

Всероссийская олимпиада школьников по физике
Муниципальный этап
2024/25 учебный год
Решение
7 класс

Задача 1.

Скороход, бегущий вдоль экватора в направлении вращения Земли, за три часа преодолел расстояние, равное $1/24$ длины экватора. На какой угол повернулся скороход вокруг земной оси с точки зрения внеземного наблюдателя, покоящегося относительно земной оси?

Решение:

В системе Земли скороход повернулся вокруг оси на угол

$$\varphi_1 = 360^\circ \cdot \frac{1}{24} = 15^\circ.$$

За три часа Земля повернулась вокруг оси на угол

$$\varphi_2 = 360^\circ \cdot \frac{3 \text{ ч}}{24 \text{ ч}} = 45^\circ.$$

Поскольку скороход бежит в направлении вращения Земли, с точки зрения внеземного наблюдателя он повернется вокруг земной оси на угол

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 = 15^\circ + 45^\circ = 60^\circ.$$

Ответ: 60° .

Критерии оценивания (10 баллов):

№	Пункт разбалловки	Балл
1	Найден угол поворота скорохода в системе Земли	3
2	Найден угол поворота Земли	3
3	Найден угол поворота скорохода с точки зрения внеземного наблюдателя	4

Задача 2.

В двух сосудах налиты жидкости. В первом сосуде налита жидкость A с плотностью 1200 кг/м^3 , а во втором сосуде – жидкость B . Из второго сосуда зачерпнули жидкость B объемом V , долили её в первый сосуд и перемешали. Затем зачерпнули объем V полученной смеси A' из первого сосуда, долили во второй сосуд к жидкости B , перемешали и получили смесь B' . Если плотности смесей A' и B' одинаковы, то чему равна плотность жидкости B . (Считайте, что объем смеси равен сумме объемов веществ, из которых эта смесь состоит.)

Решение:

Пусть V_A и V_B – объем жидкости A и объем жидкости B соответственно; ρ_A и ρ_B – плотность жидкости A и плотность жидкости B соответственно.

Плотность смеси A' можно найти по формуле

$$\rho_{A'} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V}{V_A + V}.$$

Плотность смеси B' можно найти по формуле

$$\rho_{B'} = \frac{\rho_B (V_B - V) + \rho_{A'} V}{(V_B - V) + V}.$$

По условию $\rho_{A'} = \rho_{B'}$, тогда

$$\rho_{A'} = \frac{\rho_B (V_B - V) + \rho_{A'} V}{(V_B - V) + V}.$$

После преобразований получаем, что $\rho_{A'} = \rho_B$. Тогда

$$\rho_B = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V}{V_A + V}.$$

После преобразований получаем, что $\rho_B = \rho_A = 1200 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: 1200 кг/м^3 .

Критерии оценивания (10 баллов):

№	Пункт разбалловки	Балл
1	Получена формула для определения плотности смеси A'	3
2	Получена формула для определения плотности смеси B'	3
3	Найдена плотность жидкости B	4

Примечание: Решение должно содержать обоснование того, что плотность жидкости B равна плотности жидкости A . Если в решении указано только то, что $\rho_B = 1200 \text{ кг/м}^3$, то ставится 1 балл.

Задача 3.

Спортсмен участвует в триатлоне, где нужно пройти три этапа: плавание, велогонка и бег. Всего ему нужно преодолеть дистанцию 226 км. Когда спортсмен прошел плавательный и велогоночный этапы, его средняя скорость на этом участке дистанции была равна 25,2 км/ч. Средняя скорость спортсмена на беговом этапе была равна 14 км/ч. В результате оказалось, что на прохождение всего пути он затратил 10,3 ч. Определите расстояние, которое должен пробежать спортсмен на последнем этапе.

Решение:

Всю дистанцию l можно определить по формуле

$$l = v_{\text{cp}} t \quad (1)$$

или

$$l = v_{\text{cp1}}(t_1 + t_2) + v_3 t_3, \quad (2)$$

где v_{cp} – средняя скорость спортсмена на всей дистанции; v_{cp1} – средняя скорость спортсмена на участке дистанции, равном длине плавательного и велогоночного этапов; v_3 – средняя скорость спортсмена на беговом этапе; t – время, за которое спортсмен прошел всю дистанцию; t_1 , t_2 , t_3 , – время прохождения плавательного, велогоночного и бегового этапа соответственно.

Приравняем формулы (1) и (2)

$$v_{\text{cp}}t = v_{\text{cp1}}(t_1 + t_2) + v_3t_3,$$

$$v_{\text{cp}}t = v_{\text{cp1}}(t_1 + t_2) + v_3(t - (t_1 + t_2)),$$

$$t_1 + t_2 = \frac{v_{\text{cp}} - v_3}{v_{\text{cp1}} - v_3}t. \quad (3)$$

Расстояние, которое должен пробежать спортсмен равно

$$l_3 = v_3t_3 = v_3(t - (t_1 + t_2)) = \frac{v_3(v_{\text{cp1}}t - l)}{v_{\text{cp1}} - v_3} = \frac{14 \cdot (25,2 \cdot 10,3 - 226)}{25,2 - 14} = 41,95 \text{ км}. \quad (4)$$

Ответ: 41,95 км.

Критерии оценивания (10 баллов):

№	Пункт разбалловки	Балл
1	Записана формула (1)	1
2	Записана формула (2)	2
3	Получена формула (3)	3
4	Получена формула (4)	3
5	Сделаны правильные арифметические расчеты и дан правильный ответ	1

Задача 4.

Велосипедист выехал из Глупово в Знаево. Чтобы засечь время своего движения, в момент начала движения он включил секундомер. Во время движения он заметил на обочине дороги знаки с указанными на них расстояниями до Знаево. Иногда он фиксировал время, когда проезжал мимо такого знака, и расстояние, указанное на нем. Полученные данные он занес в таблицу. Велосипедист старался ехать с постоянной скоростью.

x , км	36	32	28	26	22	18	14	10	6
t , мин	20	34	50	60	76	92	104	114	130

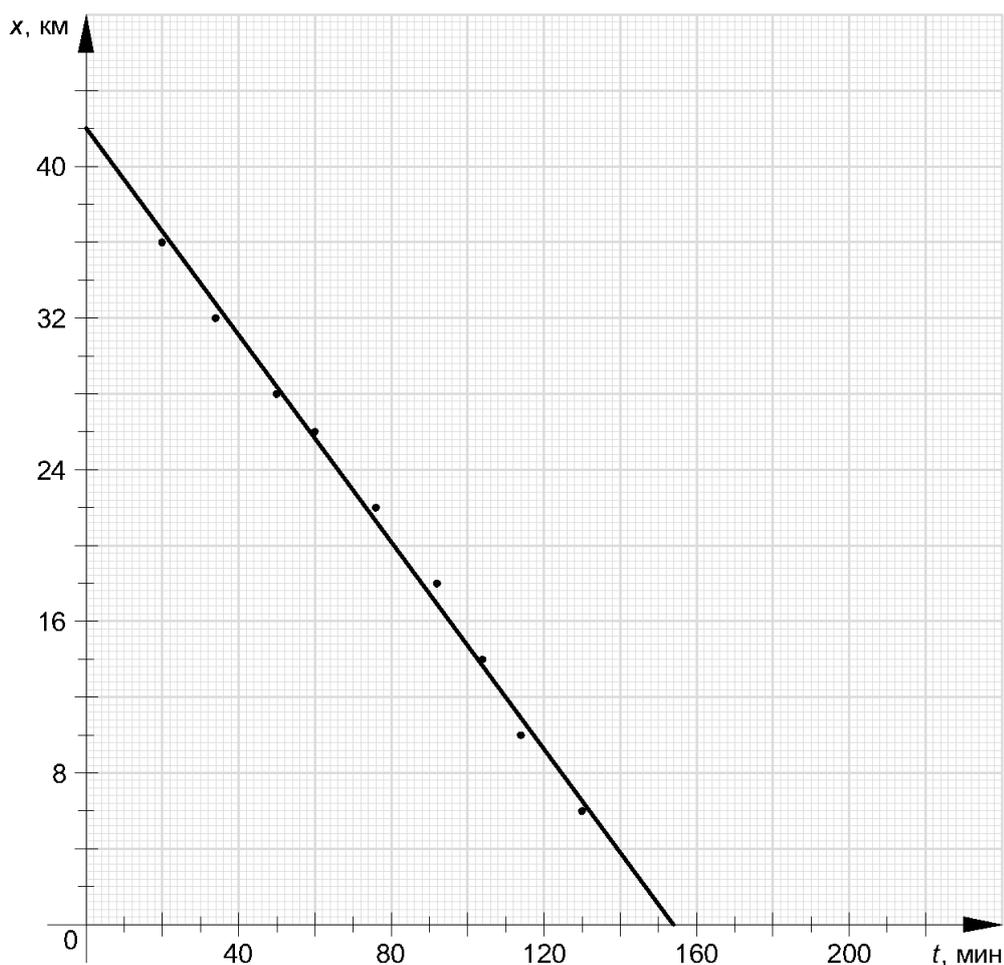
1. Постройте график зависимости x от t .

Используя построенный график, выполните следующие задания.

2. Определите расстояние между Глупово и Знаево.
3. Определите время, за которое велосипедист доехал из Глупово в Знаево.
4. Определите скорость движения велосипедиста.

Решение:

1. Построим график по данным, указанным в таблице.



2. В момент начала движения, когда велосипедист включил секундомер, он находился в Глупово. Значит, ордината точки пересечения «усредняющей» линии с вертикальной осью соответствует расстоянию между Глупово и Знаево. По графику определяем, что это расстояние S равно 42 км.

3. Абсцисса точки пересечения «усредняющей» линии с горизонтальной осью соответствует времени, за которое велосипедист доехал из Глупово в Знаево. По графику определяем, что это время τ равно 154 мин.

4. Скорость движения велосипедиста равна отношению расстояния S между Глупово и Знаево ко времени τ , за которое велосипедист доехал из Глупово в Знаево, т.е

$$V = \frac{S}{\tau} = \frac{42}{154/60} \approx 16,4 \text{ км/ч.}$$

Ответ: 42 км; 154 мин; 16,4 км/ч.

Критерии оценивания (10 баллов):

№	Пункт разбалловки	Балл
1.1	График имеет достаточно большие размеры и читаем	1
1.2	Около осей указаны откладываемые величины, единицы их измерения	1
1.3	Положение точек соответствует таблице	1
1.4	На графике проведена «усредняющая» линия. Вместо «усредняющей» линии не допускается проведение ломаной, последовательно соединяющей экспериментальные точки	1
2	Найдено расстояние между Глупово и Знаево	
	– в интервале 41–43 км	2
	– в интервале 40–44 км	1
	– другие значения	0
3	Найдено время, за которое велосипедист доехал из Глупово в Знаево	
	– в интервале 150–158 мин	2
	– в интервале 146–162 мин	1
	– другие значения	0
4	Найдена скорость велосипедиста	
	– в интервале 15,6–17,2 км/ч	2
	– в интервале 14,8–18,0 км/ч	1
	– другие значения	0

Примечание: Все искомые величины должны быть найдены с помощью графика. Если для нахождения искомой величины использовались только значения из таблицы и найденное значение величины лежит в интервале, за который выставляются баллы, то за нахождение этой величины ставится 1 балл.