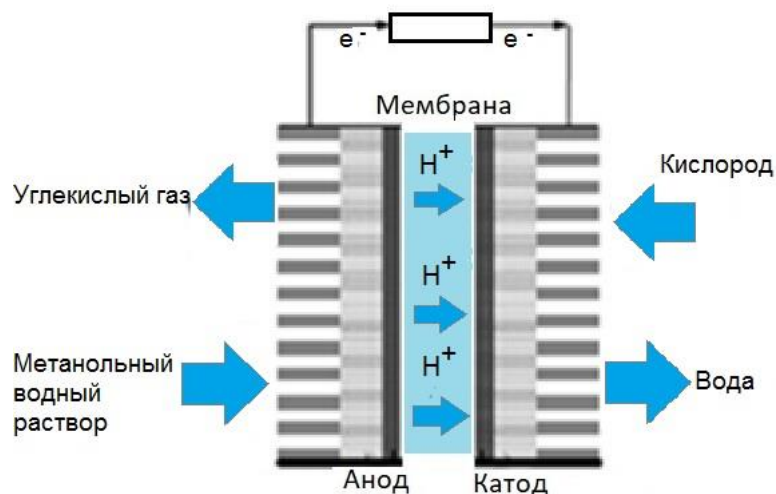


Задача 1 (20 баллов)

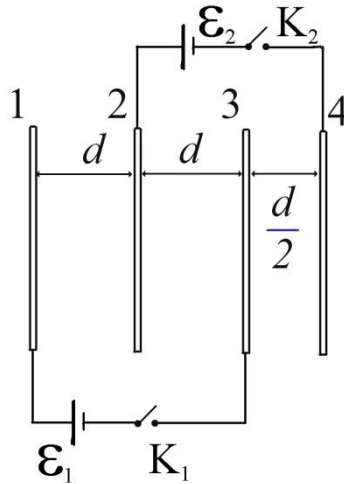
На сегодняшний день химические источники тока имеют широкое применение в различных устройствах. Одно из направлений развития этой области энергетики – разработка химических источников тока, которые могут работать на новых видах топлива, например, топливных элементов, работающих на метаноле (см. рисунок). Топливные элементы состоят из двух электродов (анода и катода), на которых происходят процессы окисления и восстановления, и мембраны. Ионы водорода, которые получаются в результате полуреакции на аноде, мигрируют через мембрану, разделяющую электроды, а электроны, которые получаются в результате той же полуреакции, идут только через внешнюю цепь. В метанольно-кислородном топливном элементе суммарно протекает реакция окисления метанола. Инженер-исследователь Алексей Петрович решил зарядить аккумулятор телефона с помощью батареи из нескольких соединенных последовательно метанольно-кислородных топливных элементов. Через анод каждого из входящих в батарею топливного элемента он пропустил по 1 л 0,25 М метанольного водного раствора, а на катоды он в избытке подавал кислород. Известно, что емкость заряженного аккумулятора телефона равна 3 А·ч. Упрощенно, емкостью аккумулятора, обычно измеряемой в мА·ч или А·ч, называется заряд, который он может отдать при разряде через внешнюю цепь. Строго говоря, этот заряд зависит от того, как именно протекает процесс разряда, но в первом приближении можно считать, что он равен заряду, прошедшему через аккумулятор при пропускании через него тока от внешнего источника в процессе зарядки аккумулятора из незаряженного состояния до достижения напряжения, соответствующего полностью заряженному аккумулятору. Какая доля метанола прореагировала на анодах батареи метанольно-кислородного топливного элемента, если Алексею Петровичу удалось зарядить аккумулятор телефона с 0 до 40 %?



Принцип работы метанольно-кислородного топливного элемента

Задача 2 (20 баллов)

Четыре одинаковые металлические пластины, расположенные параллельно друг другу, подключены к источникам тока с ЭДС \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 через ключи K_1 и K_2 (см. рисунок). В исходном состоянии пластины не заряжены, а ключи разомкнуты. В некоторый момент времени ключи замкнули, и на левой и правой сторонах пластины 2 возникли поверхностные заряды с плотностями σ_{2L} и σ_{2R} соответственно. Чему равна ЭДС второго источника тока \mathcal{E}_2 , если известно, что $\mathcal{E}_1 = 5$ В, а $\frac{\sigma_{2L}}{\sigma_{2R}} = -\frac{1}{2}$? Считать, что толщина пластин гораздо меньше расстояний между ними, а расстояния между пластинами гораздо меньше размеров самих пластин.



Задача 3 (20 баллов)

По озеру плывет цилиндрический плот, радиус основания которого R равен 5,65 см, изготовленный из N слоев очень легкой воздушно-пузырьковой (пупырчатой) пленки (рисунок 1). Пленка имеет следующие характеристики:

- пузырьки представляют собой полусферы радиусом 7 мм (рисунки 2 и 3);
- слои пленки уложены таким образом, что между пузырьками находится минимальный объем воздушной прослойки.

Плот герметичный, воды между слоями нет. По периметру плота имеется прочный тонкий невесомый бортик высотой $d = 5$ см. На плоту находится открытый сосуд кубической формы массой 113,5 г и высотой, совпадающей с высотой бортика. Внутри сосуда находится 13,7 г порошка бария (рисунок 1). Начинает идти дождь. Находящийся в сосуде барий реагирует с чистой дождевой водой. Из скольких слоев пленки изготовлен плот, если он полностью утонул через 1000 секунд, а дождь идет с интенсивностью $0,0472$ кг/(м²·сек)?

Под интенсивностью дождя следует понимать массу воды, которая падает на единицу площади за единицу времени.

Плотность воды в озере считайте равной 1000 кг/м³.

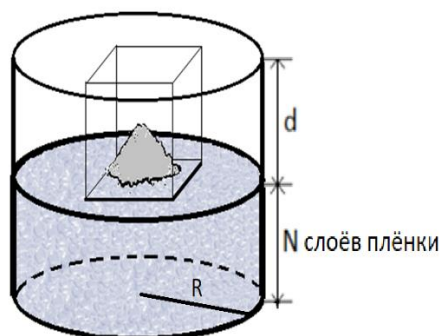


Рисунок 1.



Рисунок 2. Вид пленки сбоку

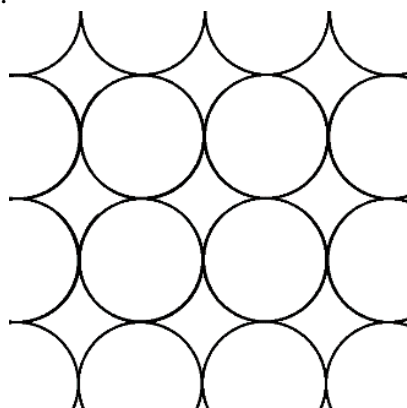
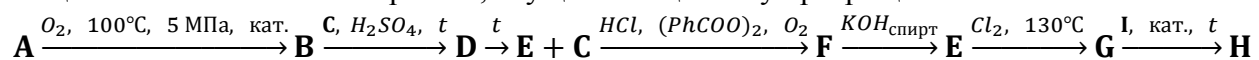


Рисунок 3. Вид пленки сверху

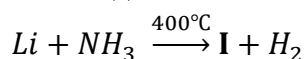
Задача 4 (20 баллов)

На овощехранилище используют вещество **Н** для замедления старения овощей и фруктов. Вещество **Н** можно синтезировать, осуществив цепочку превращений:



Органическое вещество **А** окисляют кислородосодержащим газом в присутствии катализатора при температуре 100°C и давлении 5 МПа с образованием вещества **В** (реакция 1), содержащего третичный атом углерода и применяемого в качестве растворителя. Вещество **В** подают в реактор трубчатого вида для дальнейшей реакции с веществом **С** (реакция 2). Затем продукт реакции **Д** разлагают с получением вещества **Е** и регенерацией вещества **С** (реакция 3). Далее проводят реакцию гидрогалогенирования вещества **Е** с преимущественным образованием изомера **Ф** (реакция 4), реагирующего на следующей стадии со спиртовым раствором едкого кали (реакция 5). Продукт реакции **Е** галогенируют (реакция 6), а образующееся вещество **Г** подвергают взаимодействию с неорганическим веществом **И** в присутствии инертного растворителя с образованием вещества **Н** (реакция 7).

Синтез реагента **И** для заключительной стадии описывается реакцией:



Про вещество **A** известно, что это углеводород, для которого не характерны реакции присоединения и в молекуле которого содержится в 8 раз больше нейтронов, чем электронов отдаёт атом-восстановитель в реакции окисления аммиака в среде кислорода.

1. Установите структурные формулы веществ **A-I**.
2. Приведите уравнения реакций, описывающих все упомянутые превращения.
3. Подтвердите формулу вещества **A** расчетами.

Задача 5 (20 баллов)

Для очистки железной руды от примеси серы используется расплавленный каустик. Руду смешивают с твердым каустиком, нагревают в муфельной печи до 600 °С и вынимают через несколько часов. Продукт реакции измельчают и отмывают от щелочи и образовавшихся веществ горячей водой. Этот цикл очистки повторяют несколько раз.

Оказалось, что после каждого цикла очистки масса примеси уменьшается на 4%. Однако из-за несовершенства технологического процесса при каждом удалении продуктов реакции убирают также 5 кг чистого железа.

Запишите уравнение реакции, проходящей при очистке. После какого цикла очистки массовая доля примеси в оставшейся руде будет наименьшей, если изначально было 500 кг железа (не включая массу примеси), а повторить цикл очистки можно не более 90 раз? Ответ поясните.