

## ВСТУПЛЕНИЕ

Предлагаемый ниже эксперимент касается выделения эфирного масла из семян методом гидродистилляции. При гидродистилляции экстракция эфирных масел из природного сырья происходит с помощью кипящей воды. Гидродистилляция является самым распространенным и самым дешевым методом выделения эфирных масел из растений.

Процесс выделения эфирных масел начинается с того, что растительная масса замачивается в воде. Затем полученная смесь доводится до кипения, образующийся дистиллят охлаждается с помощью холодильника и собирается. Из-за разности в полярности воды и эфирного масла, последнее обычно не смешивается с водой и образует отдельный слой. При последующем разделении масла и воды с помощью делительной воронки получается неочищенное эфирное масло. Для выделения индивидуальных компонентов эфирного масла требуются дополнительные методы очистки.

В качестве растительного материала в эксперименте используются плоды и семена *Myristica fragrans* Houtt, вечнозеленого дерева, растущего в Индонезии на Восточных Молуккских островах. Семена этого растения известны как «мускатный орех». Они имеют на поверхности ариллус (дополнительную оболочку, полностью или частично прикрывающую семя) и используются в кулинарии и медицине. В предлагаемой работе участникам предстоит осуществить ряд экспериментов по теме «мускатный орех и гидродистилляция».

Во время этого тура вам предстоит провести эксперимент, который поможет вам ответить на все вопросы в разделах Физика, Биология и Химия. Внимательно прочитайте инструкцию, обращая внимание на каждый шаг предстоящей вам работы.

**Аппарат для гидродистилляции состоит из:**

1. Электрическая плитка
2. Трехгорлая цилиндрическая колба
3. Стекланный шариковый холодильник
4. Модифицированная насадка Дина-Старка с холодильником и входом/выходом для воды
5. Резиновая трубка (не показана)
6. Штатив
7. Лапка
8. Муфта
9. Емкость (ведро) с водой (не показана)
10. Аквариумный насос (не показан)
11. Термометр
12. Стекланный стакан 600 мл (не показан)

**Дополнительное оборудование включает:**

- a. Мерный цилиндр на 10 мл
- b. Пластиковая воронка
- c. Пробирка
- d. Разделочная доска
- e. Перчатки
- f. Увеличительное стекло
- g. Защитные очки
- h. Резиновая пробка (не показано)

**Материалы:**

- a. Плоды мускатного ореха
- b. Натертые семена мускатного ореха
- c. Вода
- d. «Кипелки»

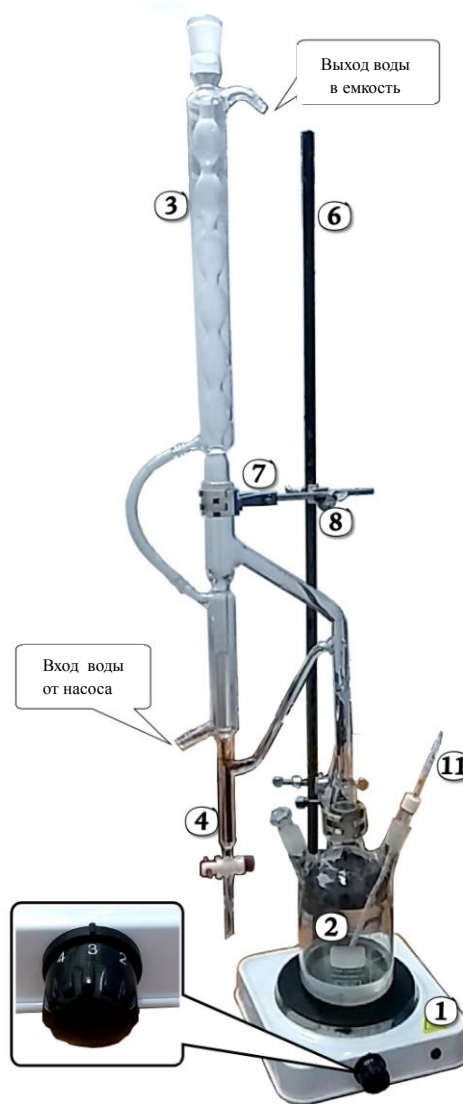


Рис. 1. Аппарат для гидродистилляции, используется для выделения мускатного масла из семян мускатного ореха

## Методика эксперимента

1. Убедитесь, что ваше экспериментальное оборудование установлено правильно.
2. Налейте в колбу 400 мл воды. Опустите в колбу термометр. Убедитесь, что кончик термометра не касается дна колбы.
3. Включите электрическую плитку (поставьте регулятор мощности плитки в положение 3) и одновременно нажмите кнопку СТАРТ секундомера. **ОСТОРОЖНО. НЕ ТРОГАЙТЕ ПЛАСТИНУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ. Плитка оборудована автоматическим регулятором, который поддерживает температуру и предотвращает перегревание.**
4. Записывайте температуру воды каждые 0,5 минуты в течение 12 минут. Запишите полученные данные в листы ответов. Через 12 минут выключите плитку и секундомер.
5. Выньте термометр и замените его имеющейся пробкой.
6. Не выливая из колбы имеющуюся воду, долейте воды до объема 500 мл. Насыпьте в колбу порошок мускатного ореха (120 гр), который вам выдали, с помощью имеющейся воронки. Добавьте также в колбу 3-5 кусочков пористого материала («кипелок»/Boiling stones).
7. Включите электрическую плитку, установите её мощность на максимум (положение 5 переключателя). Нагревайте колбу в течение 90 минут. Используйте имеющийся у вас секундомер.
8. Пока вы ждете эти 90 минут, ответьте в листах ответов на задания **ПЕРВОЙ ЧАСТИ: Физика, эффективность поглощения энергии водой.**
9. После того, как вы закончите с заданиями ПЕРВОЙ ЧАСТИ, переходите к работе над **экспериментом по биологии**, как написано далее.
10. На вашем столе имеется цельный плод мускатного ореха, а также продольные и поперечные срезы плода мускатного ореха и его семени.
11. Внимательно изучите плод мускатного ореха и его части.
12. Изучите продольные и поперечные срезы плода мускатного ореха и его семени.
13. Ответьте в листах ответов на задания **ВТОРОЙ ЧАСТИ: Биология, характеристики мускатного ореха.**

14. Спустя 90 минут нагревания колбы выключите электрическую плитку. Измерьте объем масла мускатного ореха, которое собралось в насадке Дина-Старка. Возможно, вам придется немного подождать, пока масло отделится от воды.
15. Поместите свое масло мускатного ореха в пробирку для образцов и оставьте на столе вместе со своими листами ответов. Напишите код своей команды на выданном вам ярлыке и наклейте его на пробирку.
16. Ответьте в листах ответов на задания **ТРЕТЬЕЙ ЧАСТИ: Химия, дистилляция масла мускатного ореха.**

## ЗАДАНИЯ

### ПЕРВАЯ ЧАСТЬ: Физика, эффективность поглощения энергии водой [13 баллов]

Переходы между твердыми, жидкими и газообразными фазами обычно требуют поглощения большого количества теплоты. Если с постоянной скоростью подводить тепло к куску льда для того, чтобы последовательно перевести его в жидкое, а затем в газообразное состояние, то энергии, которые требуются для совершения фазовых переходов (называемые теплотой плавления и теплотой парообразования), будут приводить к появлению горизонтальных участков на графике зависимости температуры от времени. Для приведенного графика (рис. 1) считается, что внешнее давление равно одной атмосфере.

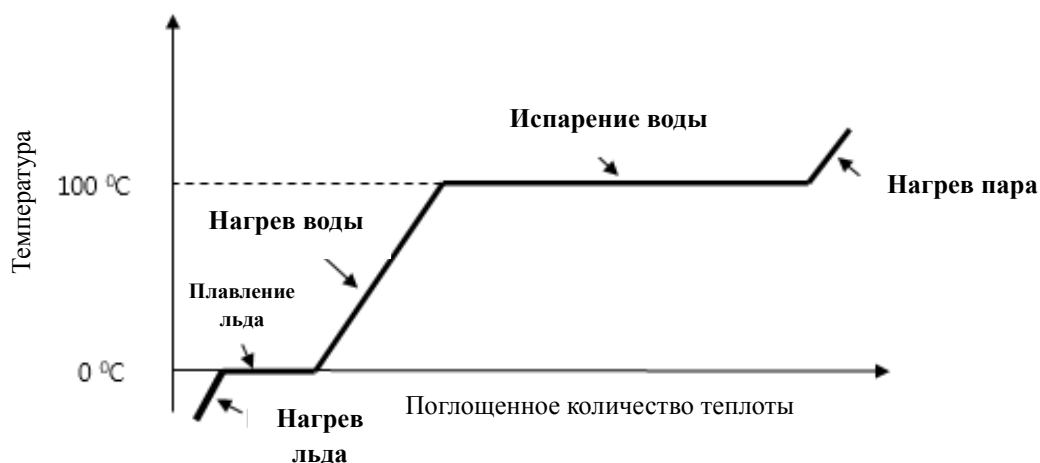


Рис. 1. График зависимости температуры от количества поглощенной теплоты

- Ph-1 [3,0 балла]** Постройте график зависимости температуры воды (°C) от времени (в минутах)
- Ph-2 [1,5 балла]** Определите величину разности температур ( $\Delta T$ ) и соответствующее ей время ( $\Delta t$ ), в пределах которой изменение температуры воды линейно.
- Ph-3 [2,0 балла]** Найдите скорость роста температуры воды (в °C/c) со временем для линейной части графика (что означает линейный процесс для воды).

- Ph-4 [2,0 балла]** Найдите, какое количество электрической энергии (в Дж) было израсходовано в области линейной части графика (электрическая мощность, используемая плиткой, 600 Вт).
- Ph-5 [1,5 балла]** Найдите, какое количество теплоты (в Дж) пошло на увеличение температуры воды в области линейной части графика. (Считайте, что  $c_{water} = 4180 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$  и  $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ ).
- Ph-6 [1,5 балла]** Найдите, какое количество теплоты (в Дж) было передано в окружающую среду в области линейной части графика.
- Ph-7 [1,5 балла]** Рассчитайте в процентах долю энергии, которая пошла на увеличение температуры воды, от общего количества энергии, израсходованного электрической плиткой, в области линейной части графика.

**ВТОРАЯ ЧАСТЬ: Биология, характеристики мускатного ореха [13 баллов]**

**А. Плод мускатного ореха**

**Vi-1 [2,0 балла]** Нарисуйте продольное сечение плода мускатного ореха с цельным семенем.

**Vi-2 [3,0 балла]** Обозначьте части плода, используя термины, приведенные в таблице ответов.

Укажите стрелками на части плода. Выберите правильный термин из таблицы ответов и напишите соответствующую ему букву рядом со стрелкой (А, В, С и т.д.)

**В. Семя мускатного ореха**

**Vi-3 [3,0 балла]** Нарисуйте поперечное сечение семени мускатного ореха.

**Vi-4 [2,0 балла]** Обозначьте части семени, используя термины, приведенные в таблице ответов.

Укажите стрелками на части семени. Выберите правильный термин из таблицы ответов и напишите соответствующую ему букву рядом со стрелкой (А, В, С и т.д.)

**Таблица ответов**

А. Цветоложе	Е. Локул	І. Семя	М. Зародыш
В. Мезокарпий	Ғ. Нуцелус	Ј. Семенная кожура	№. Экзокарпий
С. Плодоножка	Г. Эндосперм	К. Ариллус	О. Плацента
Д. Перисперм	Н. Эндокарпий	Л. Фуникулус	Р. Гипантий

### С. Характеристики плода и семени мускатного ореха

#### Классификация плодов и семян:

Простой плод	:	Плод, развивающийся из одного пестика
Сложный плод	:	Плод, который развивается из нескольких плодолистиков, соединенных друг с другом в единое целое или плод, развивающийся из цветка с несколькими пестиками, и представляющий собой несколько маленьких плодиков, соединенных друг с другом.
Истинный плод	:	Плод, все части которого развиваются только из завязи пестика
Ложный плод	:	Плод, развивающийся не только из пестика, но и из других частей цветка
Сочный плод	:	Плод, имеющий сочную оболочку
Сухой плод	:	Плод, имеющий сухую оболочку
Яблоко	:	Плод, развивающийся из нескольких плодолистиков, цветоложа и некоторых других частей цветка
Костянка	:	Плод, развивающийся из одного плодолистика и содержащий (обычно) только одно семя.
Однодольное	:	Имеющее одну семядолю
Двудольное	:	Имеющее две семядоли
Круглое	:	Имеющее форму шара или мяча
Овальное	:	Яйцевидное, имеющее большую ширину в основании.



**Vi-5 [3,0 балла]** Внимательно изучите плод и семя мускатного ореха и отметьте галочкой (✓) один правильный вариант ответов по каждому пункту (A-F) в соответствующих квадратах на листе ответов

**Вопрос:**

**Ответ:**

- |                                   |                          |               |                          |              |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|--------------|
| A. Тип плода по строению:         | <input type="checkbox"/> | Простой плод  | <input type="checkbox"/> | Сложный плод |
| B. Тип плода по происхождению:    | <input type="checkbox"/> | Истинный плод | <input type="checkbox"/> | Ложный плод  |
| C. Тип плода по сочности:         | <input type="checkbox"/> | Сочный плод   | <input type="checkbox"/> | Сухой плод   |
| D. Тип плода по названию:         | <input type="checkbox"/> | Яблоко        | <input type="checkbox"/> | Костянка     |
| E. Тип семени по числу семядолей: | <input type="checkbox"/> | Однодольное   | <input type="checkbox"/> | Двудольное   |
| F. Тип семени по форме:           | <input type="checkbox"/> | Круглое       | <input type="checkbox"/> | Овальное     |

**ТРЕТЬЯ ЧАСТЬ: Химия, дистилляция мускатного масла [14,0 баллов]**

После проведения эксперимента со 120 г натертых семян мускатного ореха у вас получилось некоторое количество мускатного масла.

**Ch-1 [4,5 балла]** Какой объем мускатного масла вы получили?

**Ch-2 [1,5 балла]** Известно, что масса 1,00 мл мускатного масла составляет 0,862 г при 25°C. Каково процентное содержание (по массе) мускатного масла в семенах мускатного ореха, исходя из результатов вашего эксперимента, если проводить измерения при 25°C?

**Ch-3 [3,0 балла]** Известно, что основным компонентом мускатного масла является миристицин. Считайте, что полученное вами мускатное масло содержит 65% (по массе) миристицина ( $C_{11}H_{12}O_3$ ).

**(a) [1,5 балла]** Рассчитайте число молекул миристицина в полученном образце мускатного масла.

**(b) [1,5 балла]** Рассчитайте массу атомов углерода в граммах в миристицине, который содержится в полученном образце мускатного масла (атомные массы составляют  $C = 12$ ,  $H = 1$  и  $O = 16$ ).

**Ch-4 [1,0 балл]** На основании результатов вашего эксперимента, рассчитайте сколько килограммов натертых семян мускатного ореха требуется для получения 100 граммов мускатного масла?

**Ch-5 [0,5 балла]** Каково назначение «кипелок» в вашем эксперименте?

(a) ускорить нагревание воды

(b) ускорить разделение мускатного масла и воды

(c) способствовать распределению тепла внутри содержимого цилиндрической колбы.

**Ch-6 [0,5 балла]** В чем состоит основное назначение использования порошка семян мускатного ореха вместо кусочков семян?

(a) чтобы увеличить растворимость мускатного ореха в воде

(b) чтобы увеличить площадь соприкосновения мускатного ореха и воды

(c) чтобы ускорить испарение воды из колбы.

**Ch-7 [0,75 балла]** Разделение воды и мускатного масла в насадке Дина-Старка основано на...

(a) принципе «подобное растворяется в подобном»

(b) разнице давлений паров

- (с) химическом равновесии.
- Ch-8 [0,75 балла]** Если изменить направление подачи охлаждающей воды в холодильник наверху вниз, конденсация пара и мускатного масла будет происходить...
- (a) более эффективно
  - (b) менее эффективно
  - (с) с той же эффективностью.
- Ch-9 [0,75 балла]** Какой из представленных ниже альтернативных методов разделения может быть использован для выделения мускатного масла из семян?
- (a) центрифугирование
  - (b) жидкостная экстракция
  - (с) бумажная хроматография
- Ch-10 [0,75 балла]** Какое изменение в постановке эксперимента не приведет к уменьшению выхода мускатного масла?
- (a) более быстрое нагревание
  - (b) использование большего количества «кипелок»
  - (с) использование более короткого холодильника

oooOOOooo