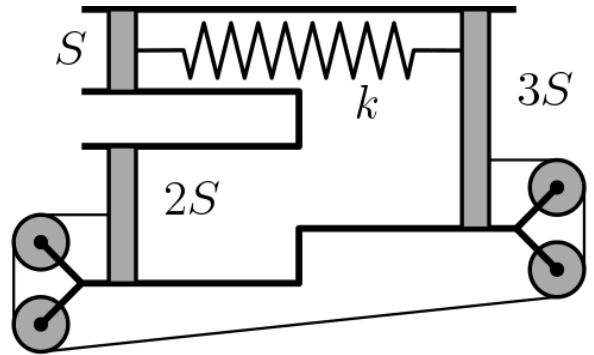


Время выполнения заданий – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

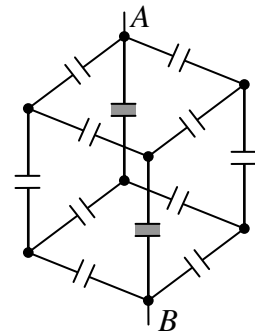
**Задание 1: Тепловая машина (30 баллов)**

На рисунке изображена система, состоящая из трубы сложной формы, выходы из которой закупорены тремя поршнями с площадями  $3S$ ,  $2S$  и  $S$ . Внутри трубы находятся  $\nu$  молей идеального газа. Правый поршень соединен с верхним левым пружиной с жесткостью  $k$ , а с нижним – тонкой нерастяжимой нитью через систему блоков, как показано на рисунке. Снаружи системы находится воздух при нормальных условиях, давление  $p_0$ , температура  $T_0$ . В начальный момент времени система находится в равновесии, нить имеет натяжение  $F$ . Насколько сдвинется каждый из поршней, если перерезать нить? Считать, что прошло достаточно времени, чтобы система пришла в равновесие. Температура газа постоянна и равна  $T_0$ , массами газа, пружины и нити пренебречь.



**Задание 2: Конденсатор в кубе (20 баллов)**

В процессе производства нового устройства из одинаковых конденсаторов два конденсатора “пробило”, т.е. в диэлектрике появился проводящий мостик. Определите общую ёмкость между точками  $A$  и  $B$  новой цепи с пробитыми конденсаторами. Ёмкость одного элемента считать равной  $C$ . “Пробитые” диэлектрики обозначены серым цветом.



**Задание 3: Горячий светодиод (20 баллов)**

В большинстве современных светодиодов в целях экономии используется кристалл синего спектра свечения, на который сверху для получения нужного “цвета светодиода” (белого, красного, жёлтого и т.п.) наносится специальный люминофор. Пусть такой кристалл излучает в секунду  $1 \times 10^{18}$  фотонов с длиной волны  $435 \text{ нм}$ . При этом люминофор, нанесённый сверху, испускает по  $5 \times 10^{17}$  фотонов/сек с длинами волн  $600$  и  $555 \text{ нм}$ , создавая “оранжевое” свечение. Найти максимальную мощность теплоотвода, требуемого для охлаждения данного типа люминофора и его К.П.Д. Считать, что люминофор обеспечивает полное поглощение первичного излучения.

**Задание 4: Невидимый жучок (30 баллов)**

На дне прозрачного пруда лежит толстый лист стекла, толщиной  $h$  (показатели преломления  $n_B$  и  $n_C$  соответственно). На листе лежит монета диаметром  $d$ . Сможет ли жучок заползти под стекло так, чтобы его не было видно ни одной рыбе, плавающей в пруду? Куда ему необходимо двигаться, чтобы «уменьшить» свою видимость? Жучка считать очень маленьким и свободно ползающим под стеклом.

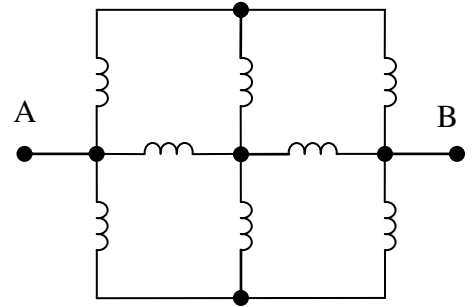
Время выполнения заданий – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

**Задание 1: Марсоход (25 баллов)**

Исследовательская станция вышла на круговую орбиту Марса радиусом  $R$ . С какой скоростью нужно выбросить спускаемый модуль с марсоходом по касательной к траектории станции, чтобы он совершил посадку с противоположной стороны планеты от текущего положения станции, затратив на это минимальное время? Определите это время. Радиус Марса  $R_M$ , ускорение свободного падения  $0,378g$ . Условием посадки на поверхность считать только касание зондом поверхности Марса, скорость относительно поверхности планеты в точке касания погасится за счет трения.

**Задание 2: Всюду поле (20 баллов)**

Определить общую индуктивность  $L_{AB}$  электрической цепи из одинаковых катушек, изображённой на рисунке. Индуктивность одного элемента считать равной  $L$ .



**Задание 3: Волшебный камень (20 баллов)**

Согласно легендам у викингов был волшебный “солнечный камень”, который помогал найти солнце в облачную погоду, либо даже когда его не было на горизонте, что актуально в северных широтах. Как известно на севере солнце может даже в полдень не показаться над горизонтом.

Сегодня известны природные минералы, которые меняют свой цвет на основе явления дихроизма: в при повороте плоскости поляризации падающего света на  $90^\circ$  они могут менять свой оттенок, например, со слегка желтоватого на тёмно-синий. Можно ли (и если да, то как) использовать такой камень для “нахождения” солнца?

**Задание 4: Волноводный зайчик (30 баллов)**

Рассчитайте максимально возможный размер яркого светового пятна на экране, расположенном на расстоянии  $2d$  от цилиндрического длинного неизолированного стеклянного световода диаметром  $d$ . Показатель преломления стекла  $n_c$ .

