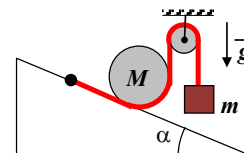


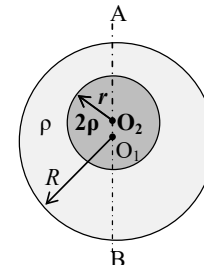
**Задача 1** (5 баллов) На наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 45^\circ$  лежит бревно, имеющее форму цилиндра, масса которого равна  $M = 5$  кг. Бревно удерживается от скатывания по наклонной плоскости с помощью веревки, огибающей бревно (см. рисунок). Один конец веревки закреплен на наклонной плоскости, а другой конец перекинут через блок, и на нем подвешен груз.



Чему равна масса  $m$  груза, при которой эта система находится в равновесии? Массой веревки пренебречь. Свисающие с блока отрезки веревки – вертикальны. Блок – гладкий.

**Задача 2** (10 баллов). Небольшое тело массы  $m$ , имеющее положительный заряд  $+q$ , бросают с горизонтальной поверхности под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Тело, пролетев некоторое расстояние, падает на поверхность. Чтобы увеличить горизонтальную дальность полета тела при той же начальной скорости и том же угле  $\alpha$ , сразу в момент броска включается однородное электрическое поле, силовые линии которого параллельны горизонтальной поверхности. Чему равна величина напряженности этого электрического поля, при котором дальность полета тела увеличивается в 2 раза, по сравнению с дальностью полета тела в отсутствие поля. Во сколько раз при этом увеличивается скорость тела в момент падения на горизонтальную поверхность, по сравнению со скоростью падения на поверхность в отсутствие поля? Считать, что в процессе движения тела ускорение свободного падения не меняется и равно  $g$ . Траектория тела в процессе движения лежит в одной и той же вертикальной плоскости. Сопротивлением воздуха пренебречь.

**Задача 3** (10 баллов). При исследовании планеты Икс было обнаружено, что ускорение свободного падения в разных точках поверхности планеты разное. Точные измерения ускорения свободного падения в двух полюсах планеты А и В, показали, что на полюсе А ускорение свободного падения на 10% больше, чем на полюсе В. Для объяснения этого эффекта была предложена следующая модель. Будем считать планету Икс однородным шаром радиусом  $R$ , имеющим плотность вещества  $\rho$  во всех точках планеты, за исключением точек, находящихся внутри аномальной сферической области, где плотность вещества  $2\rho$  (см. рисунок).

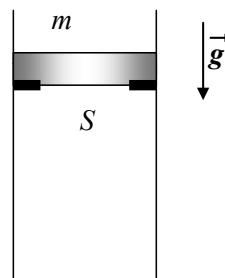


Принимая расстояние между центром планеты  $O_1$  и центром аномальной области  $O_2$  равным  $O_1O_2 = \frac{R}{4}$ , определите радиус  $r$  аномальной области, при котором соотношение

между ускорениями свободного падения на полюсах планеты соответствует измеренным значениям. Какую долю составляет при этом масса вещества, заполняющего аномальную область, по отношению к массе всей планеты? Объем  $V$  шара радиусом  $R$  вычисляется по

формуле:  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ .

**Задача 4 (10 баллов).** В вертикальном теплоизолированном сосуде под поршнем массы  $m$  находится идеальный газ, молярная теплоемкость которого при постоянном объеме равна  $c_{mv}$ . Снаружи сосуда – вакуум, поршень удерживается от падения тонкими упорами (см. рисунок). Начальное давление газа под поршнем  $p_1$ . Площадь поперечного сечения сосуда и поршня  $S$ . Под тяжестью поршня оба упора внезапно отваливаются и поршень падает вниз, так, что объем газа уменьшается в  $N$  раз. Чему при этом будет равно относительное увеличение температуры газа  $\frac{\Delta T}{T_1}$ ?

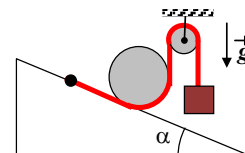


Начальную температуру газа  $T_1$  считать неизвестной. Трение между поршнем и стенками сосуда отсутствует.

**Задача 5 (15 баллов).** На вершине гладкого полусферического купола радиуса  $R$  находится небольшой шарик. На него налетает такой же по размерам шарик. В результате упругого центрального удара шарики начинают двигаться по поверхности купола. Один из шариков отрывается от поверхности полусферы на высоте  $h = \frac{2}{3}R$ , а другой на высоте  $H = \frac{3}{4}R$  от основания купола. Определите отношение масс шариков и скорость налетающего шарика сразу перед ударом.

#### Вариант: 12

**Задача 1 (5 баллов)** На наклонной плоскости лежит бревно, имеющее форму цилиндра. Бревно удерживается от скатывания по наклонной плоскости с помощью веревки, огибающей бревно (см. рисунок). Один конец веревки закреплен на наклонной плоскости, а другой конец перекинут через блок, и на нем подвешен груз, масса которого в 3 раза меньше массы бревна.

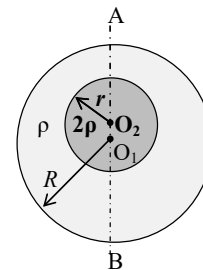


Чему равен угол наклона  $\alpha$  наклонной плоскости, при котором эта система находится в равновесии? Массой веревки пренебречь. Свисающие с блока отрезки веревки – вертикальны. Блок – гладкий.

**Задача 2 (10 баллов).** Небольшое тело массы  $m$ , имеющее положительный заряд  $+q$ , бросают с горизонтальной поверхности со скоростью  $v_0$  под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. На тело, в процессе движения, помимо гравитационного поля Земли, действует однородное электрическое поле, силовые линии которого параллельны горизонтальной поверхности и направлены так, что поначалу электрическое поле тормозит движение тела. Чему равна величина напряженности этого электрического поля, если тело спустя некоторое время возвращается в исходную точку? На какое максимальное расстояние по горизонтали от точки броска смещается тело в процессе движения? Считать, что в процессе движения тела ускорение свободного падения не меняется и равно  $g$ . Траектория тела в процессе движения лежит в одной и той же вертикальной плоскости. Сопротивлением воздуха пренебречь.

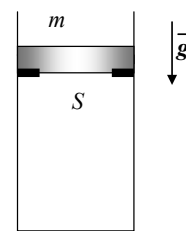
## Вариант: 12

**Задача 3 (10 баллов).** При исследовании планеты Икс было обнаружено, что ускорение свободного падения в разных точках поверхности планеты разное. Точные измерения ускорения свободного падения в двух полюсах планеты А и В, показали, что на полюсе А ускорение свободного падения на 10% больше, чем на полюсе В. Для объяснения этого эффекта была предложена следующая модель. Будем считать планету Икс однородным шаром радиусом  $R$ , имеющим плотность вещества  $\rho$  во всех точках планеты, за исключением точек, находящихся внутри аномальной сферической области, где плотность вещества  $2\rho$  (см. рисунок).



Принимая расстояние между центром планеты  $O_1$  и центром аномальной области  $O_2$  равным  $O_1O_2 = \frac{R}{5}$ , определите радиус  $r$  аномальной области, при котором соотношение между ускорениями свободного падения на полюсах планеты соответствует измеренным значениям. Какую долю составляет при этом масса вещества, заполняющего аномальную область, по отношению к массе всей планеты? Объем  $V$  шара радиусом  $R$  вычисляется по формуле:  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ .

**Задача 4 (10 баллов).** В вертикальном теплоизолированном сосуде под массивным поршнем находится идеальный газ, молярная теплоемкость которого при постоянном объеме равна  $c_{mV}$ . Снаружи сосуда – вакуум, поршень удерживается от падения тонкими упорами (см. рисунок). Начальное давление газа под поршнем  $p_1$ . Площадь поперечного сечения сосуда и поршня  $S$ . Под тяжестью поршня оба упора внезапно отваливаются и поршень падает вниз.



Считая известными значения относительного уменьшения объема газа  $\varepsilon_V = \frac{|\Delta V|}{V_1}$  и относительного увеличения его температуры  $\varepsilon_T = \frac{\Delta T}{T_1}$  после того, как поршень снова окажется в равновесии, найдите массу  $m$  поршня. Начальный объем газа  $V_1$  и его начальная температура  $T_1$  не известны. Трение между поршнем и стенками сосуда отсутствует.

**Задача 5 (15 баллов).** На вершине гладкого полусферического купола радиуса  $R$  находится небольшой шарик массы  $m$ . На него налетает такой же по размерам шарик, но массы  $2m$ . Происходит упругий центральный удар. Скорость налетающего шарика  $V$  – минимально возможная, чтобы шарик массы  $m$  сразу же после удара оторвался от купола. Чему равна скорость  $V$ ? На какой высоте от основания купола оторвется шарик массы  $2m$ , двигавшийся по куполу после удара?