

Официальные решения заданий конкурса «Школа Физтеха 2023»

Вариант №2, рекомендован для учеников 7-8 классов

Задания по физике

1. Первым в забеге на 30 км стал Саша, пробежав дистанцию за 2 ч 24 мин. Найдите среднюю скорость Саши в $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.



Решение

- 1) Переведём 24 минуты в часы: 1 минута – $\frac{1}{60}$ часа, тогда 24 минуты – $\frac{24}{60}$ часа или 0,4 часа. Тогда время, за которое Саша пробежал дистанцию, составляет 2,4 часа.
- 2) Среднюю скорость посчитаем по формуле $v = \frac{l}{t}$, где l – длина дистанции, t – время в часах.

$$v = \frac{30 \text{ км}}{2,4 \text{ ч}} = 12,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Ответ: 12,5 км/ч.

2. Какой период вращения:

- а) Земли вокруг Солнца в системе отсчёта Солнца?
- б) Солнца вокруг Земли в системе отсчёта Земли?

Решение

а) Период вращения Земли вокруг Солнца в системе отсчёта Солнца составляет 1 год (примерно 365 суток 6 часов) – столько времени необходимо, чтобы Земля сделала один полный оборот вокруг Солнца.

б) Система отсчёта какого-то тела – это система отсчёта, в которой это тело покоится. Поэтому система отсчёта Земли – это система, в которой покоится Земля. Земля вращается вокруг собственной оси – поэтому, строго говоря, не существует системы отсчёта, в которой Земля покоится. Но в пункте б) говорится о системе отсчёта Земли. Поэтому в этом пункте мы пренебрегаем вращением Земли вокруг собственной оси и, следовательно, рассматриваем Землю как материальную точку.

Если считать Солнце и Землю материальными точками, то вращение Солнца вокруг Земли в системе отсчёта Земли аналогично вращению Земли вокруг Солнца в системе отсчёта Солнца и периоды этих вращений совпадают.

Ответ: а) 1 год, б) 1 год.

3. Чтобы приготовить кофе с молоком, бариста наливает в чашку 100 г кофе при температуре 100°C и 100 г молока при 5°C . Удельные теплоёмкости кофе и молока одинаковы. Какая температура установится в чашке? Считайте, что пока температура устанавливается, кофе и молоко не обмениваются теплом с окружающей средой.



Решение

1) В процессе теплообмена горячий кофе отдаёт теплоту, а холодное молоко – принимает. Процесс завершится, когда у двух жидкостей установится одинаковая температура t .

2) Кофе отдаёт теплоту

$$Q_{\text{к}} = c_{\text{к}} m_{\text{к}} (t_{\text{н.к.}} - t),$$

молоко принимает теплоту

$$Q_{\text{м}} = c_{\text{м}} m_{\text{м}} (t - t_{\text{н.м.}}),$$

где $c_{\text{к}}$, $c_{\text{м}}$ – удельные теплоемкости кофе и молока, $m_{\text{к}}$, $m_{\text{м}}$ – массы кофе и молока, $t_{\text{н.к.}}$, $t_{\text{н.м.}}$ – начальные температуры кофе и молока соответственно.

3) По уравнению теплового баланса,

$$\begin{aligned} Q_{\text{к}} &= Q_{\text{м}}, \\ c_{\text{к}} m_{\text{к}} (t_{\text{н.к.}} - t) &= c_{\text{м}} m_{\text{м}} (t - t_{\text{н.м.}}). \end{aligned}$$

Так как $c_{\text{к}} = c_{\text{м}} = c$, $m_{\text{к}} = m_{\text{м}} = m$, $t_{\text{н.к.}} = 100^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{н.м.}} = 5^{\circ}\text{C}$, уравнение приобретает вид

$$cm(100 - t) = cm(t - 5).$$

Поделим уравнение на выражение cm и найдём t :

$$100 - t = t - 5;$$

$$2t = 105;$$

$$t = 52,5^{\circ}\text{C}.$$

Ответ: $52,5^{\circ}\text{C}$.

4. Стоя на линейке 1 сентября, Рома наблюдал за тем, как улетали воздушные шарик. Он задумался: «Каким должен быть размер шарика, чтобы тот поднял меня над землёй?». Найдите минимальный объём гелиевого шарика, который поднимет Рому в воздух, если Рома за него ухватится. Масса мальчика – 50 кг, плотность воздуха составляет $1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Массой шарика и гелия внутри него пренебрегите.

Решение

Минимальный объем гелиевого шарика означает то, что сила Архимеда, действующая на шарик, должна быть минимальной. При этом, шарик будет двигаться равномерно прямолинейно. Тогда сила Архимеда равна силе натяжения

$$F_{\text{Арх}} = F_{\text{н}}.$$

На мальчика действует сила тяжести, уравновешенная силой натяжения нити:

$$F_{\text{тяж}} = F_{\text{н}}.$$

Сила натяжения нити, которая уравнивает силу Архимеда, по модулю равна силе натяжения нити, которая уравнивает силу тяжести, поэтому:

$$F_{\text{тяж}} = F_{\text{Арх}}.$$

Распишем силы тяжести и Архимеда по известным формулам:

$$F_{\text{тяж}} = mg;$$

$$F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{воздуха}} V_{\text{шара}} g.$$

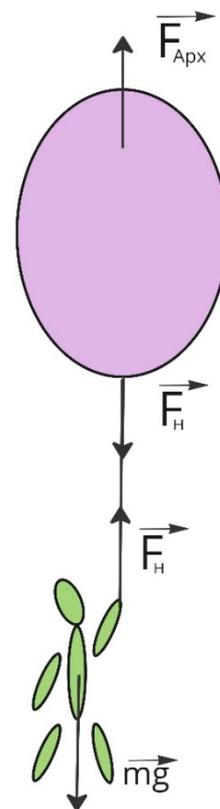
Получим уравнение, из которого выразим объем шара:

$$mg = \rho_{\text{воздуха}} V_{\text{шара}} g;$$

$$V_{\text{шара}} = \frac{m}{\rho_{\text{воздуха}}};$$

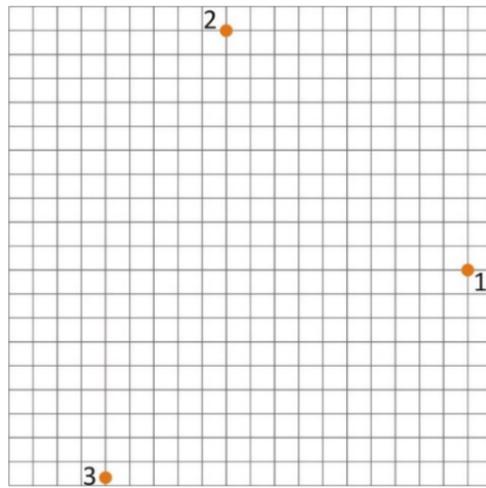
$$V_{\text{шара}} = \frac{50 \text{ кг}}{1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \approx 38,75 \text{ м}^3.$$

Ответ: 38,75 м³.



нити:

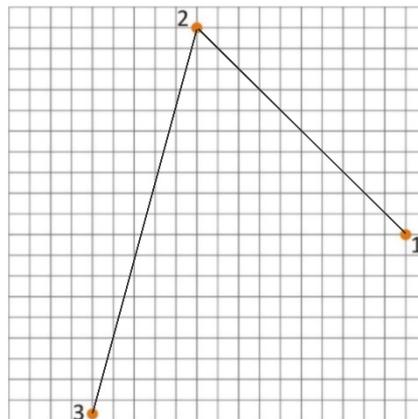
5. Во время аэрофотосъемки местности трижды в разные моменты был зафиксирован дрон, на котором вышла из строя аппаратура связи. Пока есть топливо, дрон движется на автопилоте по круговой траектории с постоянной скоростью. В 06:10 он находился в точке 1 (смотрите рисунок), в 06:19 - в точке 2, в 07:10 - в точке 3. Перерисуйте рисунок на клетчатой бумаге и укажите точку, в которой будет находиться дрон в 07:16, если у него не закончится топливо. Можете воспользоваться транспортиром.



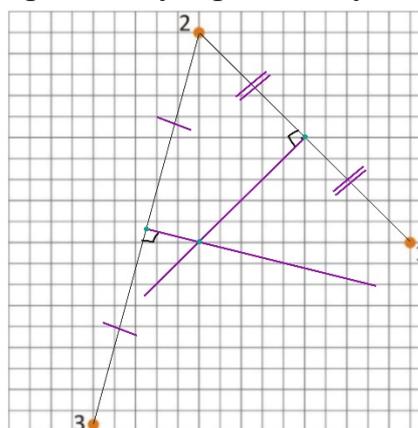
Решение

Так как траектория, по которой движется дрон – окружность, сначала начертим её. Три точки, не лежащие на одной прямой, образуют треугольник. Как известно, около любого треугольника можно описать окружность и при этом центр этой окружности – это точка пересечения серединных перпендикуляров к сторонам треугольника. Для нахождения центра окружности нам достаточно двух серединных перпендикуляров и, соответственно, двух сторон треугольника. Выполним следующие построения:

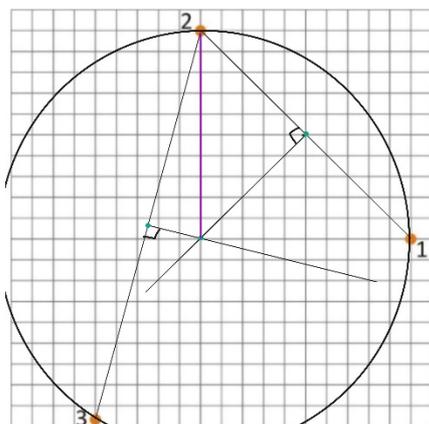
1) Соединим 2 из 3 точек прямыми:



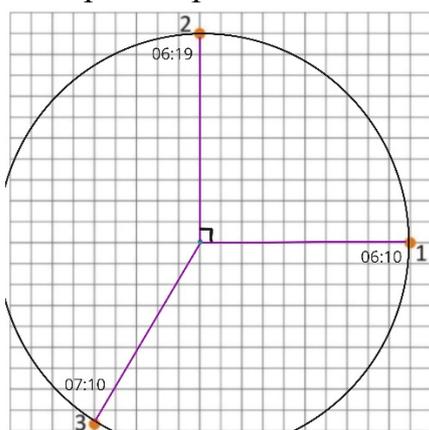
2) Проведём серединные перпендикуляры к полученным отрезкам:



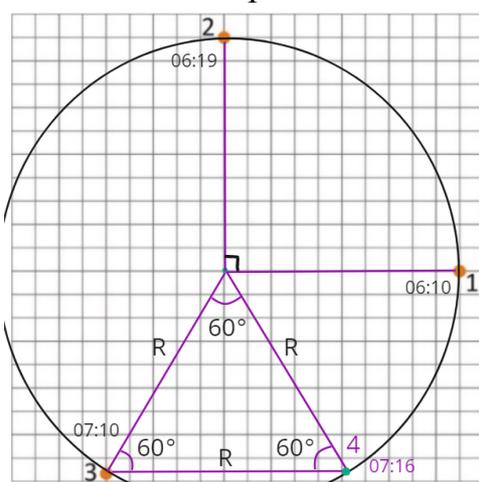
3) Измерим радиус от центра до любой из трёх точек на выбор и циркулем начертим окружность:



4) Отметим расстояния от центра до трех точек:



Так как дрон движется равномерно по окружности, за равные промежутки времени он описывает равные дуги. Заметим, что от точки 1 до точки 2 дрон переместился за 9 минут, описав дугу в 90° против часовой стрелки. Значит, за 1 минуту он описывает дугу в 10° . Из точки 3 до искомой точки 4 дрон двигался 6 минут, описав дугу в 60° .



5) Заметим, что полученный треугольник – равносторонний, так как имеет угол 60° в вершине и две стороны, равные радиусу. Точка, в которой будет пребывать дрон в 07:16, находится на расстоянии радиуса от точки 3, как показано на рисунке.