

**Розрахункова робота з курсу “Фізика”**  
**(розділи “Механіка” та “Молекулярна фізика”)**

**Частина 1. Механіка**

Варіант	Номери задач							
1	101	111	121	131	141	151	161	171
2	102	112	122	132	142	152	162	172
3	103	113	123	133	143	153	163	173
4	104	114	124	134	144	154	164	174
5	105	115	125	135	145	155	165	175
6	106	116	126	136	146	156	166	176
7	107	117	127	137	147	157	167	177
8	108	118	128	138	148	158	168	178
9	109	119	129	139	149	159	169	179
10	110	120	130	140	150	160	170	180

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

**102.** Материальная точка движется прямолинейно с ускорением  $a = 5 \text{ м/с}^2$ . Определить, на сколько путь, пройденный точкой в  $n$ -ю секунду, будет больше пути, пройденного в предыдущую секунду. Принять  $v_0 = 0$ .

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

**104.** Материальная точка движется прямолинейно с начальной скоростью  $v_0 = 10 \text{ м/с}$  и постоянным ускорением  $a_0 = -5 \text{ м/с}^2$ . Определить, во сколько раз путь  $\Delta S$ , пройденный материальной точкой, будет превышать модуль ее перемещения  $\Delta r$  спустя  $t = 4 \text{ с}$  после начала отсчета времени.

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

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

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

**108.** Материальная точка движется в плоскости  $xу$  согласно уравнениям  $x = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$  и  $y = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$  где  $B_1 = 7 \text{ м/с}$ ,  $C_1 = -2 \text{ м/с}^2$ ,  $B_2 = -1 \text{ м/с}$ ,  $C_2 = 0,2 \text{ м/с}^2$ . Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени  $t = 5 \text{ с}$ .

**109.** По краю равномерно вращающейся с угловой скоростью  $\omega = 1 \text{ рад/с}$  платформы идет человек и обходит платформу за время  $t = 9,9 \text{ с}$ . Каково наибольшее ускорение  $a$  движения человека относительно Земли? Принять радиус платформы  $R = 2 \text{ м}$ .

**110.** Точка движется по окружности радиусом  $R = 30 \text{ см}$  с постоянным угловым ускорением  $\beta$ . Определить тангенциальное ускорение  $a_t$  точки, если известно, что за время  $t = 4 \text{ с}$  она совершила три оборота и в конце третьего оборота ее нормальное ускорение  $a_n = 2,7 \text{ м/с}^2$ .

**111.** При горизонтальном полете со скоростью  $v = 10 \text{ м/с}$  снаряд массой  $m = 8 \text{ кг}$  разорвался на две части. Большая часть массой  $m_1 = 8 \text{ кг}$  получила скорость  $v_1 = 400 \text{ м/с}$  в направлении полета снаряда. Определить модуль и направление скорости  $v_2$  меньшей части снаряда.

**112.** С тележки, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью  $v_1 = 3 \text{ м/с}$ , в сторону, противоположную движению тележки, прыгает человек, после чего скорость тележки изменилась и стала равной  $u_1 = 4 \text{ м/с}$ . Определить горизонтальную составляющую скорости  $u_{2x}$  человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки  $m_1 = 210 \text{ кг}$ , масса человека  $m_2 = 210 \text{ кг}$ .

**113.** Орудие, жестко закрепленное на железнодорожной платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом  $\alpha = 30^\circ$  к линии горизонта. Определить скорость  $u_2$  отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью  $v_1 = 480 \text{ м/с}$ . Масса платформы с орудием и снарядами  $m_2 = 18 \text{ тонн}$ , масса снаряда  $m_1 = 60 \text{ кг}$ .

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

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

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

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

**118.** Две одинаковые лодки массами  $m = 200 \text{ кг}$  каждая (вместе с человеком и грузами, находящимися в лодках) движутся параллельными курсами навстречу друг другу с одинаковыми скоростями  $v = 1 \text{ м/с}$ . Когда лодки поравнялись, то с первой лодки на вторую и со второй на первую одновременно перебрасывают грузы массами  $m_1 = 40 \text{ кг}$ . Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  лодок после перебрасывания грузов.

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

**120.** Лодка длиной  $l = 3 \text{ м}$  и массой  $m = 200 \text{ кг}$  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 поменяются местами?

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

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

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

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

**125.** Определить КПД  $\eta$  неупругого удара бойка массой  $m_1 = 500 \text{ кг}$ , падающего на сваю массой  $m_2 = 120 \text{ кг}$ . Полезной считать энергию, затраченную на вбивание сваи.

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

**127.** Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой  $m_1 = 10 \text{ г}$  со скоростью  $v = 300 \text{ м/с}$ . Затвор пистолета массой  $m_2 = 200 \text{ г}$  прижимается к стволу пружиной, жесткость которой  $k = 25 \text{ кН/м}$ . На какое расстояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.

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

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

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

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

**132.** Из шахты глубиной  $H = 600 \text{ м}$  поднимают клеть массой  $m_1 = 3 \text{ тонны}$  на канате, каждый метр которого имеет массу  $m = 1,5 \text{ кг}$ . Какая работа  $A$  совершается при поднятии клетки на поверхность Земли? Каков коэффициент полезного действия  $\eta$  подъемного устройства?

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

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

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

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

**137.** Из пружинного пистолета с пружиной жесткостью  $k = 150 \text{ Н/м}$  был произведен выстрел пулей массой  $m = 8 \text{ г}$ . Определить скорость  $v$  пули при вылете ее из пистолета, если пружина была сжата на  $\Delta x = 4 \text{ см}$ .

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

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

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

**141.** Шарик массой  $m = 60 \text{ г}$ , привязанный к концу нити длиной  $l_1 = 1,2 \text{ м}$ , вращается с частотой  $n_1 = 2 \text{ с}^{-1}$ , опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси до расстояния  $l_2 = 0,6 \text{ м}$ . С какой частотой  $n_2$  будет при этом вращаться шарик? Какую работу  $A$  совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.

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

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

**144.** Нить с привязанными к ее концам грузами массами  $m_1 = 50 \text{ г}$  и  $m_2 = 60 \text{ г}$  перекинута через блок диаметром  $D = 4 \text{ см}$ . Определить момент инерции  $I$  блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение  $\beta = 1,5 \text{ рад/с}^2$ . Трением и проскальзыванием нити по блоку пренебречь.

**145.** Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению  $\varphi = A + Bt^3$ , где  $A = 2 \text{ рад/с}$ ,  $B = 0,2 \text{ рад/с}^3$ . Определить вращающий момент  $M$ , действующий на стержень через время  $t = 2 \text{ с}$  после начала вращения, если момент инерции стержня  $I = 0,048 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

**146.** По горизонтальной плоскости катится диск со скоростью  $v = 8 \text{ м/с}$ . Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленным самому себе, остановился, пройдя путь  $S = 180 \text{ м}$ .

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

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

**149.** К краю стола прикреплен блок. Через блок перекинута невесомая и нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы. Один груз движется по поверхности стола, а другой – вдоль вертикали вниз. Определить коэффициент  $\mu$  трения между поверхностями груза и стола, если массы каждого груза и масса блока одинаковы и грузы движутся с ускорением  $a = 5,6 \text{ м/с}^2$ . Проскальзыванием нити по блоку и силой трения, действующей на блок, пренебречь.

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

**151.** На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой  $m = 5 \text{ кг}$  каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи  $l_1 = 70 \text{ см}$ . Скамья вращается с частотой  $n_1 = 12 \text{ с}^{-1}$ . Как изменится частота вращения скамьи и какую работу  $A$  произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до  $l_2 = 20 \text{ см}$ ? Момент инерции человека и скамьи (вместе) относительно оси  $I = 2,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

**152.** На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = 4 \text{ с}^{-1}$ . С какой угловой скоростью  $\omega_2$  будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи  $I = 5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . Длина стержня  $l = 1,8 \text{ м}$ , масса  $m = 6 \text{ кг}$ . Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

**153.** Платформа в виде диска диаметром  $D = 3 \text{ м}$  и массой  $m_1 = 180 \text{ кг}$  может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью  $\omega_1$  будет вращаться эта платформа, если по ее краю пойдет человек массой  $m_2 = 70 \text{ кг}$  со скоростью  $v = 1,8 \text{ м/с}$  относительно платформы?

**154.** Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол  $\varphi$  повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя ее, вернется в исходную (на платформе) точку? Масса платформы  $m_1 = 280 \text{ кг}$ , масса человека  $m_2 = 80 \text{ кг}$ .

**155.** На скамье Жуковского стоит человек и держит в руке за ось велосипедное колесо, вращающееся вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega_1 = 4 \text{ рад/с}$ . Ось колеса расположена вертикально и совпадает с осью скамьи Жуковского. С какой скоростью  $\omega_2$  станет вращаться скамья, если повернуть колесо вокруг горизонтальной оси на угол  $\alpha = 90^\circ$ ? Момент инерции человека и скамьи  $I$  равен  $2,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , момент инерции колеса  $I_0 = 0,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

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

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

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

**159.** Горизонтальная платформа массой  $m_1 = 150 \text{ кг}$  вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой  $n = 8 \text{ мин}^{-1}$ . Человек массой  $m_2 = 70 \text{ кг}$  стоит при этом на краю платформы. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу круглым, однородным диском, а человека – материальной точкой.

**160.** Однородный стержень длиной  $l = 1 \text{ м}$  и массой  $m_1 = 0,7 \text{ кг}$  подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. В точку, отстоящую от оси на  $2/3 l$ , абсолютно упруго ударяет пуля массой  $m_2 = 5 \text{ г}$ , летящая перпендикулярно стержню и его оси. После удара стержень отклонился на угол  $\alpha = 60^\circ$ . Определить скорость пули.

**161.** Определить напряженность  $G$  гравитационного поля на высоте  $l_1 = 1000$  км над поверхностью Земли. Считать известными ускорение  $g$  свободного падения у поверхности Земли и ее радиус  $R$ .

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

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

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

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

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

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

**168.** Определить линейную и угловую скорости спутника Земли, обращающегося по круговой орбите на высоте  $H = 1000$  км. Ускорение свободного падения  $g$  у поверхности Земли и ее радиус  $R$  считать известными.

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

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

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

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

**173.** Точка совершает простые гармонические колебания, уравнение которых  $x = A \sin \omega t$  где  $A = 5$  см,  $\omega = 2$  с<sup>-1</sup>. В момент времени, когда точка обладала потенциальной энергией  $U = 0,1$  мДж, на нее действовала возвращающая сила  $F = 5$  мН. Найти этот момент времени  $t$ .

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

**175.** Определить период  $T$  простых гармонических колебаний диска радиусом  $R = 40$  см около горизонтальной оси, проходящей через его край, перпендикулярно плоскости диска.

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

**177.** Материальная точка совершает простые гармонические колебания так, что в начальный момент времени смещение  $x_0 = 4$  см, а скорость  $v_0 = 10$  см/с. Определить амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi_0$  колебаний, если их период  $T = 2$  с.

**178.** Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода:  $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$  и  $x_2 = A_2 \sin \omega_2(t + \tau)$ , где  $A_1 = A_2 = 3$  см,  $\omega_1 = \omega_2 = 3,14$  с<sup>-1</sup>,  $\tau = 0,5$  с. Определить амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi_0$  результирующего колебания. Написать его уравнение. Построить векторную диаграмму для момента времени  $t = 0$ .

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

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