиту на высоту $h_2 = R_3$ при минимальном времени работы двигателя? Изобразить траекторию спуска.
1272. За какое время груз на пружине, отклонённый от положения равновесия на 2 см, пройдёт первый сантиметр пути? Период колебаний груза принять равным 3 с.
1297. На гладком горизонтальном столе лежит шар массой 280 г, прикрепленный к легкой горизонтально расположенной пружине с жесткостью 500 Н/м. В шар попадает пуля массой 8 г, летящая горизонтально со скоростью 300 м/с, и застревает в нём. Коэффициент трения шара о стол равен $0,1$. Пренебрегая перемещением шара во время удара и сопротивлением воздуха, вывести уравнение колебаний шара.
2022. Вычислить плотность ρ азота, находящегося в баллоне под давлением $p = 2$ МПа при температуре $T = 400$ К.
2047. В колбе вместимостью $V = 100$ см³ содержится некоторый газ при температуре $T = 300$ К. На сколько понизится давление p газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет $N = 10^{20}$ молекул?
2072. Определить относительную молекулярную массу M_r и молярную массу μ газа, если разность его удельных теплоемкостей $c_p - c_v = 2,08$ кДж/(кг·К).
2097. Найти среднюю длину пробега $\langle \ell \rangle$ молекулы азота в сосуде с объемом $V = 5$ л. Масса газа $m = 0,5$ г.
2122. Закрытый цилиндр длиной 84 см разделён легкоподвижным поршнем на две равные части. В обеих частях находится один и тот же газ при температуре 300 К. На сколько градусов нужно нагреть газ в одной из частей цилиндра, чтобы поршень сместился на 2 см?
2147. Азот массой $m = 0,1$ кг был изобарически 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.
2172. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура T_1 нагревателя равна 500 К, температура охладителя $T_2 = 250$ К. Определить термический к.п.д. η цикла, а также работу A_1 , совершенную рабочим веществом при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа $A_2 = 70$ Дж.
2197. Какую массу имеет капля воды, вытекающая из стеклянной трубки диаметром 1 мм? Считать диаметр капли равным диаметру шейки трубки.

Вариант 23

1023. Камень брошенный со скоростью $v_0 = 10 \text{ м/с}$, имел спустя $t = 1 \text{ с}$ скорость $v = 8 \text{ м/сек}$. Под каким углом был брошен камень.
1048. К грузу массой 7 кг подвешен на верёвке груз массой 5 кг . Масса верёвки 4 кг . К грузу большей массы приложена направленная вверх сила 176 Н . Найти силу натяжения в середине верёвки.
1073. Гусеничный трактор, не подкованная лошадь и человек стоят на горизонтальной поверхности. Масса трактора $M_T = 20.4 \text{ т}$. С грунтом соприкасаются 30 траков каждой гусеницы. Траки имеют размер $40 \times 15 \text{ см}^2$. Масса лошади - $M_L = 250 \text{ кг}$. Копыта лошади имеют в среднем диаметр 12 см . Масса человека - $M_ч = 75 \text{ кг}$. Размер сапог - 44. Оценить и сравнить давление создаваемое трактором, лошадью и человеком на горизонтальную поверхность.
1098. На вершине гладкой полусферы радиусом $0,5 \text{ м}$ находится шайба массой 10 г . Шайба начала скользить вдоль сферы под действием горизонтально направленного кратковременного импульса силы $2 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{с}$. На какой высоте от основания полусферы шайба оторвется от ее поверхности?
1123. Вычислить работу A , совершаемую на пути $S = 12 \text{ м}$ равномерно возрастающей силой, если в начале пути сила $F_1 = 10 \text{ Н}$, в конце пути $F_2 = 46 \text{ Н}$.
1148. Шарик массой $m = 1,0 \text{ кг}$ подвешен на нити длины $\ell = 2 \text{ м}$. Шарик раскачивают следующим образом: каждый раз, когда шарик проходит нижнее положение, на него в течение короткого промежутка времени $\Delta t = 0,1 \text{ с}$ действует сила $F = 1 \text{ Н}$, направленная параллельно скорости. Через сколько колебаний шарик отклонится на 90° ?
1173. Однородный стержень длиной $0,85 \text{ м}$ может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящий через один из его концов. Стержень находится в положении устойчивого равновесия. Какую наименьшую скорость v надо сообщить свободному концу, чтобы стержень сделал полный оборот вокруг своей оси.
1198. В цилиндрический сосуд с площадью дна 100 см^2 налита жидкость, в которой плавает кусок льда массой 300 г . Насколько увеличивается давление на дно сосуда благодаря наличию плавающего льда?
1223. Струя воды с площадью S_1 поперечного сечения, равной 4 см^2 , вытекает в горизонтальном направлении из брандспойта, расположенного на высоте $H = 2 \text{ м}$ над поверхностью Земли, и падает на эту поверхность на расстоянии $\ell = 8 \text{ м}$. Пренебрегая сопротивлением воздуха движению воды, найти избыточное давление p воды в рукаве, если площадь S_2 , поперечного сечения рукава равна 50 см^2 ?
1248. Космический корабль вращается вокруг Луны по круговой орбите радиуса $R = 3.4 \cdot 10^6 \text{ м}$. С какой скоростью нужно выбросить из корабля вымпел по касательной к траектории корабля, чтобы он упал на противоположной стороне Луны? Через какое время вымпел упадет на Луну? Принять, что ускорение свободного падения тел вблизи поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на Земле.
1273. Найти максимальную кинетическую энергию T_{max} материальной точки массой $m = 2 \text{ г}$, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A = 4 \text{ см}$ и частотой $\nu = 5 \text{ Гц}$.
1298. Бревно массы $M = 20 \text{ кг}$ горизонтально висит на двух шнурах длиной $L = 1 \text{ м}$ каждый. В торец бревна ударяет и застревает в нем пуля, летевшая вдоль оси бревна со скоростью $v = 500 \text{ м/с}$. Масса пули $m = 10 \text{ г}$. Определите амплитуду и период возникших колебаний этой системы. Трением пренебречь.
2023. Определить относительную молекулярную массу M_r газа, если при температуре $T = 154 \text{ К}$ и давлении $p = 2,8 \text{ МПа}$ он имеет плотность $\rho = 6,1 \text{ кг/м}^3$.
2048. Определить давление идеального газа, если средняя квадратичная скорость его молекул равна 300 м/с , а плотность - $1,3 \text{ кг/м}^3$.
2073. В сосуде объемом $V = 6 \text{ л}$ находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоемкость C_v этого газа при постоянном объеме.
2098. Водород находится под давлением $p = 20 \text{ мкПа}$ и имеет температуру $T = 300 \text{ К}$. Определить среднюю длину свободного пробега $\langle \ell \rangle$ молекулы такого газа.
2123. В открытом сосуде нагревают газ при постоянном давлении. При изменении температуры от 300 К до 400 К из сосуда выходит 15 моль газа. Найти молярную массу газа, если в начале процесса в сосуде находилось $1,8 \text{ кг}$ газа.
2148. Кислород массой $m = 250 \text{ г}$, имевший температуру $T_1 = 200 \text{ К}$, был адиабатически сжат. При этом была совершена работа $A = 25 \text{ кДж}$. Определить конечную температуру T газа.
2173. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту $Q_1 = 84 \text{ кДж}$. Какую работу A совершает газ, если температура T_1 нагревателя в три раза выше температуры T_2 охладителя?
2198. Воздушный пузырек диаметром $0,002 \text{ мм}$ находится в воде вблизи ее поверхности. Определить плотность воздуха в пузырьке.

Вариант 24

1024. Тело бросают с земли со скоростью $v_0 = 20$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Найти дальность полета и максимальную высоту подъема.
1049. Два бруска одинаковой массы $0,20$ кг поставили на наклонную плоскость с углом наклона 60° так, чтобы они соприкасались. Коэффициент трения верхнего бруска о плоскость $0,1$, нижнего $0,9$. Определить силу взаимодействия брусков при их совместном соскальзывании с наклонной плоскости.
1074. Медный шар радиусом $R = 10$ см вращается с частотой $\nu = 2$ Гц вокруг оси, проходящей через его центр. Плотность меди $8,6 \cdot 10^3$ кг/м³. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить его угловую скорость вдвое?
1099. Лестница длиной 4 м приставлена к идеально гладкой стене под углом 60° к горизонту. Коэффициент трения между лестницей и полом $0,33$. На какое расстояние вдоль лестницы может подняться человек, прежде чем лестница начнет скользить? Массой лестницы пренебречь.
1124. Воздушный шар массой 500 кг опускается с постоянной скоростью. Какой массы балласт надо выбросить, чтобы шар стал подниматься с той же скоростью? Подъемная сила шара постоянна и равна $4,8$ кН.
1149. Пуля массой $m = 12$ г, летящая с горизонтальной скоростью $v = 0,6$ км/с, попадает в мешок с песком массой $M = 10$ кг, висящий на длинной нити, и застревает в нем. Определить: 1) высоту, на которую поднимется мешок, отклонившись после удара, 2) долю кинетической энергии, израсходованной на пробивание песка.
1174. На краю платформы в виде диска с диаметром $D = 2$ м, 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 $n_1 = 10$ мин⁻¹. Определить массу m_2 платформы. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.
1199. Легкое коромысло длиной 1 м закреплено на оси. Плечом 90 см оно на 5 см сжимает пружину жесткостью 1000 Н/м, а другим плечом топит в воде поплавок массой 15 кг. Определить объем подводной части поплавка, если коромысло находится в равновесии. Плотность воды 10^3 кг/м³.
1224. Бак высотой $H = 2$ м до краев заполнен жидкостью. На какой высоте h должно быть проделано отверстие в стенке бака, чтобы место падения струи, вытекающей из отверстия, было на максимальном от бака расстоянии?
1249. Найти силу тяготения, действующую со стороны Земли на тело массой 1 кг, находящееся на поверхности Луны. Расстояние между центрами Земли и Луны принять равным 384000 км.
1274. 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 на чертеже, показать направление движения точки.
1299. На горизонтальной плоскости лежат два шарика с массами $m_1 = 20$ г и $m_2 = 30$ г, скрепленные между собой пружинкой с жесткостью $k = 2$ Н/м. Шарик сдвигают, сжимая пружину, затем их одновременно отпускают. Определите периоды возникших колебаний шариков, если коэффициенты трения шариков о плоскость равны $f_1 = f_2 = 0,1$.
2024. В сосуде объемом $V = 40$ л находится кислород. Температура кислорода $T = 300$ К. Когда часть кислорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p = 100$ кПа. Определить массу m израсходованного кислорода, если температура газа в баллоне осталась прежней.
2049. В колбе вместимостью $V = 240$ см³ находится газ при температуре $T = 290$ К и давлении $p = 50$ кПа. Определить количество вещества ν газа и число N его молекул.
2074. Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости $c_v = 10,4$ кДж/(кг·К) и $c_p = 14,6$ кДж/(кг·К).
2099. При нормальных условиях длина свободного пробега $\langle \ell \rangle$ молекулы водорода равна $0,112$ нм. Определить d молекулы водорода.
2124. Определить массу воды, образовавшейся при конденсации пара в объеме 166 м³, если давление паров уменьшилось с 1 кПа до $0,4$ кПа при температуре 300 К. Молярная масса воды $1,8 \cdot 10^{-2}$ кг/моль.
2149. В сосуде находится 20 г азота N_2 и 32 г кислорода O_2 . Найти изменение внутренней энергии смеси этих газов при ее охлаждении на 28 °С.
2174. Совершая цикл Карно, газ получил от нагревателя теплоту $Q = 50$ Дж и совершил работу $A = 100$ Дж. Температура нагревателя $T_1 = 400$ К. Определить температуру T_2 охладителя.
2199. В капиллярной трубке жидкость поднимается на 80 см. Определить высоту столбика жидкости, которая может удержаться в трубке, если ее полностью заполнить жидкостью в горизонтальном положении, а затем повернуть вертикально.

Вариант 25

1025. Камень брошен под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с. Определите радиус кривизны траектории в наивысшей точке его траектории.
1050. На наклонной плоскости длиной 13 м и высотой 5 м лежит груз массой 26 кг. Коэффициент трения груза о плоскость равен 0,5. Какую силу надо приложить к грузу вдоль наклонной плоскости, чтобы втащить его на наклонную плоскость?
1075. Сплошной шар скатывается с наклонной плоскости за 3 с. За сколько времени скатится другой сплошной шар, радиус которого в 2 раза меньше, с той же наклонной плоскости? Материал шаров одинаковый.
1100. К стене прислонена лестница массой 60 кг. Центр тяжести лестницы находится на расстоянии $1/3$ длины от её верхнего конца. Какую горизонтальную силу надо приложить к середине лестницы, чтобы её верхний конец не оказывал давления на стенку? Угол между лестницей и стеной равен 45° .
1125. С высоты $h = 2$ м на стальную плиту свободно падает шарик массой $m = 200$ г и подпрыгивает на высоту $h_1 = 0,5$ м. Определить импульс \vec{p} , полученный шариком при ударе.
1150. Шар катится по горизонтальной поверхности со скоростью $v = 1,5$ м/с. На какое расстояние ℓ вкатится он на наклонную плоскость с углом наклона $\alpha = 10^\circ$?
1175. 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 и от оси скамьи. Скорость мяча $v = 5$ м/с.
1200. Лыдина постоянной толщины плавает в воде, выступая над её поверхностью на 3 см. Определить массу лыдины, если площадь её основания 250 см². Плотность воды 10^3 кг/м³, плотность льда $0,9 \cdot 10^3$ кг/м³.
1225. На горизонтальной поверхности стоит цилиндрический сосуд, в боковой поверхности которого имеется отверстие. Поперечное сечение отверстия значительно меньше поперечного сечения самого сосуда. Отверстие расположено на расстоянии $h_1 = 64$ см ниже уровня воды в сосуде, который поддерживается постоянным, и на расстоянии $h_2 = 25$ см от дна сосуда. Пренебрегая вязкостью воды, определить, на каком расстоянии по горизонтали от сосуда падает на поверхность струя, вытекающая из отверстия.
1250. Считая Землю однородным шаром найти ускорение свободного падения $g(h)$ как функцию расстояния h от земной поверхности: 1) пренебрегая вращением Земли; 2) учитывая вращение Земли.
1275. 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; $\omega_1 = \omega_2 = \pi \text{ с}^{-1}$; $\tau = 0,5$ с. Определить амплитуду A и начальную фазу φ результирующего колебания. Написать его уравнение. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
1300. Тело массой $m = 200$ г упало с высоты $h = 5$ см на чашу пружинных весов. Массы чаши и пружинных весов пренебрежимо малы, жесткость пружины равна $k = 20$ Н/м. Прилипнув к чаше, тело начинает совершать гармонические колебания вдоль вертикальной оси. Вывести уравнение колебаний. Найти амплитуду колебаний и их энергию.
2025. Определить плотность ρ водяного пара, находящегося под давлением $p = 2,5$ кПа при температуре $T = 250$ К.
2050. Давление p газа равно 1 мПа, концентрация n его молекул равна 10^{10} см⁻³. Определить: 1) температуру T газа; 2) среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_n \rangle$ поступательного движения молекул газа.
2075. Найти удельные c_v и c_p и молярные C_v и C_p теплоемкости азота и гелия.
2100. Какова средняя арифметическая скорость $\langle v \rangle$ молекул кислорода при нормальных условиях, если известно, что средняя длина свободного пробега $\langle \ell \rangle$ молекулы кислорода при этих условиях равна 100 нм?
2125. Поршень массой 3 кг и площадью $0,1$ см² давит на газ в вертикальном цилиндре. Найти модуль силы, с которой надо подействовать на поршень, чтобы объём газа уменьшился вдвое. Атмосферное давление 100 кПа. Температура постоянна. Трением поршня о стенки пренебречь.
2150. Во сколько раз увеличится объём водорода, содержащий количество вещества $\nu = 0,4$ моль при изотермическом расширении, если при этом газ получит теплоту $Q = 800$ Дж? Температура водорода $T = 300$ К.
2175. Идеальная тепловая машина Карно совершает за один цикл работу $A = 73,5$ кДж. Температура нагревателя $T_1 = 373$ К, холодильника $T_2 = 273$ К. Найти КПД цикла, количество теплоты Q_1 , получаемое машиной за один цикл от нагревателя, и количество теплоты Q_2 , отдаваемое холодильнику за один цикл.
2200. Капля воды массой 0,2 г находится между двумя стеклянными пластинами, расстояние между которыми 0,1 мм. Найти силу притяжения пластин друг к другу.