

**Решение 1.** В одной и той же емкости сжиженного природного газа уместится в 600 раз больше, чем обычного. В России уже в 2009 году был построен первый завод СПГ. Природный газ, охлажденный после очистки от примесей до температуры конденсации ( $-161,5^\circ\text{C}$ ), превращается в жидкость, называемую сжиженным природным газом (СПГ). Объем газа при сжижении уменьшается в 600 раз, что является одним из основных преимуществ этой технологии.

СПГ производится на так называемых ожижительных установках (заводах), после чего может быть перевезен в специальных криогенных емкостях — морских танкерах или цистернах для сухопутного транспорта. Это позволяет доставлять газ в те районы, которые находятся далеко от магистральных газопроводов, традиционно используемых для транспортировки обычного природного газа.

Кроме того, СПГ может быть использован как топливо, по степени экологичности значительно превосходящее дизельное.

Природный газ в сжиженном виде долго хранится, что позволяет создавать запасы. Перед поставкой непосредственно потребителю СПГ возвращают в первоначальное газообразное состояние на регазификационных терминалах.

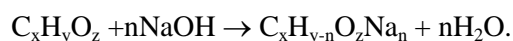
#### Первое сжижение

Первые попытки сжижать природный газ в промышленных целях относятся к началу XX века. В 1917 году в США был получен первый СПГ, но развитие трубопроводных систем доставки надолго отложило совершенствование этой технологии. В 1941 году была совершена следующая попытка произвести СПГ, но промышленных масштабов производство достигло только с середины 1960-х годов.

На сегодняшний день основными экспортёрами СПГ являются Катар, Малайзия, Индонезия, Австралия.

В России строительство первого завода СПГ началось в 2006 году в рамках проекта «Сахалин-2». Входя в этот проект, «Газпром» сделал еще один шаг для реализации своей стратегической цели — стать лидером среди глобальных энергетических компаний посредством освоения новых рынков, диверсификации видов деятельности, обеспечения надежности поставок. Строительство завода СПГ с этой точки зрения является особенно важным, так как позволит расширить географию деятельности «Газпрома» и выйти на мировой рынок СПГ. Торжественное открытие завода состоялось зимой 2009 года.

**2. Решение** Запишем реакцию нейтрализации неизвестной органической кислоты, имеющей брутто-формулу  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$  и основность  $n$ :



Выразим молярные массы кислоты и образовавшейся соли:

$$M(\text{кислоты}) = 12x + y + 16z = M;$$

$$M(\text{соли}) = 12x + y - n + 16z + 23n = M + 22n.$$

Из условия задачи количества кислоты и соли составляют:

$$v(\text{кислоты}) = 27,6/M, \quad v(\text{соли}) = 36,4/(M + 22n) \text{ (моль)}.$$

В соответствии с уравнением реакции они равны, т. е.

$$27,6 / M = 36,4 / (M + 22n) .$$

После упрощения получаем  $M = 69n$ .

Массовая доля кислорода в кислоте по условию:

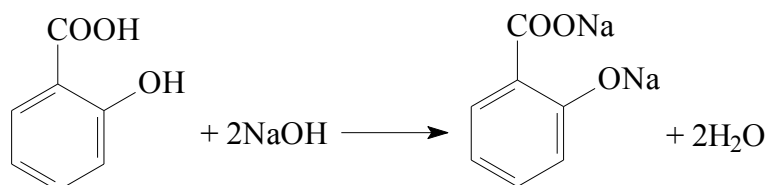
$$\omega(O) = 16z / M = 16z / 69n = 0,3478,$$

откуда можно выразить  $z = 1,5n$ .

В этой задаче натуральными числами являются и  $n$ , и  $z$ . Значит,  $n$  может принимать только чётные значения. При  $n = 2$  получаем  $M = 138$  и  $z = 3$ . Тогда

$$M = 12x + y + 48 = 138,$$

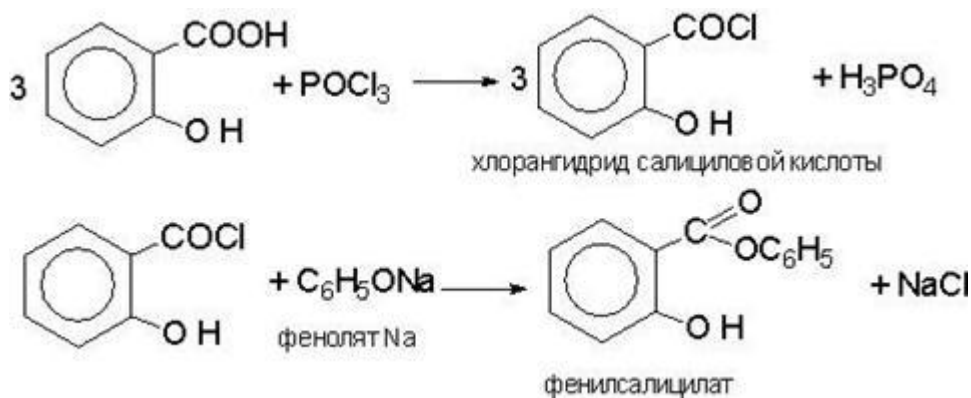
Откуда подбором находим значения  $x = 7$ ,  $y = 6$ . Таким образом, формула кислоты –  $C_7H_6O_3$ , ей соответствуют гидроксibenзойные кислоты, например, салициловая:



**Ответ:** гидроксibenзойная кислота  $C_7H_6O_3$ .

### 3. Решение

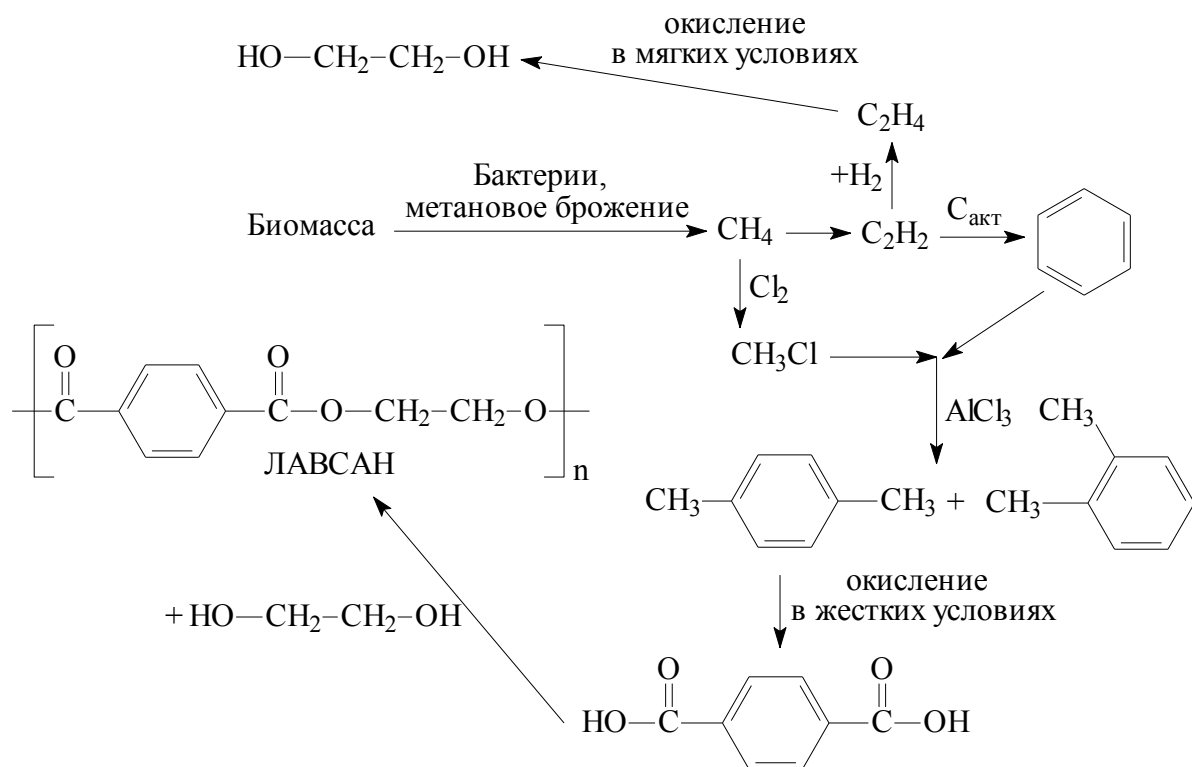
Метан → хлорметан → ацетилен → бензол → фенол → фенолят → толуол → о-гидрокситолуол → салициловая кислота → хлорангидрид салициловой кислоты → фенилсалицилат



**Решение 4.** “А” – это вещество “д”- фталевый ангидрид. Реакция начинается с нуклеофильного присоединения фенола по оксогруппе ангидрида без раскрытия пятичленного цикла ангидрида. Затем идет конденсация продукта присоединения с участием второй молекулы фенола и образованием молекулы фенолфталеина.

Фталевый ангидрид получают в промышленности окислением нафталина.

### Решение 5.



**6. Решение** Обозначим искомую растворимость  $\text{CaCO}_3$  через  $S$  моль/л. Тогда в насыщенном растворе соли содержится по  $S$  моль/л ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Выражение произведения растворимости карбоната кальция можно записать как

$$\text{ПР}(\text{CaCO}_3) = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = S \cdot S = S^2.$$

Отсюда:

$$S = \sqrt{\text{ПР}(\text{CaCO}_3)} = \sqrt{4,76 \cdot 10^{-9}} = 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л.}$$

Теперь рассчитаем массу  $\text{CaCO}_3$  в 1 л его насыщенного раствора:

$$m(\text{CaCO}_3) = S \cdot M(\text{CaCO}_3) = (6,9 \cdot 10^{-5}) \cdot 100 = 6,9 \cdot 10^{-2}.$$

Находим массу  $\text{CaCO}_3$  в 100 мл его насыщенного раствора:

$$m'(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3) \cdot V}{1000} = \frac{6,9 \cdot 10^{-5} \cdot 100}{1000} = 6,9 \cdot 10^{-4} \text{ г.}$$

**Ответ:**  $6,9 \cdot 10^{-4} \text{ г}$

