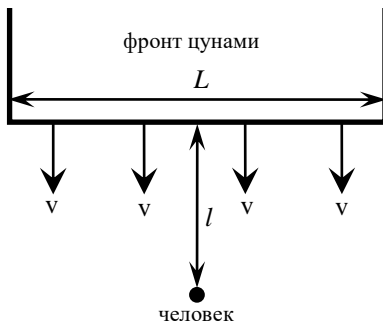


Задача 1. Катастрофы (8 баллов)

Часть А. Цунами (3 балла)

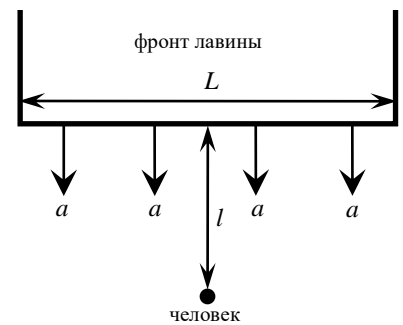
Человек, находящийся на суше, замечает цунами, которое приближается к нему со скоростью $v = 25$ км/ч и имеет ширину $L = 100$ м. Человек находится прямо напротив середины фронта цунами на расстоянии $l = 50$ м от него. Чтобы спастись, он начинает бежать с некоторой постоянной скоростью в неизменном направлении.



1. С какой минимальной скоростью u_{\min} должен бежать человек, чтобы не попасть под цунами?
2. Под каким углом к фронту цунами должен двигаться человек, если он движется со скоростью u_{\min} ?

Часть В. Лавина (3 балла)

Человек катается на лыжах по склону горы, которую можно считать наклонной плоскостью. В некоторый момент времени он замечает, что сверху срывается лавина шириной $L = 100$ м, движущаяся с постоянным ускорением $a = 5,0$ м/с². Человек находится прямо напротив середины фронта лавины на расстоянии $l = 100$ м от нее. Чтобы спастись, он начинает ехать с некоторой постоянной скоростью в неизменном направлении.



1. С какой минимальной скоростью u_{\min} должен ехать человек, чтобы не попасть под лавину?
2. Под каким углом к фронту лавины должен двигаться человек, если он движется со скоростью u_{\min} ?

Часть С. Черная дыра (2 балла)

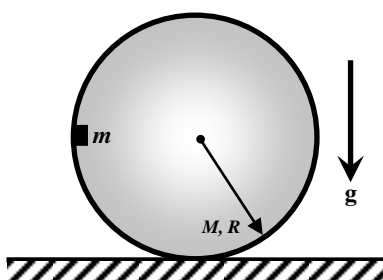
Космический корабль попадает в черную дыру и начинает падать на нее с начального расстояния R по спирали таким образом, что его радиальная v_r и тангенциальная v_t скорости



зависят от расстояния r до центра черной дыры по закону: $v_r = \alpha / r$ и $v_t = \beta r^2$, где α и β - некоторые известные постоянные величины. Радиальная скорость – это компонента вектора скорости v , направленная к центру черной дыры, а тангенциальная скорость – это компонента, перпендикулярная радиальной.

1. Какой угол составляет вектор скорости v с направлением на центр черной дыры в момент времени, когда расстояние до центра черной дыры сократилось вдвое и стало равным $R/2$?
2. Сколько времени прошло от начала падения до этого момента времени?

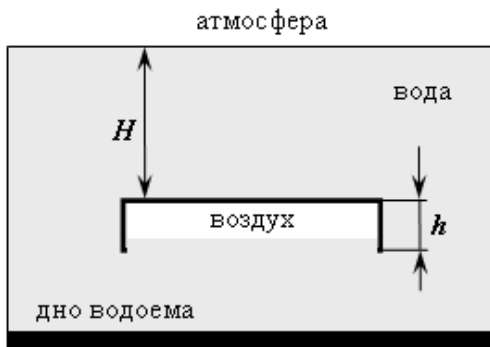
Задача 2. Настольный шар (8 баллов)



Небольшое тело массой m находится на внутренней поверхности полого шара массой M и радиуса R . В начальный момент времени скорости тела и шара равны нулю, а тело находится на высоте от горизонтального стола, равной радиусу шара (см. рис.). Найдите скорости тела и шара в тот момент, когда тело достигнет наинизшей точки. Трение между телом и внутренней поверхностью шара отсутствует. Рассмотрите отдельно два случая: 1) Трение

между шаром и столом отсутствует (3 балла); 2) Шар движется по столу без проскальзывания (5 баллов). Ускорение свободного падения равно g .

Задача 3. Пираты Карибского моря (6 баллов)



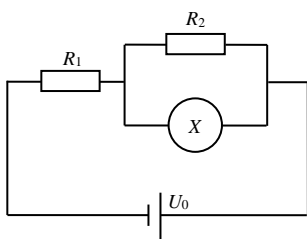
В голливудском приключенческом фильме «Пираты Карибского моря. Сундук мертвеца» два главных героя, капитан Джек Воробей и Уильям Тернер, прошли по дну водоема, используя следующий прием. Они перевернули лодку вверх дном и погрузили ее в воду, а затем использовали запертый воздух для дыхания под водой.

В данной задаче Вам предлагается проанализировать этот метод с физической точки зрения. Будем считать, что лодка прямоугольная, имеет поперечное сечение $S = 1.0 \text{ м}^2$, высоту $h = 0.50 \text{ м}$ и массу

$m = 30 \text{ кг}$. Дно лодки находится на расстоянии $H = 10 \text{ м}$ от поверхности воды, плотность воды $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$, средняя плотность тела человека $\rho = 1036 \text{ кг/м}^3$, плотность дерева, из которого изготовлена лодка, $\rho_0 = 700 \text{ кг/м}^3$, ускорение свободного падения $g = 9.80 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8.31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$, атмосферное давление $p_0 = 1.01 \times 10^5 \text{ Па}$, молярная масса воздуха $\mu = 29 \text{ г/моль}$. Температуру всюду считайте одинаковой и равной $T = 293 \text{ К}$.

1. Найдите силу давления воды на дно лодки. (1.0 балл)
2. Найдите плотность воздуха внутри лодки. (2.0 балла)
3. Какой суммарной массой должны обладать капитан Джек Воробей и Уильям Тернер для того, чтобы они могли идти по дну водоема с такой лодкой? (3 балла)

Задача 4. Электрическая дилемма (8 баллов)



Собрана электрическая схема, показанная на рисунке. Она содержит два постоянных резистора $R_1 = 3 \text{ Ом}$ и $R_2 = 1.5 \text{ Ом}$, а также некоторый съемный элемент X , на место которого можно вставлять различные приборы. Вся схема подключена к источнику постоянного напряжения U_0 , которое можно изменять, а его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало.

1. На место элемента X вставляется резистор сопротивлением $R = 3 \text{ Ом}$. Найдите минимальный и максимальный ток через вставленный резистор, если напряжение источника питания U_0 меняется от 3В до 36В. (1 балл)
2. На место элемента X вставляется нелинейный элемент, вольтамперная характеристика которого показана на рисунке внизу. Найдите ток через элемент X , если напряжение источника питания $U_0 = 18 \text{ В}$. (2 балла)
3. На место элемента X вставляется нелинейный элемент, вольтамперная характеристика которого показана на рисунке внизу. Найдите ток через элемент X , если напряжение источника питания $U_0 = 18 \text{ В}$. (2 балла)
4. На место элемента X вставляется нелинейный элемент, вольтамперная характеристика которого показана на рисунке внизу. Напряжение источника питания U_0 увеличивается с 0 до 30В, а затем обратно уменьшается с 30 до 0В. Постройте на одном графике соответствующие зависимости тока через элемент X от напряжения источника питания U_0 . (3 балла)

