

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические задания. Время выполнения заданий – 230 минут. Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задания;
- не забывайте переносить решения в чистовик, черновики не проверяются;
- решение каждой задачи начинайте с новой страницы;
- задача считается решенной, если в ней приведено полное доказательство или обоснование ответа;
- после выполнения заданий еще раз удостоверьтесь в правильности записанных ответов и решений.

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

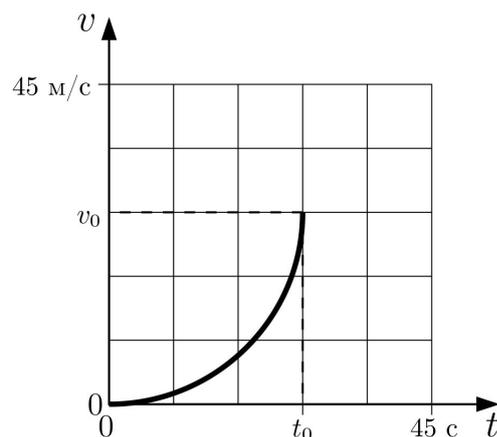
Итог подводится по сумме баллов, набранных участником.

Задача 1. Средняя скорость

Автомобиль сначала разгоняется из состояния покоя с некоторым постоянным ускорением a_1 , а затем тормозит с постоянным ускорением a_2 до полной остановки. Оказалось, что в моменты времени $t_1 = 1$ с и $t_2 = 5$ с мгновенная скорость автомобиля была равна его средней скорости $v_{\text{ср}}$ на всём пути от начала движения. Полный пройденный автомобилем путь к моменту остановки составил $s = 24$ м. Найдите момент времени t_0 начала торможения, полное время в пути $t_{\text{полн}}$, среднюю скорость автомобиля на всём пути $v_{\text{ср}}$ и величины ускорений a_1 и a_2 .

Задача 2. Утрата

Космический корабль, летая достаточно близко над астероидом радиуса $R = 33,35$ км и массой $M = 1.6674 \cdot 10^{19}$ кг, неожиданно для него самого выронил один из своих двигателей. Корабль начал падать, причем таким образом, что его скорость увеличивалась со временем как дуга окружности (см. график). Начальные скорости корабля и двигателя равны нулю.



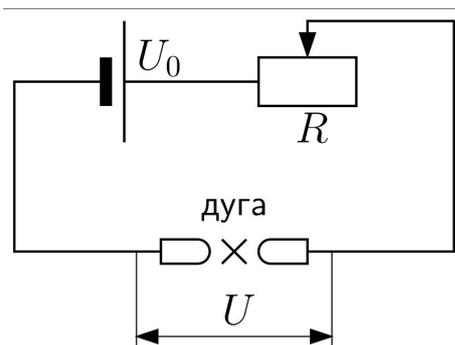
Постройте график изменения скорости двигателя во времени. Какой угол он будет составлять с осью абсцисс?

Какой объект упадет первым, если известно, что это случится через время $t_0 = 27$ с? Какой путь должен пройти второй объект от момента t_0 до своего падения?

Значение гравитационной постоянной: $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$ Н · м²/кг².

Задача 3. Сварка

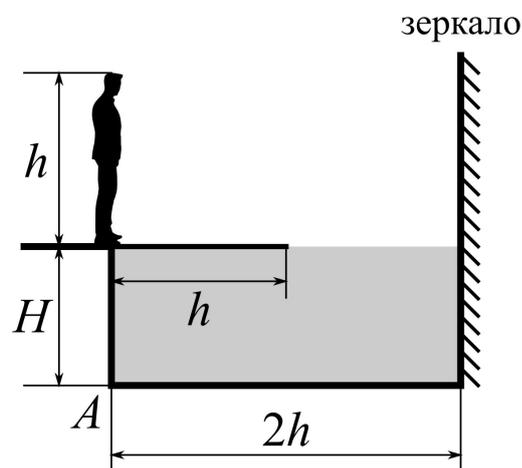
Сварочный аппарат можно приближённо рассматривать как идеальный источник постоянного напряжения $U_0 = 115$ В с реостатом для ограничения максимального тока в цепи. Напряжение подается по проводам на электрод и заготовку, между которыми и зажигается дуга. Участок цепи с ней можно описать приближенной формулой вида $U = 55 + \frac{45}{I}$, где I – ток,



идущий через этот участок цепи. Пренебрегая всеми сопротивлениями, кроме сопротивления реостата, определите значение сопротивления R_1 при котором дуга перестает зажигаться. Какое значение сопротивления R_2 нужно выставить на реостате, чтобы ограничить максимальный ток значением $I_1 = 50$ А? Помогите сварщику взять нужный кабель: считая, что тепловыделение на сварочном кабеле не может быть более $W = 45$ Вт/м, определите подходящую для предельного тока $I_2 = 200$ А площадь сечения кабеля S . Удельное сопротивление кабеля $\rho = 0.018$ Ом · мм²/м. Воспользуйтесь тем, что напряжение на источнике U_0 равняется сумме напряжения на реостате и напряжения U на участке с дугой.

Задача 4. Бассейн

Человек ростом $h = 1.80$ м стоит на краю бассейна с неизвестной глубиной H , который в длину в два раза больше его роста (см. рисунок). Ближняя к человеку половина бассейна закрыта непрозрачным тентом длиной h . Дальняя от человека стенка зеркальная. Найдите минимальную глубину бассейна H , при которой человек сможет увидеть угол бассейна A , находящийся под тентом. На каком минимальном расстоянии от левой стенки при этом



будет находится точка, которую человек будет видеть дважды (напрямую и в отражении)? Показатель преломления воды в бассейне $n = 1,33$, дно равномерно освещено, поверхность воды абсолютно ровная.

Задача 5. Холодные шарики

Школьник Петя проводит в лаборатории следующий эксперимент. У него есть калориметр с $m_c = 250$ г этилового спирта неизвестной начальной температуры t_c . Петя погружает в калориметр одинаковые металлические шарики с неизвестной массой $m_{\text{ш}}$ и измеряет температуру t в калориметре после достижения теплового равновесия. Изначально все шарики имеют одинаковую температуру $t_0 = 0^\circ\text{C}$. К сожалению, Петя начал записывать результаты измерений только после погружения второго шарика, и у него получилась таблица, содержащая значения установившейся температуры t в калориметре в зависимости от числа погруженных шариков N :

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t, ^\circ\text{C}$	34,0	31,5	29,5	27,5	26,0	24,5	23,5	22,0	21,0

1) Предложите такие величины X и Y , чтобы X зависела только от числа шариков N , а Y — только от установившейся температуры t , а функция $Y(X)$ была линейной. Постройте график $Y(X)$ по имеющимся данным.

2) С помощью анализа этого графика определите массу одного шарика $m_{\text{ш}}$ и начальную температуру спирта t_c .

Теплоёмкость спирта $c_c = 2,47 \frac{\text{Дж}}{\text{г}\cdot^\circ\text{C}}$, теплоёмкость материала шариков $c_{\text{ш}} = 1,83 \frac{\text{Дж}}{\text{г}\cdot^\circ\text{C}}$. После достижения равновесия шарики не извлекались из калориметра, теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.