

Задания с решениями второго тура отборочного этапа Олимпиады «Ломоносов» по инженерным наукам 10-11 классы

Задача 1 (10 баллов).

Руда доставляется к доменной печи со склада в вагонетках. Чтобы снизить потери времени на простой вагонеток во время погрузки, предлагается засыпать руду в вагонетки на ходу. Считая, что скорость движения вагонеток при загрузке постоянна и равна v , найти дополнительную (по сравнению с перемещением пустых вагонеток) работу A , совершаемую двигателем электровоза, тянущего состав с вагонетками, к моменту времени, когда масса засыпанной руды есть m .

Задача 2 (11 баллов).

При аварийном завершении работы химического реактора выделилось большое количество неизвестного газа. Может ли этот газ быть пожароопасным, если известно, что для нагревания 200 г этого газа на 10 К при постоянном объеме требуется 1304 Дж, а при постоянном давлении -- 1824 Дж?

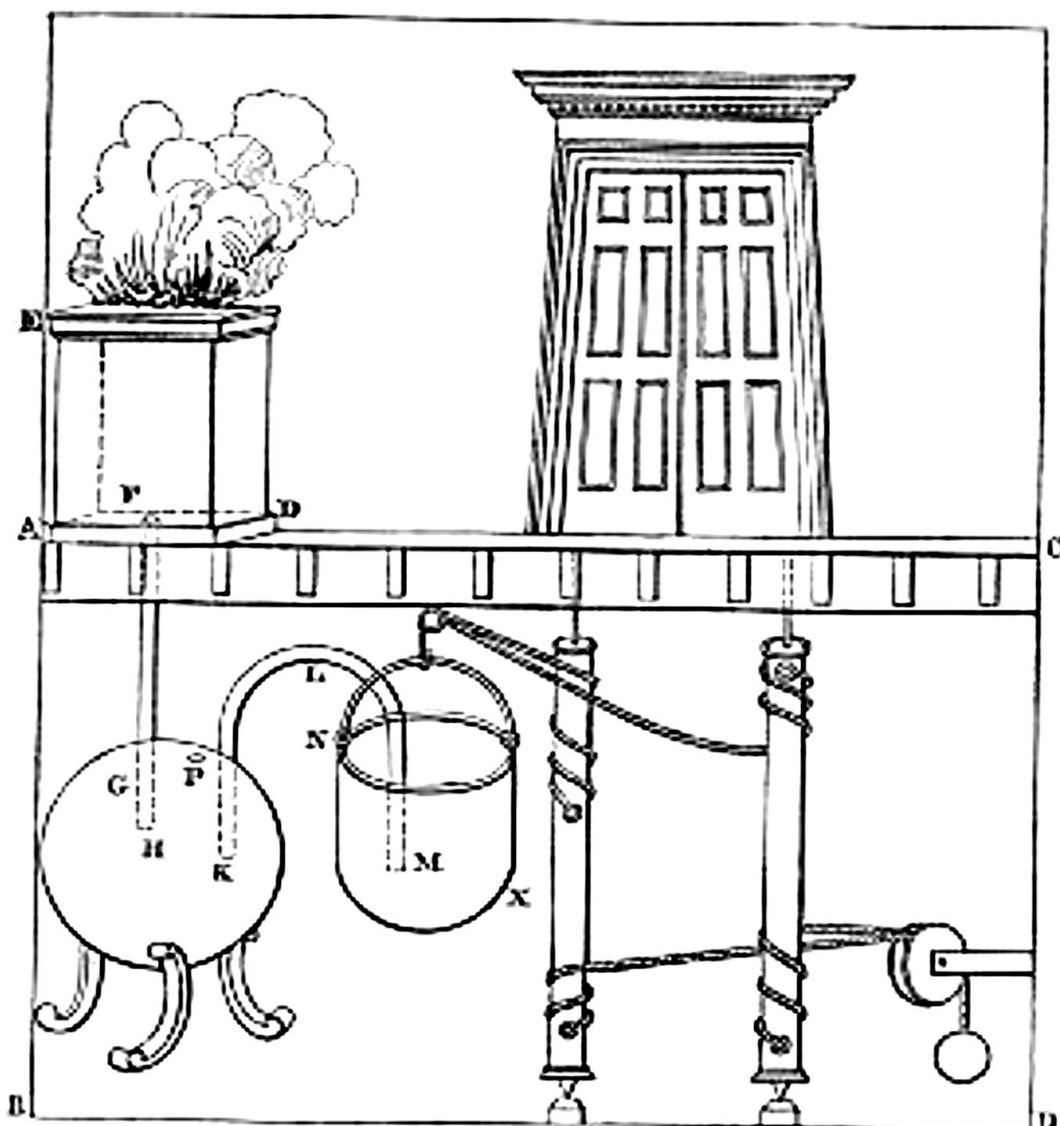
Задача 3 (11 баллов).

Нужно сконструировать установку, источником напряжения в которой является цепочка из 50 одинаковых последовательно соединенных конденсаторов. Установка должна работать в жестких условиях, в которых возможно вытекание диэлектрика из конденсатора. Первоначально цепочка конденсаторов заряжена до суммарного напряжения $U = 100$ В. В каждом из конденсаторов диэлектриком является жидкость с диэлектрической проницаемостью ϵ . Жидкости с каким максимальным значением ϵ можно использовать в этих конденсаторах, если требуется, чтобы даже при одновременном вытекании диэлектрика из двух конденсаторов сразу изменение напряжения на цепочке не превышало 20 В?

Задача 4 (15 баллов).

Древнегреческий механик Герон известен изобретением множества механизмов, опередивших свое время. В его книге «Πνευματικά» (Пневматика) описано устройство, названное «Деталь №37». Это механизм автоматических дверей, которые открываются, если на алтаре разжечь пламя. Оцените, какие по массе двери может открывать и закрывать такое устройство. Предложите свои идеи, как можно увеличить эффективность Детали №37, меняя ее конструкцию. Например, чтобы, сжигая одно и то же количество дров, удавалось открыть двери большей массы.

Значения всех необходимых для оценки величин выберите сами, исходя из своих знаний, опыта и здравого смысла. Можно пользоваться справочниками и данными сети Интернет.



Задача 5 (11 баллов).

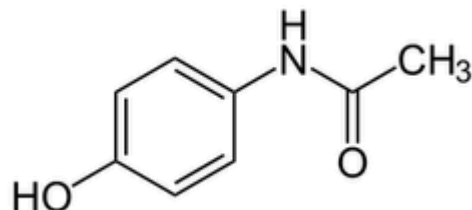
«Цветная химия»

Юный химик-технолог Анатолий решил наглядно продемонстрировать своему другу Федору «цветную химию». Для этого он взял 20 мл 50%-ного раствора мунирита и добавил в него пару капель 20%-ного раствора купоросного масла. Пока он проверял готовность реагентов, Федор решил сам поэкспериментировать и насыпал в полученный Анатолием раствор немного порошка из стоящего поблизости бьюкса. Раствор стал синим (1). Попытавшись исправить положение, он, отлив про запас немного синего раствора в другую колбу, добавил еще растворенного в воде купоросного масла и порошка из бьюкса, но раствор стал зеленым (2). Вернувшийся Анатолий добавил к сохраненному Федором синему раствору немного едкого натра и показал своему другу выпавший грязно-зеленый осадок (3). Отложив осадок на просушку, друзья решили продолжить опыты и разлили зеленый раствор по двум колбам. К первой части они добавили порошок из бьюкса, в результате чего раствор стал фиолетовым (4). Ко второй части добавили едкий натр, результатом чего стало выпадение зеленого осадка (5). Добавив едкий натр к запасенному фиолетовому раствору, друзья получили коричневый осадок (6).

1. Напишите формулы всех описанных и полученных веществ и их цвет. (4 балла)
2. Напишите уравнения проведенных реакций. (3 балла)
3. Предложите способ использования написанных вами реакций в какой-либо области человеческой деятельности. (4 балла)

Задача 6 (13 баллов).

Парацетамол - широко известное лекарственное средство, [анальгетик](#) и [антипиретик](#) из группы [анилидов](#), которое можно найти в любой аптеке под тем или иным торговым названием.



1. Предложите последовательность химических реакций, позволяющих синтезировать данное средство из простых веществ, и укажите условия их проведения. Уравняйте реакции. **(8 баллов)**
2. Проанализируйте написанную Вами последовательность реакций. Как Вы думаете, имеет ли смысл использовать предложенный Вами способ для промышленного синтеза парацетамола и почему? **(5 баллов)**

Задача 7 (13 баллов).

Углепластик (называемый также карбоном или карбонопластиком) широко применяется в автомобилестроении и производстве спорттоваров. Он представляет собой материал, который состоит из основы в виде углеродных волокон и синтетической смолы, выполняющей роль связующего. Одним из наиболее распространенных методов производства углепластика является наложение друг на друга слоев, каждый из которых состоит из выстроенных параллельно друг другу углеродных волокон. Слои кладутся таким образом, чтобы нити из близлежащих слоев не были параллельны друг другу. Далее полученная структура пропитывается синтетической смолой, которая затем полимеризуется, фиксируя нити и склеивая слои.

1. Рассчитайте приблизительно, какой процент материала (по объему) составляют углеродные волокна при следующих условиях производства:
используются волокна цилиндрической формы, диаметр волокна составляет 10 мкм;
углеродные нити кладутся строго друг на друга и не прерываются;
площадь одной ячейки, образуемой волокнами, составляет 25 мкм². **(9 баллов)**
2. Какие отсутствующие данные о структуре производимого материала могли бы повысить точность расчетов в предыдущем пункте? **(4 балла)**

Задача 8 (10 баллов).

Ртуть и ее соединения нашли чрезвычайно широкое применение в таких областях как техника, металлургия, сельское хозяйство, химическая промышленность и медицина.

1. Приведите не менее пяти примеров применения ртути и/или ее соединений в данных областях. **(3 балла)**
2. Напишите все уравнения химических реакций, соответствующих превращениям ртути, изображенным на схеме ниже. **(7 баллов)**

