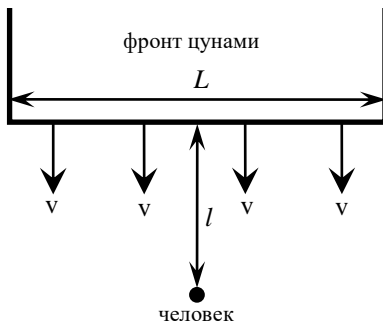


Задача 1. Апокалипсис-1 (8 баллов)

Часть А. Цунами (3 балла)

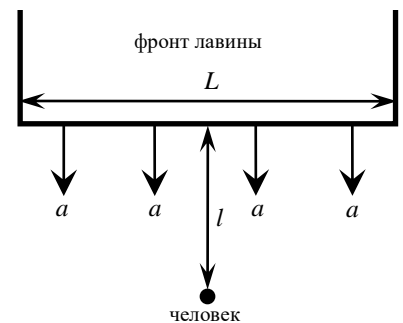
Человек, находящийся на суше, замечает цунами, которое приближается к нему со скоростью $v = 25$ км/ч и имеет ширину $L = 100$ м. Человек находится прямо напротив середины фронта цунами на расстоянии $l = 50$ м от него. Чтобы спастись, он начинает бежать с некоторой постоянной скоростью в неизменном 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. Апокалипсис-2 (8 баллов)

Столкновения астероидов с Землей играли важную роль в истории нашей планеты. Такие столкновения могут иметь очень опасные последствия для всего человечества и рассматриваются в апокалипсических сценариях. Для примера рассмотрим данные об орбите астероида Аполлон. Перигелий – минимальное расстояние до Солнца $r_{\min} = \beta R$, где $\beta = 0.65$, а R обозначает радиус круговой орбиты Земли. Афелий – максимальное расстояние от Солнца $r_{\max} = \alpha R$, где $\alpha = 2.30$. Известны следующие числовые значения: орбитальная скорость Земли $v_0 = 30.0$ км/с, радиус Земли $R_0 = 6400$ км, ускорение свободного падения на поверхности Земли $g = 9.80$ м/с². Считайте,

Республиканская олимпиада. Теоретический тур, 9 класс. Актобе, 2012

что орбиты Аполлона и Земли лежат в одной плоскости и их вращение вокруг Солнца происходит в одном направлении.

1. Пренебрегая силой притяжения Земли, найдите скорость астероида v вблизи Земли в системе отсчета, связанной с Солнцем. (2 балла)
2. Вычислите тангенциальную и радиальную скорости v_t и v_r этой скорости, то есть компоненты вектора скорости, перпендикулярные и параллельные вектору, проведенному из центра Солнца к положению астероида. (3 балла)
3. Найдите эти же компоненты u_t и u_r в системе отсчета, связанной с Землей. (1 балл)
4. Найдите скорость астероида w при его вхождении в атмосферу Земли на высоте $h = 100$ км. (2 балла)

Задача 3. Адские стержни (7 баллов)

Два одинаковых стержня, имеющих длину l_0 при температуре $T_0 = 273.15$ К, изготовлены из необычного материала, имеющего коэффициент линейного расширения $\alpha \ll 1$. Необычность материала заключается в том, что его удельная теплоемкость зависит от температуры линейно $c = \beta T$. Один стержень нагрели до температуры T_1 , а другой до температуры $T_2 > T_1$.

1. Чему равны длины стержней l_1 и l_2 ? (1 балл)

Стержни привели в тепловой контакт друг с другом.

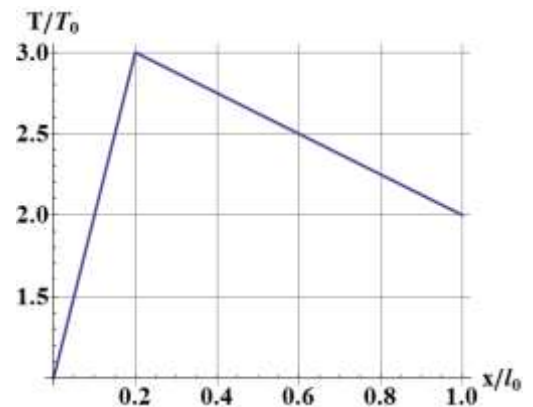
2. Чему равна установившаяся температура стержней? (1 балл)
3. Увеличится или уменьшится суммарная длина стержней до и после приведения в тепловой контакт? Ответ обоснуйте. (1 балл)

Теперь снова берут один стержень и нагревают так, что разные его точки имеют разную температуру. График зависимости температуры стержня T от расстояния x до одного из концов имеет вид, представленный на рисунке справа (учтено, что $\alpha \ll 1$!).

4. Чему равна длина стержня в этом случае? (2 балла)

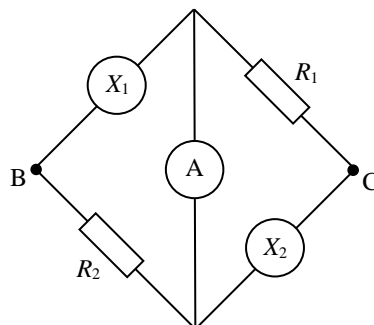
Стержень предоставляют самому себе и в результате теплопроводности температура вдоль стержня выравнивается.

5. Чему равна установившаяся температура стержня? (2 балла)



Задача 4. Адский мостик (7 баллов)

Была собрана схема, изображенная на рисунке внизу. В ней есть два сопротивления, $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 1/50$ Ом соответственно. К точкам В и С можно подключать источник постоянного напряжения, а амперметр А показывает текущий через него ток. Элементы X_1 и X_2 – съемные, на их место можно подключать различные приборы.



Республиканская олимпиада. Теоретический тур, 9 класс. Актобе, 2012

1. В качестве элемента X_1 было подключено сопротивление $R = 2$ Ом. Какое сопротивление R_x надо подключить в качестве X_2 , чтобы показания амперметра оставались нулевыми при любом значении напряжения, приложенного к точкам В и С. (3 балла)
2. В качестве элемента X_1 был подключен прибор, вольтамперная характеристика показана на рисунке внизу. Вольтамперная характеристика – это зависимость тока, протекающего через прибор, от приложенного к нему напряжения. Постройте вольтамперную характеристику прибора, который нужно подключить в качестве элемента X_2 , чтобы показания амперметра оставались нулевыми при любом значении напряжения, приложенного к точкам В и С. Напряжение на вольтамперной характеристике должно меняться в диапазоне от 0 до 5В. (4 балла)

