

Уважаемый участник олимпиады!

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

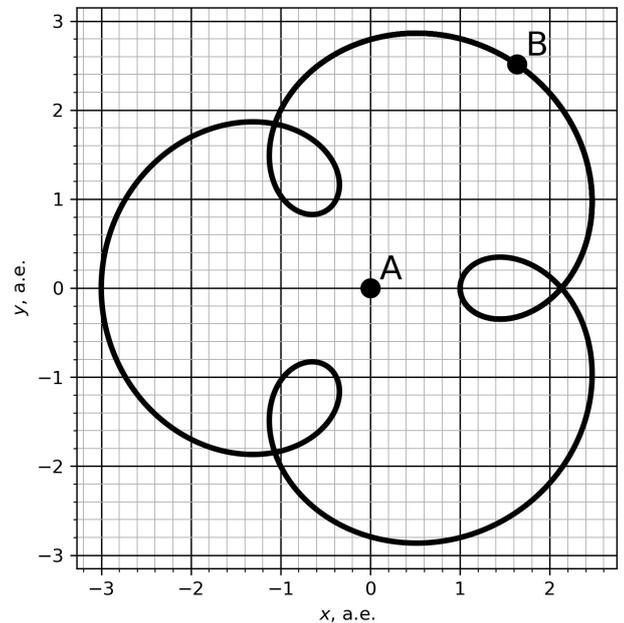
- не спеша, внимательно прочитайте задания;
- не забывайте переносить решения в чистовик, черновики не проверяются;
- решение каждой задачи начинайте с новой страницы;
- задача считается решенной, если в ней приведено полное доказательство или обоснование ответа;
- после выполнения заданий еще раз удостоверьтесь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

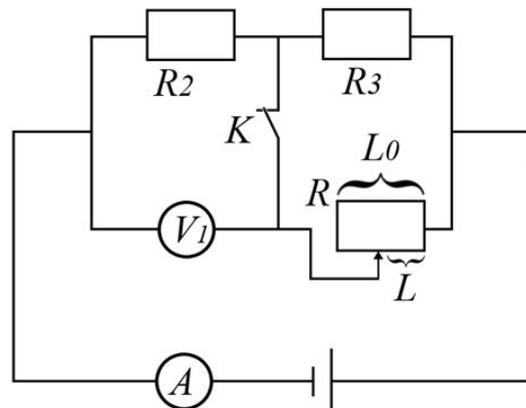
Две планеты, А и В, вращаются вокруг одной и той же звезды по круговым орбитам, лежащим в одной плоскости. Направления вращения планет вокруг звезды одинаковы, радиус орбиты планеты А меньше радиуса орбиты планеты В. На рисунке показана траектория планеты В относительно планеты А. Определите радиусы орбит планет R_A , R_B и отношение их периодов обращения вокруг звезды T_B / T_A . Считайте, что планеты не вращаются вокруг своей оси.



Примечание. Единица измерения расстояния по осям x и y — а.е. (астрономическая единица). Радиусы орбит планет R_A , R_B нужно выразить в а.е.

Задача 2. Реостат

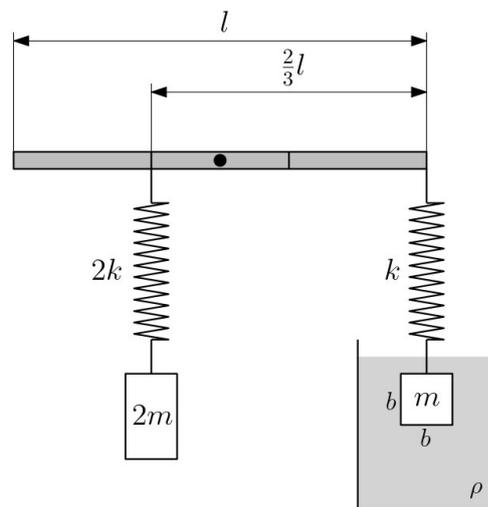
Вася Знайкин узнал из физического журнала про существование реостата и решил собрать с ним схему, используя в ней также два резистора $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$, вольтметр V_1 с сопротивлением $R_1 = 2 \text{ Ом}$ и идеальные амперметр и источник напряжения. Реостат он нашел с максимальным значением сопротивления в 6 Ом , и изначально движок реостата установил ровно посередине $L = L_0/2$.



- 1) Как изменится напряжение на вольтметре, если Вася разомкнет ключ K ?
- 2) Ключ K снова замкнут. В какое положение L_1 Вася должен установить движок реостата, чтобы показания амперметра увеличились вдвое по сравнению со случаем, когда движок установлен ровно посередине ($L = L_0/2$)?

Задача 3. Угол поворота

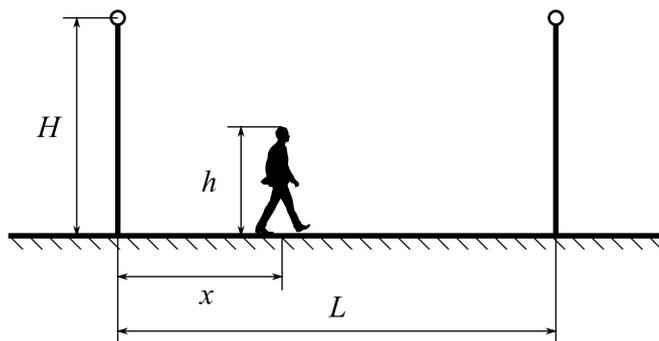
Стержень длиной l может вращаться вокруг точки крепления, расположенной посередине стержня. Изначально концы стержня были закреплены. К правому концу прикреплена пружина, имеющая коэффициент жёсткости $k = 100 \text{ Н/м}$. На её конце расположен куб массой $m = 3 \text{ кг}$ со стороной длины $b = 10 \text{ см}$, полностью погружённый в жидкость плотности $\rho = 1 \text{ г/см}^3$. На расстоянии $\frac{2}{3}l$ от правого конца стержня закреплена пружина жёсткости $2k$, к которой прикреплен брусок массой в



2 раза больше массы куба. Каково будет растяжение пружины с коэффициентом жёсткости k ? Найти на какой угол повернётся стержень относительно его начального положения, если убрать крепления на концах (толщиной стержня пренебречь; вращение происходит в вертикальной плоскости). Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Задача 4. Двойная тень

Человек ростом $h = 1,80$ м идёт по прямой дороге между двумя фонарями высотой $H = 2h$ каждый. Расстояние между фонарями $L = 2H$. Человек отбрасывает две тени. Найдите расстояние между концом первой тени и концом второй, когда человек находится посередине между фонарями. Как будет зависеть расстояние между концами теней от пройденного человеком расстояния x от первого фонаря? Лампы фонарей считать точечными источниками света.



Задача 5. Горячие шарики

Школьник Петя проводит в лаборатории следующий эксперимент. У него есть калориметр с некоторой массой этилового спирта m_c с температурой $t_0 = 0$ °С. Петя погружает в калориметр одинаковые металлические шарики массой $m_{ш} = 30$ г каждый и измеряет температуру в калориметре после достижения теплового равновесия. Изначально все шарики имеют одинаковую неизвестную температуру $t_{ш}$. У Пети получилась таблица, содержащая значения установившейся температуры t в калориметре в зависимости от числа погруженных шариков N :

N	0	1	2	3	4	5	7	10
$t, ^\circ\text{C}$	0,0	5,0	9,0	12,5	15,5	18,0	22,0	26,5

Постройте график зависимости $\frac{1}{t} \left(\frac{1}{N} \right)$ и, проанализировав этот график, определите массу спирта в калориметре m_c и начальную температуру шариков $t_{ш}$. Теплоёмкость спирта $c_c = 2,47 \frac{\text{Дж}}{\text{г}\cdot^\circ\text{C}}$, теплоёмкость материала шариков $c_{ш} = 1,83 \frac{\text{Дж}}{\text{г}\cdot^\circ\text{C}}$. После достижения равновесия шарики не извлекались из калориметра, теплообменом с окружающей средой пренебречь.