

**Решения заданий первого тура отборочного этапа
Олимпиады «Ломоносов» по инженерным наукам 2018/2019
8-9 классы**

Задача 1 (15 баллов).

Почему древесина, выброшенная волнами океана или моря на берег, является источником очень красивого пламени?



Решение:

Вода в океанах содержит различные соли: NaCl, KCl, CaCl₂ и т.д. Древесина, выброшенная волнами океана или моря на берег, пропитана морской водой. Когда древесина высыхает, соли остаются в ней, и при сгорании такие дрова окрашивают пламя в разные цвета благодаря наличию катионов металлов: Na⁺, K⁺, Ca²⁺. Na⁺ окрашивает пламя в желтый цвет, K⁺ – в фиолетовый цвет, Ca²⁺ – в кирпично-красный цвет.

Задача 2 (15 баллов).

Рассчитайте, сколько нейтронов содержится в 1 л серной кислоты плотностью 1836 г/дм³.

Решение:

а) $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = V(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1\text{л} \cdot 1836\text{ г/л} = 1836\text{ г}.$

б) $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) : \mu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1836\text{ г} : 98\text{ г/моль} = 18,7\text{ моль}.$

в) Каждый моль серной кислоты содержит $48N_A$ нейтронов.

г) $N(n) = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 48N_A = 18,7\text{ моль} \cdot 48 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}\text{ частиц/моль} = 5,4 \cdot 10^{26}\text{ частиц}.$

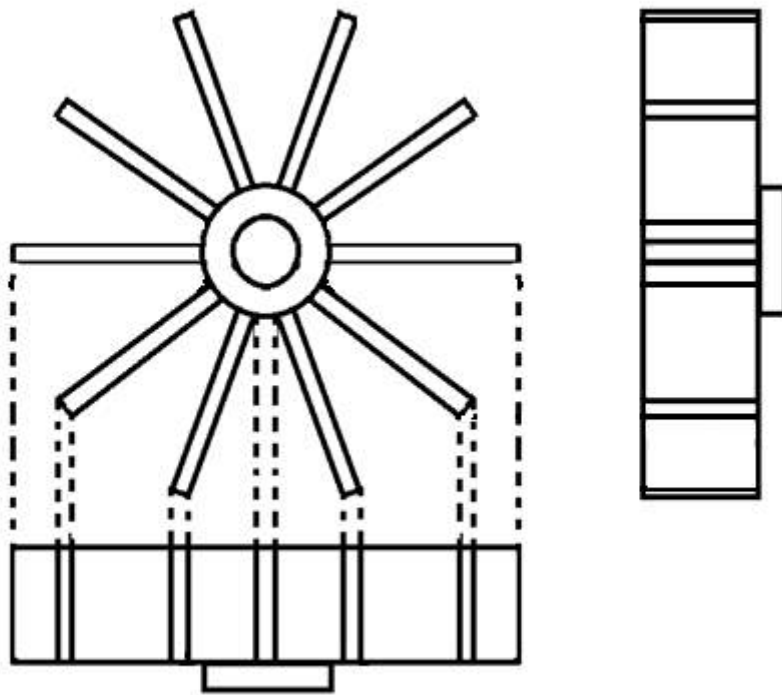
Ответ: $5,4 \cdot 10^{26}$.

Задача 3 (20 баллов).

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



Решение:



Задача 4 (15 баллов).

Почему в скороварке (герметически закрытой кастрюле) вскипятить воду можно быстрее, чем в обычной кастрюле?

Решение:

В отличие от скороварки, в обычной кастрюле по мере нагревания вода частично испаряется, и пар уносит заметную часть подводимой тепловой энергии. Поэтому в обычной кастрюле воду до момента закипания приходится греть дольше.

Задача 5 (20 баллов).

Для демонстрации свойств щелочных металлов, а именно реакции щелочных металлов с водой, берут небольшой кусок натрия ($\ll 3$ гр.) (рис. 1).

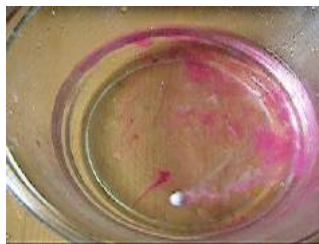


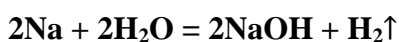
Рис. 1. Взаимодействие натрия с водой, в которую добавлен индикатор фенолфталеин.

Что будет, если взять значительно бóльший кусок натрия? Свой ответ подтвердите химическими реакциями.

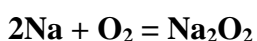
Решение:

Натрий – активный металл. Если взять значительно бóльший кусок натрия, то взаимодействие натрия с водой будет происходить очень бурно, с выделением большого количества теплоты, свечением и интенсивным выбросом кусочков расплавленного натрия.

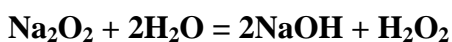
При реакции натрия с водой начинает активно выделяться водород:



От выделяющегося тепла натрий разогревается и приобретает форму шара, но он остается на поверхности, так как плотность Na меньше плотности воды ($\rho_{\text{Na}}=0,971$ г/см³). При этом Na дополнительно взаимодействует с кислородом воздуха, вследствие чего образуется пероксид натрия (Na_2O_2):



Образовавшийся пероксид натрия (Na_2O_2) взаимодействует с водой, вследствие чего образуется перекись водорода (H_2O_2):



В свою очередь перекись водорода взаимодействует с выделяющимся водородом (см. первую реакцию). Реакция сильно экзотермична:



Задача 6 (15 баллов).

Манометр, установленный на паровом котле, показывает 10 бар. Сработает ли аварийный клапан площадью 2 см^2 , который должен открываться для сброса давления, когда сила давящего на него пара превышает 210 Н?

Решение:

Шкалы промышленных манометров обычно градуируют так, что они показывают не само давление, а его превышение над нормальным атмосферным давлением (приблизительно равным 1 бар). Поэтому при показании манометра, равном 10 бар, действительное давление пара составляет 11 бар, так что сила давления пара на клапан равна $11 \text{ бар} \cdot 2 \text{ см}^2 = 220 \text{ Н}$. Следовательно, клапан сработает.

Ответ: да, сработает.