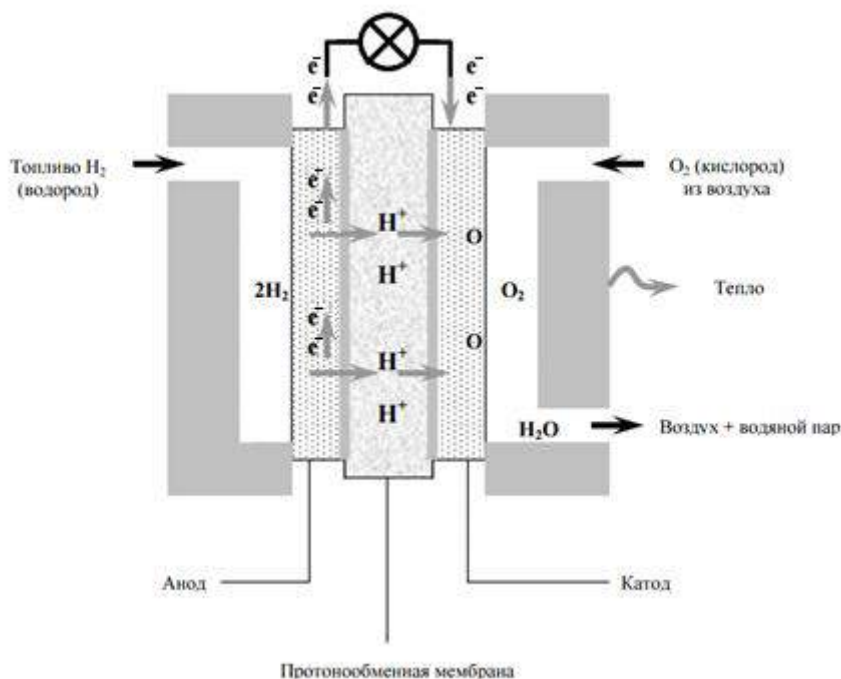


# Решения заданий первого тура отборочного этапа Олимпиады «Ломоносов» по инженерным наукам 2018/2019 10-11 классы

## Задача 1 (20 баллов).

В последние десятилетия активно развивается альтернативная энергетика. Одно из ее направлений – водородная энергетика, основная идея которой состоит в использовании водорода в качестве топлива с помощью так называемых водородных топливных элементов.

Химические реакции в водородных топливных элементах идут на пористых электродах (аноде и катоде). На аноде водород разделяется на ионы ( $H^+$ ) и электроны в соответствии с реакцией  $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$  (см. рис.). Ионы водорода (протоны) мигрируют через мембрану к катоду, где происходит образование молекул воды из протонов, электронов и кислорода (из воздуха) в соответствии с реакцией  $0,5 O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O + Q$ . Поток электронов при замыкании внешнего контура дает электрический ток, который используется различными потребителями.



Рассмотрим батарею из 10 соединенных последовательно водородных топливных элементов, которая используется для энергоснабжения лампочки. Известно, что при этом расход водорода составляет 9 л/час (при н.у.). Пусть батарея топливных элементов создает ЭДС 12 В и обладает внутренним сопротивлением 1 Ом. Оцените мощность, выделяющуюся на лампочке. Воздух поступает в водородный топливный элемент в избытке.

### **Задача 2 (15 баллов).**

Выполните эскизы фронтальной, горизонтальной и профильной проекций детали, изображенной на рисунке.



### **Задача 3 (15 баллов).**

При реакции электролиза амфотерного металла А со своим четырехвалентным оксидом и купоросным маслом выделилось 0,90 г воды и 15,15 г двухвалентной соли. Определите металл А. Проведите необходимые вычисления. Запишите уравнение электролиза. В каком широко распространенном устройстве применяется данная реакция?

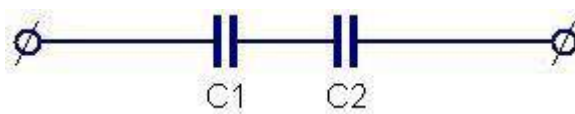
### **Задача 4 (15 баллов).**

Поверхность двускатной симметричной крыши дома полностью покрыта солнечными батареями. Угол между скатами составляет  $90^\circ$ , причем конек крыши направлен с юга на север. Владелец дома Саша узнал, что грядущий день будет ясным, солнце встанет строго на востоке и в наивысшей точке траектории будет находиться прямо над головой. Сразу после восхода солнца вырабатываемая солнечными батареями мощность составляет 2 кВт. К энергосети дома, единственным источником питания которой служат солнечные батареи, подключен накопительный водонагреватель. При каком положении солнца Саша быстрее всего сможет нагреть 60 л воды на  $20^\circ\text{C}$ ? Оцените время, которое потребуется на нагрев. Отражением солнечных лучей и теплотерями пренебрегите. Ответ поясните.

### **Задача 5 (15 баллов).**

Инженеру Васе нужно измерить электрическую прочность некоторого диэлектрика (максимальную напряженность электрического поля, которую данный материал выдерживает без пробоя). У Васи есть неразборный электрический модуль, схема которого показана на рисунке. На этой схеме  $C_1$  и  $C_2$  – плоские конденсаторы известной емкости  $C_1 \neq C_2$ , в которых расстояние между электродами

заполнено исследуемым диэлектриком. В обоих конденсаторах расстояние между электродами равно  $d$ . Подсоединив модуль к источнику тока с регулируемой ЭДС  $\mathcal{E}$  и повышая постепенно  $\mathcal{E}$ , Вася обнаружил, что пробой модуля наступает при  $\mathcal{E} = U$ . Чему равна электрическая прочность диэлектрика, которым заполнены конденсаторы?



### **Задача 6 (20 баллов).**

При реакции вещества А, являющегося монохлорпроизводной углеводорода, с металлом В ПА группы, имеющим плотность при н.у.  $1,738 \text{ г/см}^3$ , получилось вещество С, плотность которого по воздуху равна 5,19. При добавлении к веществу С вещества D (где D –