

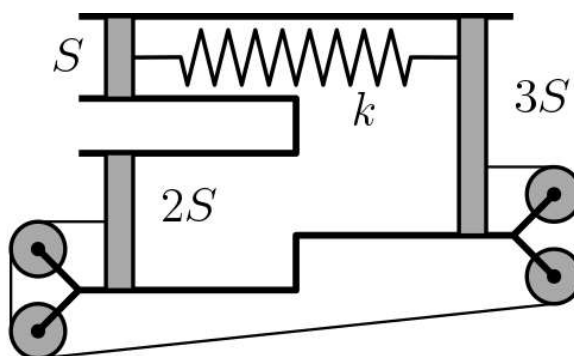
**Многопрофильная олимпиада школьников Уральского федерального университета
«Изумруд»
2016-2017 учебный год**

ЗАДАНИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ПО ФИЗИКЕ

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

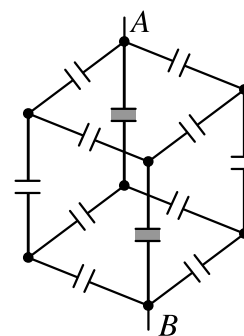
Задание 1: Тепловая машина (30 баллов)

На рисунке изображена система, состоящая из трубы сложной формы, выходы из которой закупорены тремя поршнями с площадями $3S$, $2S$ и S . Внутри трубы находятся ν 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 1×10^{18} фотонов с длиной волны 435 нм . При этом люминофор, нанесённый сверху, испускает по 5×10^{17} фотонов/сек с длинами волн 600 и 555 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_v 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.

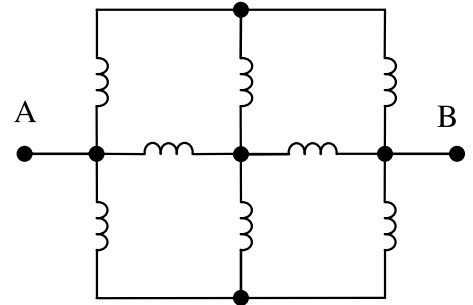
Время выполнения заданий – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

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 $0,378 g$. 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° 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 .

