

**Задания второго тура отборочного этапа
Олимпиады «Ломоносов» по инженерным наукам 2016/2017
10-11 классы**

Тестовая задача (1 балл).

В результате разложения карбоната магния выделилось 4,4 г газа. Определите давление, которое создаст этот газ в сосуде, объемом 10^{-3} м^3 при температуре 361 К. Выразите ответ в кПа, округлив его до целых. Размерность в ответе не указывать.

Задача 1 (12 баллов).

Стол имеет форму квадрата со стороной $a = 1 \text{ м}$. Можно ли повесить над этим столом лампу с полным световым потоком $\Phi = 1000 \text{ лм}$ так, чтобы во всех точках поверхности стола освещенность превышала $E_{\min} = 60 \text{ лк}$, и, если можно, то на какой высоте над столом нужно повесить лампу (если существует не один вариант ответа, укажите любой подходящий)? Лампу считать точечным источником света, создающим равномерный по всем направлениям световой поток.

Задача 2 (10 баллов).

При образовании воды в результате сгорания водорода в кислороде на 1 моль сгоревшего водорода выделяется 285 кДж теплоты. Можно ли провести электролиз воды с помощью одного источника тока с ЭДС, равной 1.4 В?

Задача 3 (12 баллов).

Переливая при комнатной температуре ($T_{\text{комн}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) 30% водный раствор перекиси водорода из прозрачной стеклянной литровой банки в другой сосуд, в ней случайно оставили 5 г раствора. Затем банку плотно закрыли и поставили на подоконник. Под действием солнечного света банка вместе со всем содержимым нагрелась до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, а перекись полностью разложилась. Какое давление возникло при этом в банке? Давление насыщенного водяного пара при $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ равно 7.38 кПа.

Задача 4 (18 баллов).

Хомяк юного химика Анатолия Семка повредил себе лапку. Чтобы облегчить боль своего питомца, Анатолий решил синтезировать какой-нибудь обезболивающий препарат в лаборатории вместе со своим учителем. Для этого рано утром они смешали 35 г п-толуидина с 53 г 80% уксусной кислоты при длительном нагревании. После отгонки образовавшейся воды, промывки и сушки они получили 43 г сероватого вещества А. Затем они добавили полученное вещество А в предварительно нагретую на водяной бане до $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ смесь 860 мл воды, 43 г сернокислого магния и уксуснокислого натрия. После этого полученный раствор подогрели еще на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и стали добавлять маленькими порциями 136 г перманганата калия. После отфильтровывания образовавшейся перекиси марганца полученный водный раствор обработали соляной кислотой и выделили белый осадок В, причем выход продукта составил 85 %. Осознав, что уже очень поздно, Анатолий побежал домой, проверить своего питомца. Учитель же решил остаться и в отсутствие своего подопечного провел этилирование вещества В, получив вещество С ($\eta\% = 90\%$). Вернувшись утром, Анатолий заметил отсутствие склянки с 132 г 96% этилового спирта. "Наверняка чего-нибудь еще не хватает", - подумал он. Затем взял полученное учителем вещество С, растворил в воде и обработал содой. После этого он подверг его перекристаллизации и обработке активированным углем, получив в результате 32 г обезболивающего препарата D. "Семке больше не будет так больно", - заключил Анатолий.

1. Определите вещества А, В, С, D.
2. Напишите уравнения всех описанных процессов.
3. Определите массу веществ В и С.
4. Посчитайте суммарный выход данного процесса.

Задача 5 (13 баллов).

Электрик Вася создал робота "Электровася" для конструирования электрических схем. В силу скудных познаний Васи в робототехнике функционал "Электроваси" ограничивается двумя видами операций: добавлением к существующей схеме резистора сопротивлением 1 Ом параллельно либо последовательно.

а) Сможет ли "Электровася" создать схему сопротивлением 0,375 Ом, если начальная схема состоит из одного резистора сопротивлением 1 Ом? Ответ поясните.

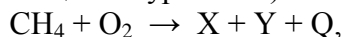
б) Сможет ли "Электровася" создать схему сопротивлением 0,375 Ом, если в результате программного сбоя он не выполняет операцию параллельного добавления резистора два раза подряд? Начальная схема состоит из одного резистора сопротивлением 1 Ом. Ответ поясните.

Задача 6 (8 баллов).

В земной коре содержится $1,6 \cdot 10^{-3}$ массовых процентов серебристо-белого с синеватым отливом элемента А. Известно, что ацетат данного элемента А имеет сладкий вкус, однако сильно токсичен. Предложите метод синтеза четырехвалентного хлорида элемента А из двухвалентного хлорида элемента А.

Задача 7 (10 баллов).

В сосуде содержится смесь метана и кислорода. После того, как смесь нагрели до температуры T_0 , метан полностью сгорел по следующей термохимической реакции (обращаем внимание на то, что реакция не уравнена):



1 моль метана при сгорании выделяет Q кДж тепловой энергии (Q считать известным). Назовите вещества X и Y , запишите получившееся уравнение реакции, указав коэффициенты. Оцените температуру получившейся в сосуде смеси, если после реакции горения в сосуде не остается молекул кислорода и метана. Все газы в задаче считать идеальными.

Задача 8 (16 баллов).

Инженер Игнат пытается вставить втулку, поперечным сечением которой является равносторонний треугольник со стороной 10,5 см, в стальную трубу длиной 1 м, поперечным сечением которой является квадратная рамка толщиной 1 см. Сторона квадрата, являющегося внутренней границей рамки, равна 10 см. В какой-то момент Игнат вспомнил, что можно расширить трубу, нагревая ее. Для этого он поместил всю трубу в камеру, нагреваемую извне теплом, выделяющимся при сгорании в кислороде вещества A , при этом непосредственно на нагрев трубы уходит 20% выделяющейся теплоты. Какую массу вещества A нужно сжечь, чтобы Игнат сумел вставить втулку в трубу? Коэффициент линейного теплового расширения стали, из которой сделана труба, равен $14,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, удельная теплоемкость стали равна $460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, плотность стали составляет 7900 кг/м^3 . Вещество A представляет собой простое вещество, используемое в пиротехнике, гидриды элемента A состава A_2H_6 , A_3H_9 , A_4H_{10} используют в качестве высокоэффективного ракетного топлива, сплавы вещества A с углеродом и кремнием обладают крайне высокой твердостью, содержащую элемент A кислоту состава H_3AO_3 используют в качестве дезинфицирующего агента и для избавления от насекомых-синантропов, а при сгорании 1 моля вещества A выделяется 632 кДж энергии.