

ОТВЕТЫ, РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКИ

8 класс

1. (30 баллов) Группа туристов совершила однодневный поход, сделав получасовой привал после прохождения половины маршрута. Сколько времени занял поход, если до 10 часов и после 12 часов туристы прошли по 40% всего пути? В какое время начался привал?

Ответ. Поход занял 8 часов. Привал начался в 10 часов 45 минут.

Решение. Привал, очевидно, был в интервале от 10 до 12 часов. В этом интервале времени туристы двигались 1,5 часа и прошли 20% всего пути. Отсюда можно заключить, что на прохождение 100% пути они затратили в 5 раз большее время, т.е. 7,5 часа. Следовательно, весь поход (с привалом) занял 8 часов. Поскольку пути, пройденные до и после привала одинаковы, то одинаковы и времена движения до и после привала. Следовательно, время движения от 10 часов до начала привала равнялось времени движения от конца привала до 12 часов, т.е. привал начался в 10 часов 45 минут.

Разбалловка. Понято, что с 10 до 12 часов туристы прошли 20% пути – 5 баллов.

Понято, что привал был в интервале от 10 до 12 часов – 5 баллов.

Понято, что 20% пути туристы прошли за 1,5 часа – 5 баллов.

Найдено время похода – 5 баллов.

Найдено время начала привала – 10 баллов.

2. (40 баллов) В термос, до краев наполненный 1 кг воды с температурой 100° , в одном случае поместили 0,2 кг льда с температурой 0° , а в другом – сначала 0,1 кг льда с температурой 0° , а после установления теплового равновесия еще 0,1 кг льда с той же температурой. Считая, что плотность воды не зависит от температуры, найти разность конечных температур в термосе в двух случаях. Удельная теплоемкость воды равна $4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{град)}$, удельная теплота плавления льда равна 333 кДж/кг .

Ответ. Конечные температуры отличаются примерно на $1,8^\circ$.

Решение. В первом случае лед сразу вытеснит из термоса 0,2 кг воды, и дальнейший теплообмен пойдет между 0,2 кг льда и 0,8 кг воды. В ходе теплообмена весь лед растает, и получившаяся при этом вода нагреется до некоторой конечной температуры t_1 за счет охлаждения кипятка до этой же температуры. Запишем уравнение теплового баланса в виде

$$4,2 \cdot 0,8 \cdot (100^\circ - t_1) = 333 \cdot 0,2 + 4,2 \cdot 0,2 \cdot (t_1 - 0^\circ),$$

откуда находим конечную температуру в первом случае: $t_1 \approx 64,14^\circ$.

Во втором случае первый кусок льда вытеснит из термоса 0,1 кг кипятка, при этом уравнение теплового баланса следует записывать как

$$4,2 \cdot 0,9 \cdot (100^\circ - t_2) = 333 \cdot 0,1 + 4,2 \cdot 0,1 \cdot (t_2 - 0^\circ),$$

откуда находим промежуточную установившуюся температуру $t_2 \approx 82,07^\circ$. Перед помещением в термос второго куска льда в термосе находится 1 кг воды при температуре t_2 . Вторым куском льда вытеснит 0,1 кг воды, так что теплообмен будет проходить между этим куском льда и 0,9 кг воды с начальной температурой t_2 . Уравнение теплового баланса запишем в виде

$$4,2 \cdot 0,9 \cdot (t_2 - t_3) = 333 \cdot 0,1 + 4,2 \cdot 0,1 \cdot (t_3 - 0^\circ),$$

откуда находим конечную температуру во втором случае: $t_3 = 0,9t_2 - 333/42 \approx 65,93^\circ$.

Окончательно для разности температур получаем: $t_3 - t_1 \approx 1,79^\circ$.

Разбалловка. Записано уравнение теплового баланса в первом случае – 5 баллов.

Найдена температура t_1 – 5 баллов.

Записано уравнение теплового баланса для первой части второго случая – 5 баллов.

Найдена температура t_2 – 5 баллов.

Записано уравнение для второй части второго случая – 10 баллов.

Найдена температура t_3 – 5 баллов.

Получен правильный ответ – 5 баллов.

3. (30 баллов) На дне цилиндрического сосуда лежит наполовину погруженный в воду шар. После доливания в сосуд воды шар стал плавать, а после того, как сосуд закрыли крышкой, оказался погруженным в воду на $3/4$ своего объема, действуя на крышку с такой же по величине силой, с какой вначале давил на дно. На какую часть своего объема шар был погружен при плавании?

Ответ. Плавающий шар был погружен на $5/8$ своего объема.

Решение. Запишем баланс действующих на шар сил в начальном положении в виде

$$mg = \frac{1}{2}F_A + N,$$

где mg – сила тяжести, F_A – сила Архимеда, которая действовала бы на полностью погруженный в воду шар, и N – сила реакции дна. Для конечного положения баланс сил имеет вид

$$mg + N = \frac{3}{4}F_A,$$

где N теперь имеет смысл силы реакции крышки. Исключая из записанных уравнений силу N , приходим к соотношению

$$mg = \frac{5}{8}F_A,$$

которое имеет смысл баланса сил при плавании шара. Как можно заключить, плавающий шар погружен на $5/8$ своего объема.

Разбалловка. Записан баланс сил для начального положения – 5 баллов.

Записан баланс сил для конечного положения – 5 баллов.

Записан баланс сил для плавающего шара – 5 баллов.

Получен ответ – 15 баллов.

ОТВЕТЫ, РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКИ

8 класс

1. (30 баллов) Группа туристов совершила однодневный поход, сделав получасовой привал после прохождения половины маршрута. Сколько времени занял поход, если до 10 часов и после 12 часов 30 минут туристы прошли по 30% всего пути? В какое время начался привал?

Ответ. Поход занял 5,5 часа. Привал начался в 11 часов.

Решение. Привал, очевидно, был в интервале от 10 до 12 часов 30 минут. В этом интервале времени туристы двигались 2 часа и прошли 40% всего пути. Отсюда можно заключить, что на прохождение 100% пути они затратили в 2,5 раз большее время, т.е. 5 часов. Следовательно, весь поход (с привалом) занял 5,5 часа. Поскольку пути, пройденные до и после привала одинаковы, то одинаковы и времена движения до и после привала. Следовательно, время движения от 10 часов до начала привала равнялось времени движения от конца привала до 12 часов 30 минут, т.е. привал начался в 11 часов.

Разбалловка. Понято, что с 10 до 12.30 туристы прошли 40% пути – 5 баллов.

Понято, что привал был в интервале от 10 до 12.30 – 5 баллов.

Понято, что 40% пути туристы прошли за 2 часа – 5 баллов.

Найдено время похода – 5 баллов.

Найдено время начала привала – 10 баллов.

2. (40 баллов) В термос, до краев наполненный 1 кг воды с температурой 100° , в одном случае поместили 0,2 кг льда с температурой 0° , а в другом – сначала 0,1 кг льда с температурой 0° , а после установления теплового равновесия еще 0,1 кг льда с той же температурой. Считая, что плотность воды не зависит от температуры, найти разность конечных температур в термосе в двух случаях. Удельная теплоемкость воды равна $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$, удельная теплота плавления льда равна $333 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Ответ. Конечные температуры отличаются примерно на $1,8^\circ$.

Решение. В первом случае лед сразу вытеснит из термоса 0,2 кг воды, и дальнейший теплообмен пойдет между 0,2 кг льда и 0,8 кг воды. В ходе теплообмена весь лед растает, и получившаяся при этом вода нагреется до некоторой конечной температуры t_1 за счет охлаждения кипятка до этой же температуры. Запишем уравнение теплового баланса в виде

$$4,2 \cdot 0,8 \cdot (100^\circ - t_1) = 333 \cdot 0,2 + 4,2 \cdot 0,2 \cdot (t_1 - 0^\circ),$$

откуда находим конечную температуру в первом случае: $t_1 \approx 64,14^\circ$.

Во втором случае первый кусок льда вытеснит из термоса 0,1 кг кипятка, при этом уравнение теплового баланса следует записывать как

$$4,2 \cdot 0,9 \cdot (100^\circ - t_2) = 333 \cdot 0,1 + 4,2 \cdot 0,1 \cdot (t_2 - 0^\circ),$$

откуда находим промежуточную установившуюся температуру $t_2 \approx 82,07^\circ$. Перед помещением в термос второго куска льда в термосе находится 1 кг воды при температуре t_2 . Второй кусок льда вытеснит 0,1 кг воды, так что теплообмен будет проходить между этим куском льда и 0,9 кг воды с начальной температурой t_2 . Уравнение теплового баланса запишем в виде

$$4,2 \cdot 0,9 \cdot (t_2 - t_3) = 333 \cdot 0,1 + 4,2 \cdot 0,1 \cdot (t_3 - 0^\circ),$$

откуда находим конечную температуру во втором случае: $t_3 = 0,9t_2 - 333/42 \approx 65,93^\circ$.

Окончательно для разности температур получаем: $t_3 - t_1 \approx 1,79^\circ$.

Разбалловка. Записано уравнение теплового баланса в первом случае – 5 баллов.

Найдена температура t_1 – 5 баллов.

Записано уравнение теплового баланса для первой части второго случая – 5 баллов.

Найдена температура t_2 – 5 баллов.

Записано уравнение для второй части второго случая – 10 баллов.

Найдена температура t_3 – 5 баллов.

Получен правильный ответ – 5 баллов.

3. (30 баллов) На дне цилиндрического сосуда лежит наполовину погруженный в воду шар. После доливания в сосуд воды шар стал плавать, а после того, как сосуд закрыли крышкой, оказался погруженным в воду на $5/6$ своего объема, действуя на крышку с такой же по величине силой, с какой вначале давил на дно. На какую часть своего объема шар был погружен при плавании?

Ответ. Плавающий шар был погружен на $2/3$ своего объема.

Решение. Запишем баланс действующих на шар сил в начальном положении в виде

$$mg = \frac{1}{2}F_A + N,$$

где mg – сила тяжести, F_A – сила Архимеда, которая действовала бы на полностью погруженный в воду шар, и N – сила реакции дна. Для конечного положения баланс сил имеет вид

$$mg + N = \frac{5}{6}F_A,$$

где N теперь имеет смысл силы реакции крышки. Исключая из записанных уравнений силу N , приходим к соотношению

$$mg = \frac{2}{3}F_A,$$

которое имеет смысл баланса сил при плавании шара. Как можно заключить, плавающий шар погружен на $2/3$ своего объема.

Разбалловка. Записан баланс сил для начального положения – 5 баллов.

Записан баланс сил для конечного положения – 5 баллов.

Записан баланс сил для плавающего шара – 5 баллов.

Получен ответ – 15 баллов.