

## ОТВЕТЫ, РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКИ

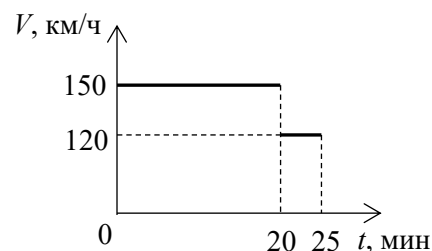
## Вариант 1.

## 8 класс

1. (30 баллов) Прямолинейное шоссе между двумя пунктами имеет два участка равной длины 30 км. Разрешенная скорость составляет 90 км/час на одном участке и 60 км/час на другом. Два автомобиля одновременно выезжают из пунктов навстречу друг другу и в течение всего времени движения поддерживают максимальные разрешенные скорости. Нарисовать график зависимости скорости сближения автомобилей от времени от начала движения до момента встречи.

**Ответ.** См. рисунок.

**Решение.** Пока ни один из автомобилей не достиг границы двух участков, их скорость сближения составляет  $90 + 60 = 150$  км/ч. Через время  $30 \text{ км} : 90 \text{ км/ч} = 1/3 \text{ ч} = 20 \text{ мин}$  автомобиль, двигающийся со скоростью 90 км/ч, достигнет границы и начнет двигаться со скоростью 60 км/ч. При этом скорость сближения упадет до 120 км/час. За время  $1/3 \text{ ч}$  автомобиль, двигающийся со скоростью 60 км/ч пройдет 20 км и окажется на расстоянии 10 км от другого автомобиля. От этого момента до встречи пройдет время  $10 \text{ км} : 120 \text{ км/ч} = 1/12 \text{ ч} = 5 \text{ мин}$ . По рассчитанным данным строим график зависимости скорости сближения  $V$  от времени  $t$ .



**Разбалловка.** Найдена скорость сближения на первом этапе – 5 баллов.  
 Найдено время сближения с этой скоростью – 5 баллов.  
 Найдена скорость сближения на втором этапе – 5 баллов.  
 Найдено время сближения с этой скоростью – 10 баллов.  
 Построен график – 5 баллов.

2. (30 баллов) Пять тел, удельные теплоемкости которых одинаковы и массы которых относятся как 1:2:3:4:5, имеют температуры, равные соответственно  $5t_0$ ,  $5t_0/2$ ,  $5t_0/3$ ,  $5t_0/4$ ,  $t_0$ . Какая установится температура, если тела привести в тепловой контакт?

**Ответ.** Установившаяся температура равна  $\frac{5}{3}t_0$ .

**Решение.** Поскольку заранее точно не известно, какие именно тела отдают тепло, а какие получают, то уравнение теплового баланса запишем в виде

$$Cm(5t_0 - \Theta) + 2Cm\left(\frac{5t_0}{2} - \Theta\right) + 3Cm\left(\frac{5t_0}{3} - \Theta\right) + 4Cm\left(\frac{5t_0}{4} - \Theta\right) + 5Cm(t_0 - \Theta) = 0,$$

где  $C$  – удельная теплоемкость,  $m$  – масса самого легкого из тел,  $\Theta$  – конечная температура тел. Из записанного уравнения находим, что

$$\Theta = \frac{5}{3}t_0.$$

Также ответ можно получить, рассматривая последовательное приведение тел в тепловой контакт.

**Разбалловка.** Записано общее уравнение (или несколько последовательных уравнений) теплового баланса – 20 баллов.  
 Получен правильный ответ – 10 баллов.

3. (40 баллов) Один шар массой  $m$  равномерно всплывает в вязкой жидкости, а второй, имеющий равный с ним радиус и массу  $2m$ , равномерно погружается в этой жидкости с той же скоростью. Чему будет равна сила натяжения нити, если ей связать эти шары и поместить их в ту же жидкость? Ускорение свободного падения равно  $g$ .

**Ответ.** Сила натяжения нити будет равна  $mg/2$ .

**Решение.** При равномерном всплытии шара массой  $m$  действующая на него сила Архимеда  $F_A$  уравновешена суммой сил тяжести  $mg$  и сопротивления  $F_c$ :

$$F_A = mg + F_c.$$

При равномерном погружении шара массой  $2m$  баланс сил имеет вид

$$2mg = F_A + F_c.$$

Здесь учтено, что действующие на шары силы Архимеда равны вследствие равенства их радиусов, а силы сопротивления равны из-за равенства радиусов и скоростей всплытия и погружения.

Из записанных соотношений находим, что

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

Поскольку сумма действующих на шары сил Архимеда  $2F_A$  равна сумме сил тяжести  $3mg$ , то связанные нитью шары будут иметь нулевую плавучесть, т.е. будут неподвижно плавать в объеме жидкости в положении с вертикальной (натянутой) нитью, шаром меньшей массы вверх и шаром большей массы вниз. (Данное состояние будет устанавливаться независимо от того, как именно связанные шары поместили в жидкость.) Записывая условие плавания любого из шаров, например, верхнего в виде

$$F_A = mg + T,$$

где  $T$  – сила натяжения нити, получаем

$$T = \frac{mg}{2}.$$

**Разбалловка.** Записан баланс сил для всплывающего шара – 5 баллов.

Записан баланс сил для погружающегося шара – 5 баллов.

Найдена сила Архимеда – 10 баллов.

Сделан вывод о балансе суммарных сил – 5 баллов.

Понято состояние связанных шаров – 5 баллов.

Найдена сила натяжения нити – 10 баллов.

ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2024-2025

Физика, I тур, вариант 2

ОТВЕТЫ, РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКИ

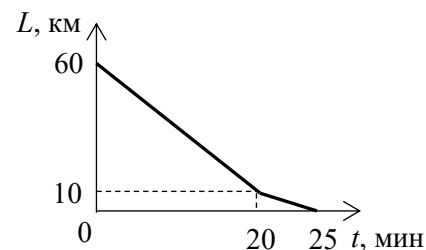
Внимание: квант оценки равен 5 (можно ставить только 0, 5, 10, 15 и т. д. баллов)!

8 класс

1. (30 баллов) Прямолинейное шоссе между двумя пунктами имеет два участка равной длины 30 км. Разрешенная скорость составляет 90 км/час на одном участке и 60 км/час на другом. Два автомобиля одновременно выезжают из пунктов навстречу друг другу и в течение всего времени движения поддерживают максимальные разрешенные скорости. Нарисовать график зависимости расстояния между автомобилями от времени от начала движения до момента встречи.

**Ответ.** См. рисунок.

**Решение.** Пока ни один из автомобилей не достиг границы двух участков, их скорость сближения постоянна и составляет  $90 + 60 = 150$  км/ч. При этом расстояние между автомобилями уменьшается равномерно со временем от начального значения 60 км. Через время  $30 \text{ км} : 90 \text{ км/ч} = 1/3 \text{ ч} = 20 \text{ мин}$  автомобиль, двигающийся со скоростью 90 км/ч, достигнет границы. За это время расстояние между автомобилями сократится до  $60 - 150 \cdot 1/3 = 10$  км. После того как достигший границы автомобиль начнет двигаться со скоростью 60 км/ч, скорость сближения упадет до 120 км/час. От этого момента до встречи пройдет время  $10 \text{ км} : 120 \text{ км/ч} = 1/12 \text{ ч} = 5 \text{ мин}$ . По рассчитанным данным строим график зависимости расстояния  $L$  от времени  $t$ .



**Разбалловка.** Найдено время достижения границы автомобилем – 5 баллов.

Найдено расстояние между автомобилями в этот момент – 10 баллов.

Найдено время до встречи – 5 баллов.

Построен график – 10 баллов.

2. (30 баллов) Пять тел, удельные теплоемкости которых одинаковы и массы которых относятся как 1:2:3:4:5, имеют температуры, равные соответственно  $5t_0$ ,  $5t_0/2$ ,  $5t_0/3$ ,  $5t_0/4$ ,  $t_0$ . Какая установится температура, если тела привести в тепловой контакт?

**Ответ.** Установившаяся температура равна  $\frac{5}{3} t_0$ .

**Решение.** Поскольку заранее точно не известно, какие именно тела отдают тепло, а какие получают, то уравнение теплового баланса запишем в виде

$$Cm(5t_0 - \Theta) + 2Cm\left(\frac{5t_0}{2} - \Theta\right) + 3Cm\left(\frac{5t_0}{3} - \Theta\right) + 4Cm\left(\frac{5t_0}{4} - \Theta\right) + 5Cm(t_0 - \Theta) = 0,$$

где  $C$  – удельная теплоемкость,  $m$  – масса самого легкого из тел,  $\Theta$  – конечная температура тел. Из записанного уравнения находим, что

$$\Theta = \frac{5}{3} t_0.$$

Также ответ можно получить, рассматривая последовательное приведение тел в тепловой контакт.

**Разбалловка.** Записано общее уравнение (или несколько последовательных уравнений) теплового баланса – 20 баллов.  
Получен правильный ответ – 10 баллов.

**3. (40 баллов)** Один шар массой  $m$  равномерно всплывает в вязкой жидкости, а второй, имеющий равный с ним радиус и массу  $3m$ , равномерно погружается в этой жидкости с той же скоростью. Чему будет равна сила натяжения нити, если ей связать эти шары и поместить их в ту же жидкость? Ускорение свободного падения равно  $g$ .

**Ответ.** Сила натяжения нити будет равна  $mg$ .

**Решение.** При равномерном всплытии шара массой  $m$  действующая на него сила Архимеда  $F_A$  уравновешена суммой сил тяжести  $mg$  и сопротивления  $F_c$ :

$$F_A = mg + F_c.$$

При равномерном погружении шара массой  $3m$  баланс сил имеет вид

$$3mg = F_A + F_c.$$

Здесь учтено, что действующие на шары силы Архимеда равны вследствие равенства их радиусов, а силы сопротивления равны из-за равенства радиусов и скоростей всплытия и погружения.

Из записанных соотношений находим, что

$$F_A = 2mg.$$

Поскольку сумма действующих на шары сил Архимеда  $2F_A$  равна сумме сил тяжести  $4mg$ , то связанные нитью шары будут иметь нулевую плавучесть, т.е. будут неподвижно плавать в объеме жидкости в положении с вертикальной (натянутой) нитью, шаром меньшей массы сверху и шаром большей массы внизу. (Данное состояние будет устанавливаться независимо от того, как именно связанные шары поместили в жидкость.) Записывая условие плавания любого из шаров, например, верхнего в виде

$$F_A = mg + T,$$

где  $T$  – сила натяжения нити, получаем

$$T = mg.$$

**Разбалловка.** Записан баланс сил для всплывающего шара – 5 баллов.  
Записан баланс сил для погружающегося шара – 5 баллов.  
Найдена сила Архимеда – 10 баллов.  
Сделан вывод о балансе суммарных сил – 5 баллов.  
Понято состояние связанных шаров – 5 баллов.  
Найдена сила натяжения нити – 10 баллов.