

***МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ПАРАМЕТРОВ ГУМУСОВОГО  
СОСТОЯНИЯ ПОЧВ***

# Значение гумуса:

- С содержанием и составом гумуса тесно связаны важнейшие морфологические признаки и физические свойства почв: окраска, структурное состояние, теплоемкость, теплопроводность, водоудерживающая способность;
- в гумусовых горизонтах находится до 90% всего азота в форме органических соединений. Теми же формами представлена большая часть фосфора, серы, значительная доля калия и микроэлементов;
- важное значение гумуса состоит в его способности придавать почве буферность по отношению к влиянию различных факторов среды.

## Характеристика методов определения общего содержания углерода

- Надежных методов непосредственного определения гумуса в почвах нет. Как правило, о содержании гумуса в почве судят по количеству углерода, входящего в состав органического вещества;
- все методы определения органического углерода основаны на его окислении до углекислоты. Существуют как прямые, так и косвенные методы анализа.

## Методы, основанные на отгонке $\text{CO}_2$

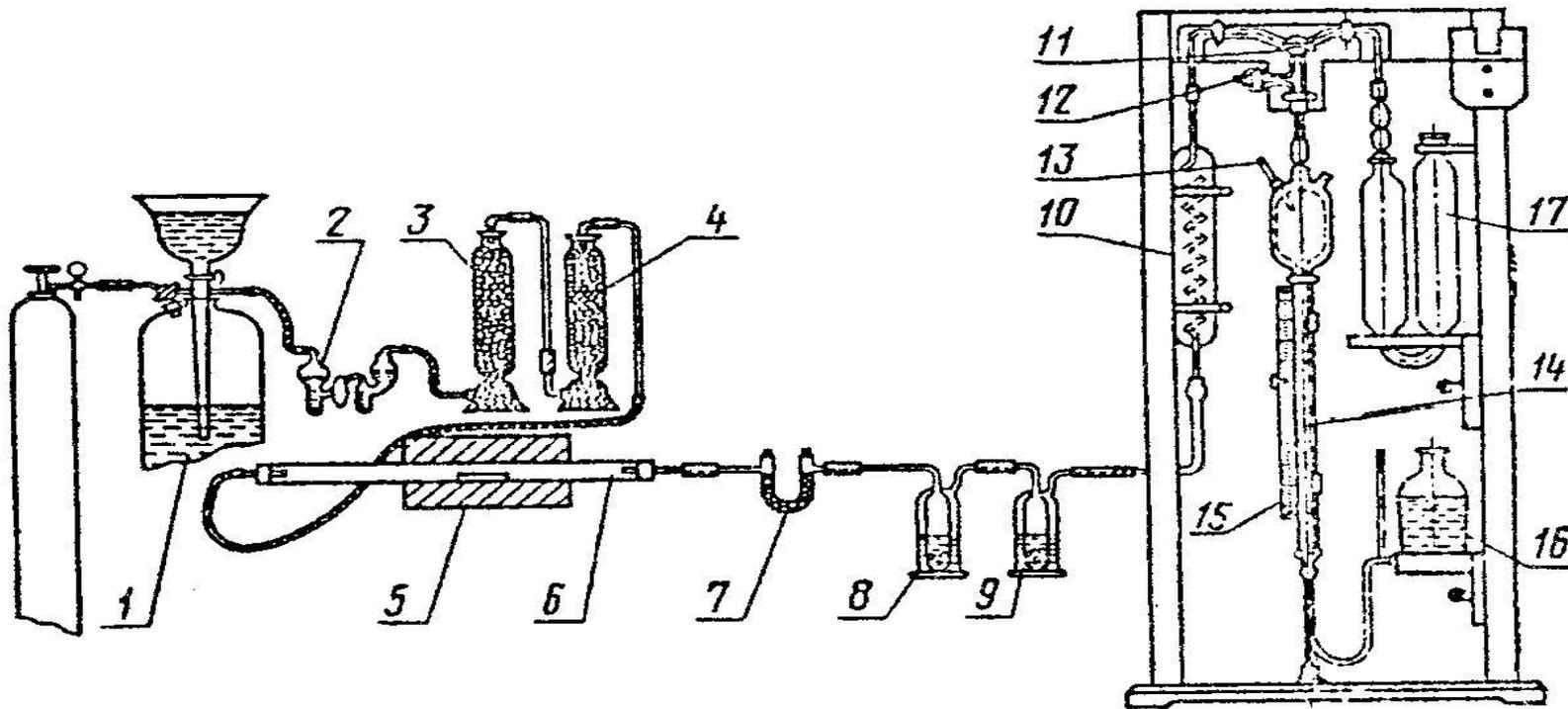
- Содержание углерода с использованием этих методов находят по количеству углекислого газа, выделяющегося при разложении органического вещества;
- в процессе анализа углекислый газ улавливают, а затем его количество определяют гравиметрическими, газовольюметрическими или титрометрическими методами;
- гравиметрические методы являются прямыми методами, так как основаны на определении массы выделившегося  $\text{CO}_2$ ;
- газовольюметрические и титрометрические методы являются косвенными;
- разложение органического вещества может быть проведено двумя способами – методом сухого озоления при нагревании почв и методом мокрого озоления растворами сильных окислителей.

# Гравиметрические методы

- **Метод Густавсона** основан на сухом озолении органического вещества при температуре 650–700 °С. Органическое вещество при нагревании в присутствии кислорода разлагается, а входящие в состав водород и углерод превращаются в воду и углекислый газ;
- озоление почвы проводят на специальных установках в тугоплавкой трубке, через которую пропускают кислород или воздух;
- для более полного разложения органического вещества озоление проводят в присутствии оксида меди;
- поглотительные трубки взвешивают до и после озоления почвы и по увеличению массы находят содержание углерода в почве.

# Прибор для определения углерода методом Густавсона (сухое сжигание, тк растворы не участвуют)

Установка для определения углерода органических соединений  
сухим сжиганием

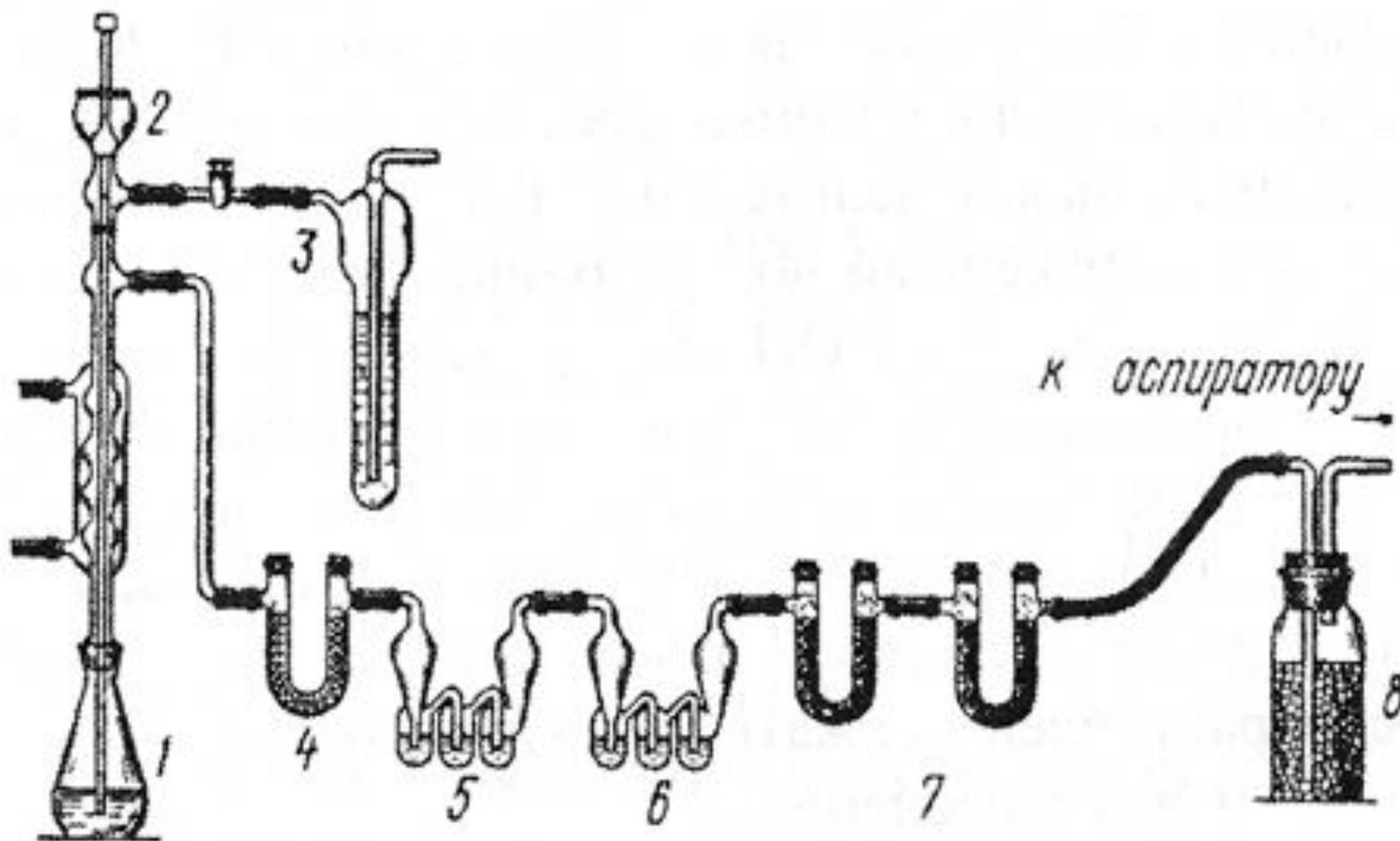


1—газометр с кислородом; 2—калцапарат с кали едким; 3—колонка для сушки газов с аскаритом или натронной известью; 4—колонка для сушки газов с хлористым кальцием; 5—печь электрическая трубчатая горизонтальная; 6—трубка фарфоровая или кварцевая; 7—трубка U-образная со стеклянной ватой для удерживания механических примесей; 8—сосуд поглотительный с раствором хромового ангидрида в серной кислоте для удержания окислов серы; 9—сосуд поглотительный с раствором двуххромовокислого калия в серной кислоте, для удержания окислов азота; 10—холодильник; 11—кран трехходовой; 12—кран для соединения газоизмерительной бюретки с атмосферой; 13—термометр; 14—газоизмерительная бюретка № 2; 15—подвижная шкала газоизмерительной бюретки; 16—склянка уравнительная; 17—сосуд, наполненный раствором едкого кали для поглощения углекислого газа

## Метод Кноппа-Сабанина

- Основан на мокром озолении органического вещества серно-кислым раствором бихромата калия при нагревании. В результате взаимодействия почвы с бихроматом калия углерод органического вещества также превращается в  $\text{CO}_2$ , а  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  – в  $\text{Cr}^{3+}$
- Для выполнения анализа почву помещают в колбу и нагревают на плитке. Образующуюся при окислении гумуса углекислоту поглощают трубками, заполненными аскаритом, хлоридом кальция или другим поглощающим материалом. Для того, чтобы  $\text{CO}_2$  был полностью вытеснен из всех частей прибора и поглощен сорбентом через прибор 40–60 мин прогоняют воздух, лишенный  $\text{CO}_2$ .

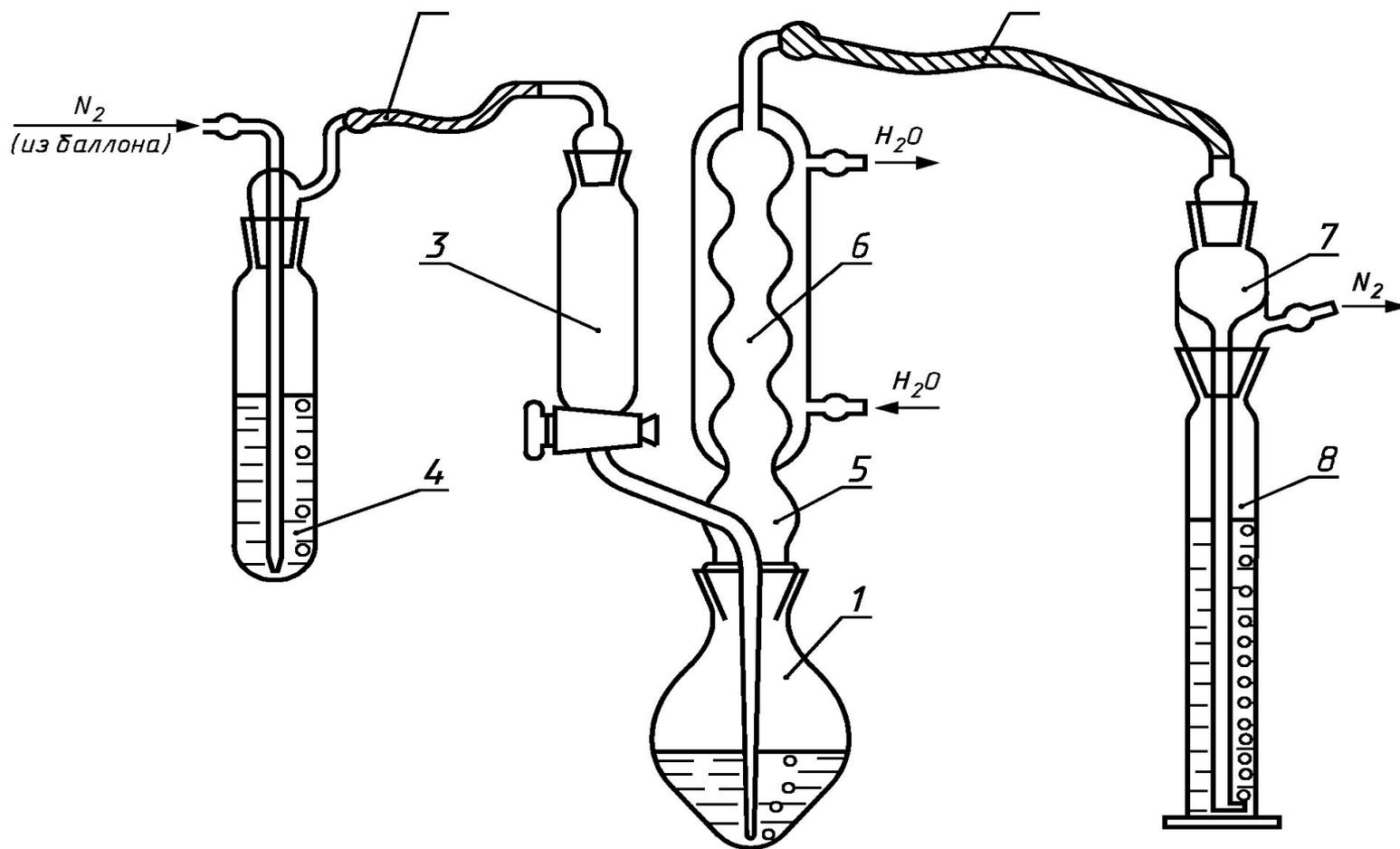
# Прибор для определения углерода методом Кноппа-Сабанина



- Для вычисления содержания гумуса величину процентного содержания углерода умножают на **коэффициент 1,724**. Данный коэффициент был выведен в 1864 г. на основании имеющихся тогда сведений о том, что в гумусе содержится 58 % углерода ( $100/58=1,724$ ). В настоящее время известно, что содержание углерода в гумусе колеблется в широких пределах. В. В. Понамарева и Т. А. Плотникова предлагают принимать для расчета коэффициент 2 ( $100/50$ ). К. К. Гедройц считал более правильным в данном анализе рассчитывать не количество гумуса, а количество углерода в почве.

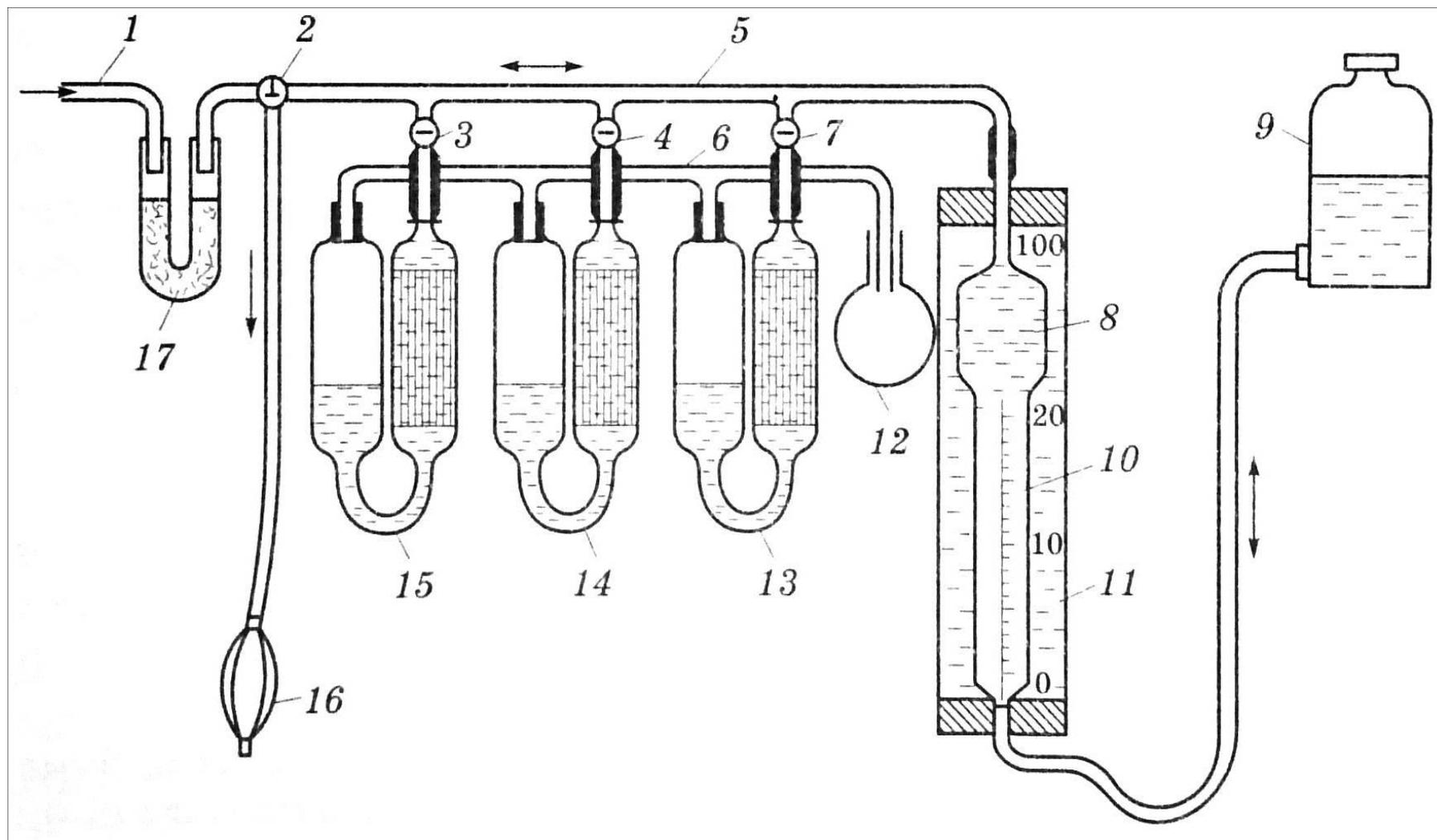
- **Газоволлюметрические методы** основаны на измерении объема углекислого газа, выделившегося при озолении гумуса и определении количества углерода по объему  $\text{CO}_2$ . Вычисления проводят с учетом температуры и давления, при котором происходит озоление. Для анализа карбонатных почв неприемлемы.
- **Титрометрические методы** также используются для определения  $\text{CO}_2$ , выделившегося при озолении гумуса. В этом случае  $\text{CO}_2$  поглощается КОН с образованием  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

# Прибор для газоволюметрического определения углерода ПОЧВЫ



1 — круглодонная колба вместимостью 100 см<sup>3</sup>; 2 — гибкий шланг; 3 — капельная воронка вместимостью 20–25 см<sup>3</sup>; 4 —

# Прибор для газоволюметрического определения углерода ПОЧВЫ



## Косвенные методы определения органического углерода

- В титрометрическом методе о содержании углерода судят по количеству непрореагировавшего с почвой  $\text{Cr}_2\text{O}_7$ , в фотометрическом – по количеству образовавшегося в процессе реакции  $\text{Cr}^{3+}$ .
- **Наиболее широко известный косвенный метод определения гумуса – метод Тюрина.** Анализ сводится к следующему: к навеске почвы приливают строго определенное количество бихромата калия, смесь кипятят, в результате происходит окисление органического вещества. Если рассматривать только окисление углерода, то реакцию можно выразить следующим уравнением:

- $$3\text{C} + 2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}$$
- Затем непрореагировавший остаток  $\text{Cr}_2\text{O}_7$  титруют солью Мора (раствор сульфата железа). Реакция проходит по уравнению:
- $$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$$

## Определение гумуса по Тюрину

- Как мы осуществляем реакцию и что видим в итоге:
  - 1) Приливаем к почве раствор хромата калия (имеет ярко-оранжевый цвет) и серной кислоты;
  - 2) Кипятим смесь почвы и раствора (раствор становится темно-коричневым, тк происходит окисление вещества;
  - 3) Охлаждаем смесь до комнатной температуры;
  - 4) Приливаем индикатор – дисульфоденоловую кислоту (не имеет цвета), которая увеличивает интенсивность окраски и раствор становится немного темнее;
  - 5) Титруем (приливаем по каплям из бюретки) расвор соли Мора (имеет бледно-голубой цвет) и раствор меняет свой цвет на ярко-зеленый (когда образуется такой оттенок, это говорит о том, что органическое вещество полностью окислилось).

До кипячения раствора хромата калия и почвы:



## Окончание реакции (полное окисление органического вещества почвы)

