

Энергоустановка (химия / материаловедение)

(решение задач блока ХИМИЯ / МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, как и других блоков, позволит отобрать ТРЕХ человек на очный тур, набравших при решении задач ЭТОГО блока наибольшее количество баллов. Дополнительно по результатам очного тура эти претенденты будут бороться за специальную номинацию «Нанохимия и наноматериалы». На очный тур будет отобрано также еще 5 человек, набравших наибольшее абсолютное количество баллов, поэтому после решения задач по своей специальности есть полный смысл решать задачи из других блоков.)

Энергоустановка состоит из 50 водородо-воздушных топливных ячеек, соединенных последовательно. В таблице 1 представлены величины напряжения и тока единичной топливной ячейки. В качестве топлива и окислителя используется, соответственно, водород и кислород воздуха.

1. Нарисуйте принципиальную схему ячейки, опишите принцип работы и укажите, в каких элементах ячейки используются наночастицы или наноструктурированные материалы (обсудите их роль) (5 баллов). Какие компоненты газовой среды могут привести к снижению эффективности работы ячейки и почему (2 балла)?
2. Постройте зависимости напряжения и мощности энергоустановки от тока и определите максимальную мощность, а также величины тока и напряжения, при которой она достигается. (2 балла) Рассчитайте максимально возможную величину напряжения водородно-воздушной топливной ячейки при стандартных условиях ($\Delta G^{\circ}_{\text{H}_2\text{O}(\text{газ})} = -237,3$ кДж/моль) (1 балл).
3. Рассчитайте КПД единичной ячейки при максимальной мощности энергоустановки ($\Delta H^{\circ}_{\text{H}_2\text{O}(\text{газ})} = -241,8$ кДж/моль) (1 балл). При каком напряжении на единичной ячейке будет достигаться КПД = 56% (1 балл)?
4. Рассчитайте требуемые потоки водорода и воздуха (л/мин), а также скорость генерации воды (г/час) в энергоустановке при работе в условиях достижения максимума электрической мощности (3 балла). Утилизация водорода на аноде составляет 70 %, а кислорода воздуха - 30%. Считать, что газы находятся при нормальных условиях.

Таблица 1.

Величины напряжения и тока единичной топливной ячейки.

Напряжение, мВ	Ток, мА
1017	0
906	13
884	25
869	40
860	50
852	63
841	75
828	100
816	125
807	150
796	175
787	200
779	225
772	250
755	300
742	350
727	400

717	450
706	500
695	550
685	600
676	650
670	700
659	750
631	875
600	1000
564	1125
532	1250
491	1375
410	1500
298	1625

