

8 класс

1. (30 баллов) Два туриста выходят из исходного пункта с интервалом в полчаса и идут по прямому маршруту в другой пункт, находящийся в 20 км. Режим движения каждого туриста состоит из чередующихся 50-минутных интервалов ходьбы и 10-минутных привалов. Вышедший позднее турист шел быстрее и прибыл в пункт назначения на полчаса раньше другого, затратив на дорогу 3 час 50 мин. Каким было максимальное расстояние между туристами на маршруте (15 баллов)? Чему равнялась максимальная относительная скорость туристов (15 баллов)?

Ответ: Максимальное расстояние равно 2,4 км. Максимальная относительная скорость равна 6 км/ч.

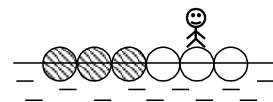
Решение: Режим движения «быстрого» туриста состоял из 4 интервалов ходьбы и 3 привалов. Чистое время ходьбы этого туриста составило 200 мин и, следовательно, скорость ходьбы равнялась 6 км/ч. «Медленный» турист затратил на дорогу 4 ч 50 мин, и режим его движения состоял из 5 интервалов ходьбы и 4 привалов. У него чистое время ходьбы было 250 мин, а скорость ходьбы – 4,8 км/ч. Относительная скорость туристов была максимальной тогда, когда «быстрый» турист шел, а «медленный» находился на привале. Таким образом, максимальное значение относительной скорости равно скорости «быстрого» туриста, т.е. 6 км/ч. Расстояние между туристами было максимальным (2,4 км) в два момента времени – в момент начала движения «быстрого» туриста из исходного пункта и в момент его прихода в пункт назначения.

Разбалловка: Найдены скорости туристов – по 5 баллов

Найдено максимальное расстояние – 10 баллов

Найдена максимальная относительная скорость – 10 баллов

2. (40 баллов) Плот является жесткой конструкцией из шести бревен одинаковой длины и диаметра: трех – из дерева одной плотности (заштрихованы на рисунке) и трех – из дерева другой плотности (не заштрихованы). Когда человек стоит на втором бревне с краю, плот занимает горизонтальное положение, и каждое бревно погружено в воду до половины (см. рисунок). То же бревно, взятое отдельно от плота, удерживает стоящего на нем человека, полностью погрузившись в воду. Во сколько раз масса плота больше массы человека (20 баллов)? Чему равно отношение плотностей дерева, из которого сделан плот (20 баллов)?



Ответ: Отношение плотностей равно 2. Масса плота в 3 раза больше массы человека.

Решение: Незаштрихованные бревна, очевидно, сделаны из дерева меньшей плотности. Обозначим массу заштрихованного бревна через M , незаштрихованного – через m , а массу человека через m_0 . Запишем условие плавания плота с человеком

$$(3M + 3m + m_0)g = 6F_A/2, \quad (1)$$

и условие удержания человека полностью погруженным бревном

$$(m + m_0)g = F_A. \quad (2)$$

В формулах (1), (2) g – ускорение свободного падения, а F_A – сила Архимеда, действующая на полностью погруженное бревно. Запишем далее равенство нулю суммы моментов действующих на плот сил (плот находится в равновесии). Это равенство удобно писать относительно центра плота, поскольку действующая на плот сила Архимеда равномерно распределена по плоту (все бревна погружены одинаково) и момент этой силы относительно центра плота равен нулю. Учитывая также, что человек давит на плот с силой m_0g , получаем

$$3Mg - (3m + m_0)g = 0. \quad (3)$$

Из уравнений (1), (2) и (3) находим, что $M/m = 2$ и $(3M + 3m)/m_0 = 3$. Поскольку бревна имеют одинаковый объем, отношение плотностей дерева равно отношению масс бревен.

Разбалловка: Записано условие плавания плота с человеком – 5 баллов

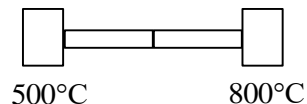
Записано условие удержания человека одним бревном – 5 баллов

Записано уравнение моментов – 10 баллов

Найдено отношение масс плота и человека – 10 баллов

Найдено отношение плотностей дерева – 10 баллов

3. (30 баллов) Два стержня с высокой теплопроводностью приведены в тепловой контакт через торцы друг с другом и с двумя термостатами, температуры которых поддерживаются равными 500°C и 800°C (см. рисунок). Считая, что поток тепла через каждый из трех контактов пропорционален (с одинаковым коэффициентом) разности температур контактирующих тел, найти установившиеся температуры стержней. Потери тепла через боковые поверхности стержней пренебречь.



Ответ: Температуры стержней равны 600°C и 700°C .

Решение: Обозначим через T_1 температуру стержня, контактирующего с термостатом температуры 500°C , и через T_2 – стержня, контактирующего с термостатом температуры 800°C (из-за высокой теплопроводности стержней температура практически одинакова в пределах каждого стержня). В стационарном состоянии потоки тепла через все контакты должны быть одинаковы (чтобы температура стержня была постоянной, количество тепла сообщаемое стержню в единицу времени через один торец должно равняться количеству тепла, уходящему из стержня за то же время через другой торец). Отсюда следует, что разности температур на всех контактах должны быть одинаковы, т.е.

$$800^{\circ}\text{C} - T_2 = T_2 - T_1, \quad T_2 - T_1 = T_1 - 500^{\circ}\text{C}.$$

Полученные уравнения позволяют найти T_1 и T_2 .

Разбалловка: Понято, что поток тепла одинаков через все контакты – 10 баллов

Записаны уравнения связи перепадов температур – по 5 баллов

Найдены температуры стержней – по 5 баллов