

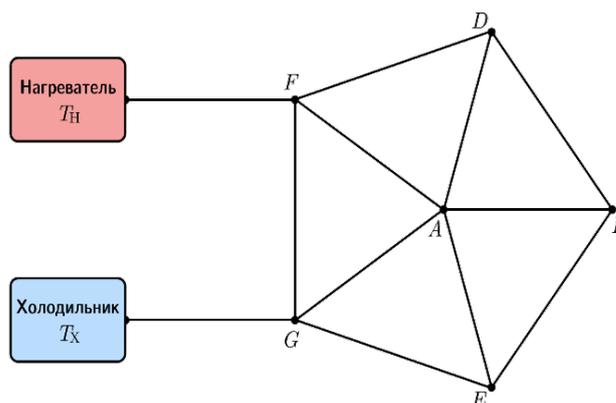
Время выполнения заданий — 240 минут.

Максимальное количество баллов — 100.

Пишите разборчиво. В работе не должно быть никаких пометок, не относящихся к ответам на вопросы. При отсутствии ответа ставьте прочерк.

**Задача 1.** В результате большого невезения снаряд, выпущенный из пушки с начальной скоростью  $v_0 = 300$  м/с под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, взорвался на восходящей части траектории на высоте равной трём четвертям от максимальной, разлетевшись на два осколка. Осколки поразили сразу две цели: планируемую и стреляющую. Причем тот осколок, который поразил планируемую цель, в момент взрыва имел только горизонтальную составляющую скорости. Определите с какой задержкой во времени осколки поразят каждый свою цель. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь.

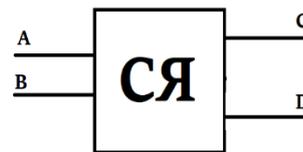
**Задача 2.** Два резервуара, в которых поддерживаются температуры  $T_H = 73^\circ\text{C}$  и  $T_X = -11^\circ\text{C}$ , соединены между собой с помощью 12 одинаковых теплопроводящих стержней так, как показано на рисунке. Резервуар при большей температуре называется нагревателем, а резервуар при меньшей температуре — холодильником. Теплопроводящая система теплоизолирована. Приток тепла осуществляется только от нагревателя, а отвод — только через холодильник.



1. Сравните установившиеся температуры точек  $A$  и  $B$  соединения стержней.
2. Во сколько раз разность установившихся температур на концах стержня  $FA$  больше разности установившихся температур на концах стержня  $DB$ ?
3. Определите разность установившихся температур на концах стержня  $DB$ .
4. Найдите установившуюся температуру точки  $E$  соединения стержней.

Считайте, что мощность теплового потока  $P$  вдоль стержня (количество теплоты, проходящее в единицу времени) пропорциональна разности температур  $\Delta T$  на его концах, то есть  $P = k \cdot \Delta T$ , где  $k$  — постоянный коэффициент пропорциональности.

**Задача 3.** Экспериментатор Костя провел серию измерений над серым ящиком, показанным на рисунке. Внутри ящика оказалось 4 светодиода. Костя поочередно замыкал разными способами на батарейку контакты, выходящие из серого ящика. Потом он решил еще попарно соединять провода. Итоги вы можете увидеть в таблице, где в третьем столбце показано количество включённых диодов. Помогите Косте восстановить схему подключения светодиодов внутри серого ящика. Диоды считайте идеальными.

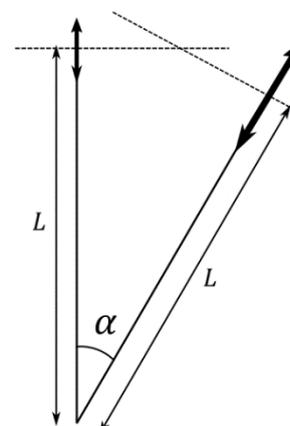


“+”	“—”	Кол-во
A	B	0
A	C	1
A	D	0
B	A	2
C	A	0
D	A	1

“+”	“—”	Кол-во
B	C	4
B	D	1
C	B	0
D	B	0
C	D	0
D	C	3

“+”	“—”	Кол-во
BD	C	3
B	AC	3
A	CD	1
AB	C	3
B	AD	1
D	BC	3

**Задача 4.** Две собирающие линзы, имеющие радиусы 1.5 см и 4 см, расположены под углом  $\alpha = 2/7$  рад друг к другу, как показано на рисунке. Их оптические оси лежат в одной плоскости, на Рисунке они показаны штрихованными линиями. Расстояние  $L = 36$  см. Фокусное расстояние левой линзы  $f$  в два раза меньше фокусного расстояния правой линзы. Известно, что если пустить луч горизонтально слева на левую линзу на  $y = 72/49$  см выше оптической оси, то он пройдет через вторую линзу и в итоге отклонится на  $\beta = 9/98$  рад вниз. Каково фокусное расстояние каждой линзы? Считайте, что приближение  $\sin \varphi \approx \varphi$  работает вплоть до углов  $\varphi \approx \pi/6$ , а также тем, что при малых углах  $\cos \varphi = 1 - \varphi^2/2$ .



**Задача 5.** Из корабельной пушки произвели выстрел под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, когда корабль находился над Марианской впадиной. Марианская впадина представляет собой длинный желоб глубиной  $h = 10$  км. Направление выстрела совпало с направлением вдоль желоба. Расчётная дальность выстрела равна 10 000 м при условии, что полёт снаряда производится над сушей. Однако из-за того, что плотность воды меньше плотности земной коры, ускорение свободного падения над Марианской впадиной немного отличается от его значения над сушей. Оцените, на сколько будет отличаться дальность полета снаряда от расчётной. Считайте, что средняя плотность земной коры равна  $\rho_k = 3\,000$  кг/м<sup>3</sup>, а средняя плотность планеты Земля равна  $\rho_z = 5\,500$  кг/м<sup>3</sup>. Корабль считать неподвижным, сопротивлением воздуха пренебречь.

