

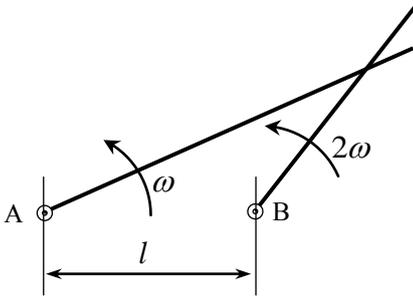
**Задачи заключительного тура
Инженерной олимпиады школьников,
2017-2018 учебного года,
11 класс**

1. (2 балла) Имеется два одинаковых калориметра, в которые налито одинаковое количество воды: в первый – с температурой $t_1 = 20^\circ\text{C}$, во второй – с температурой $t_2 = 100^\circ\text{C}$. Кроме того, в первом калориметре находится некоторое тело. Когда тело вытаскивают из первого калориметра и перекладывают во второй, в нем устанавливается температура $t_x = 63^\circ\text{C}$. Какая температура установится в первом калориметре, если тело вытащить из второго калориметра и снова опустить в первый? Всеми потерями тепла пренебречь.



2. (2 балла) Летом в жаркий день (часто в степи или пустыне) можно наблюдать такое явление, когда асфальт дороги становится как будто мокрым, при том, что никакого дождя нет (см. фото). Объясните этот эффект, учитывая, что показатель преломления воздуха убывает с ростом температуры по закону $n(T) = 1 + 0,000292T_0/T$ ($T_0 = 273\text{ K}$).

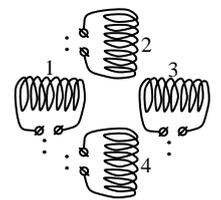
Оцените расстояние, на котором человеку асфальт дороги будет казаться мокрым. Температура асфальта может достигать 60°C . Необходимые для оценки величины выберите, исходя из знаний, опыта и здравого смысла.



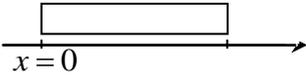
3. (2 балла) Два очень длинных стержня вращаются с постоянными угловыми скоростями ω и 2ω вокруг параллельных осей, проходящих через их концы А и В (см. рисунок). Расстояние между осями l , в начальный момент оба стержня направлены направо. По какой траектории движется точка пересечения стержней? Найти скорость и ускорение этой

точки через время $t = \pi/6\omega$ после начала движения. Ответ обосновать.

4. (2 балла) Электродвигатели переменного тока были предложены в конце 19 века Н.Тесла и Г.Феррарисом. Их идея состояла в том, чтобы с помощью переменных токов создать вращающееся магнитное поле, которое заставит вращаться магнит.



Для создания такого поля они брали несколько соленоидов, пропускали через них переменные токи одинаковой частоты, но со сдвигом фазы. Рассмотрите систему четырех соленоидов, показанную на рисунке. Пусть в первом соленоиде течет ток $I_1 = A \cos \omega t$. С какими фазовыми сдвигами ($I_i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$, $i = 2, 3, 4$) должны течь токи во втором, третьем и четвертом соленоиде чтобы в области между ними было вращающееся магнитное поле? С какой угловой скоростью оно будет вращаться? Соленоиды намотаны так, что при одинаковых фазах тока поле всех соленоидов направлено одновременно либо из центра, либо к центру системы соленоидов.



5. (2 балла) По круглому стержню длиной l и радиуса r распространяется постоянный (т.е. не зависящий от времени) тепловой поток. Распределение температуры вдоль стержня определяется соотношением:

$T(x) = T_1 + T_2(x-l)^2$, где x - координата поперечного сечения стержня; одному концу стержня отвечает координата $x=0$, второму - $x=l$ (см. рисунок). Какое количество теплоты уходит в окружающую среду через боковые стенки между точками $x=l/2$ и $x=3l/4$. Указание. Количество тепла q , переносимого в единицу времени через единицу площади тонкого слоя толщиной Δx , одна поверхность которого имеет температуру t_1 , вторая - температуру t_2 , определяется законом: $q = \lambda(t_2 - t_1)/\Delta x$, где λ - коэффициент теплопроводности (закон Фурье).

6. Для замены опасных деформаций изгиба деформациями растяжения-сжатия и облегчения веса большепролетных конструкций пролеты мостов часто делают из относительно легких металлических стержней, соединенных системой шарниров. Такая конструкция называется строительной фермой (от латинского firmus - прочный).

Имеется мостовая ферма пешеходного моста, слева опирающаяся на неподвижный шарнир, справа - на шарнирно-подвижную опору. В узлах 3, 4, 8 к ферме приложены сосредоточенные силы $F_1 = F_2 = F_3 = 20$ кН. Найти силы натяжения стержней 6-9 и 7-10. Весом самой фермы пренебречь. Геометрические параметры фермы даны на рисунке, $l = 1$ м.

