

# Образование в листьях растений органических веществ.

Фотосинтез – процесс образования органических веществ в зеленых частях растений при помощи света из углекислого газа и воды, выделяя при этом кислород.



# Задачи:

---



- Познакомиться с историей открытия фотосинтеза;
- Изучить результаты экспериментов по выявлению условий, необходимых для процесса фотосинтеза, место протекания фотосинтеза;
- Подчеркнуть значение фотосинтеза в природе и жизни человека.

# История развития учения о фотосинтезе.



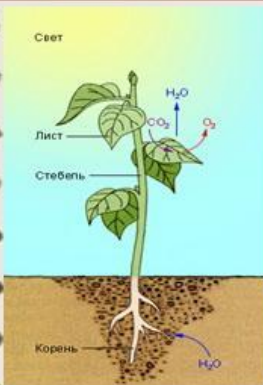
*Объясните, за счет чего растение увеличилось в размерах и массе за 5 лет на 58 кг?*



Опыт Ван Гельмонта.

1579–1644г.р.  
Ван Гельмонт  
Фламандский врач и химик.

ОПЫТ ВАН ГЕЛЬМОНТА



## 8. Фотосинтез - воздушное питание растений. Дыхание растений.

Греч. “фотос” – свет, “синтез” – соединение.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ:

- ✓ Более 300 лет назад, голландский учёный Ван Гельмонт 5 лет выращивал ветвь ивы в горшке с почвой (вес ветки и почвы перед опытом).
- ✓ Спустя 5 лет ветка выросла, а вес почвы уменьшился незначительно.
- ✓ Откуда же растение брало вещества для своего роста?
- ✓ Ван Гельмонт, поливавший иву 5 лет водой, сделал вывод, что ИЗ ВОДЫ.
- ✓ *Согласны ли вы с выводом учёного?*



Ван Гельмонт,  
химик, физиолог, врач  
и теософ-мистик.





## **Вопросы и задания:**

- 1. Объясните, за счет чего растение увеличилось в размерах и массе.*
- 2. Какую ошибку допустил ван Гельмонт при постановке опыта?*
- 3. Уменьшение веса почвы ученый посчитал ошибкой эксперимента. Так ли это на самом деле?*



С XVII в. в практику научных исследований входит микроскоп. Итальянец Мальпиги открывает устьица. Однако и это открытие не проясняет роли листа в жизни растения.

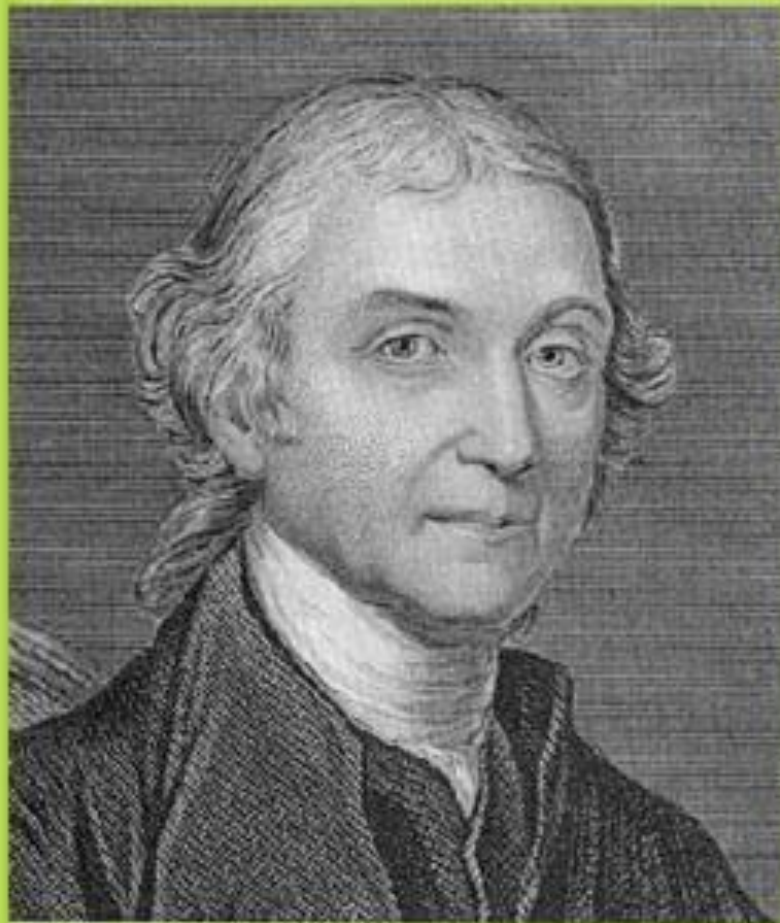


1628

итальянский врач, физиолог и анатом.



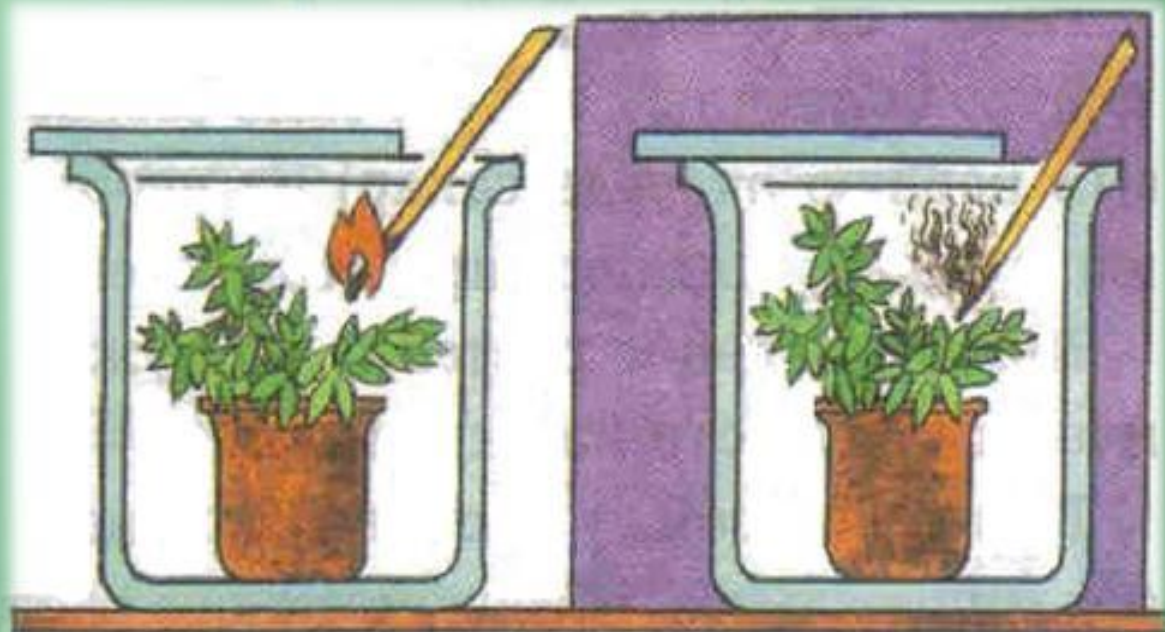
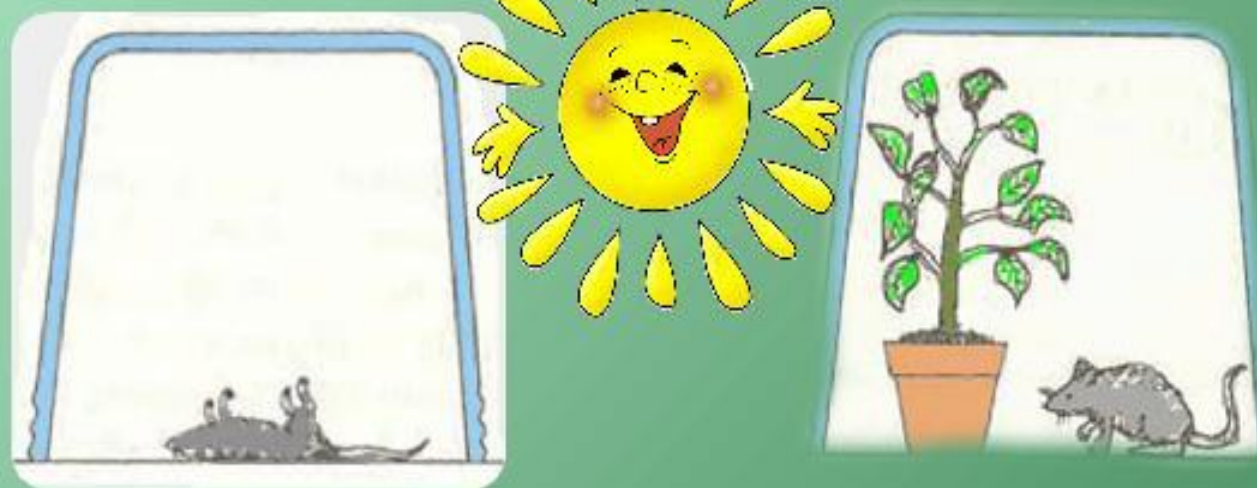
# История открытия фотосинтеза



- В 1771 году английский химик Джозеф Пристли проделал следующий опыт: он посадил мышь под стеклянный колпак, и через 5 часов мышь погибла. При внесении же под колпак веточки мяты мышь осталась живой.

**Джозеф Пристли**

# ИССЛЕДОВАНИЯ Джозефа Пристли







**Ответьте на вопрос, заданный когда-то Джозефом Пристли:**

**«...в результате дыхания вся атмосфера должна была бы вскоре сделаться непригодной для горения, для жизни, а между тем сколько уже веков существует мир, а этого незаметно. Очевидно, в природе должен существовать процесс, который этот испорченный воздух вновь превращает в хороший. Не принадлежит ли эта роль растению?»**

**Термин**  
**«хлорофилл»** французские  
химики  
**1818г**




**П. Пельтье**



**Ж. Каванту**

из греческих слов «хлорос» – зеленый и «филлон» –  
листь

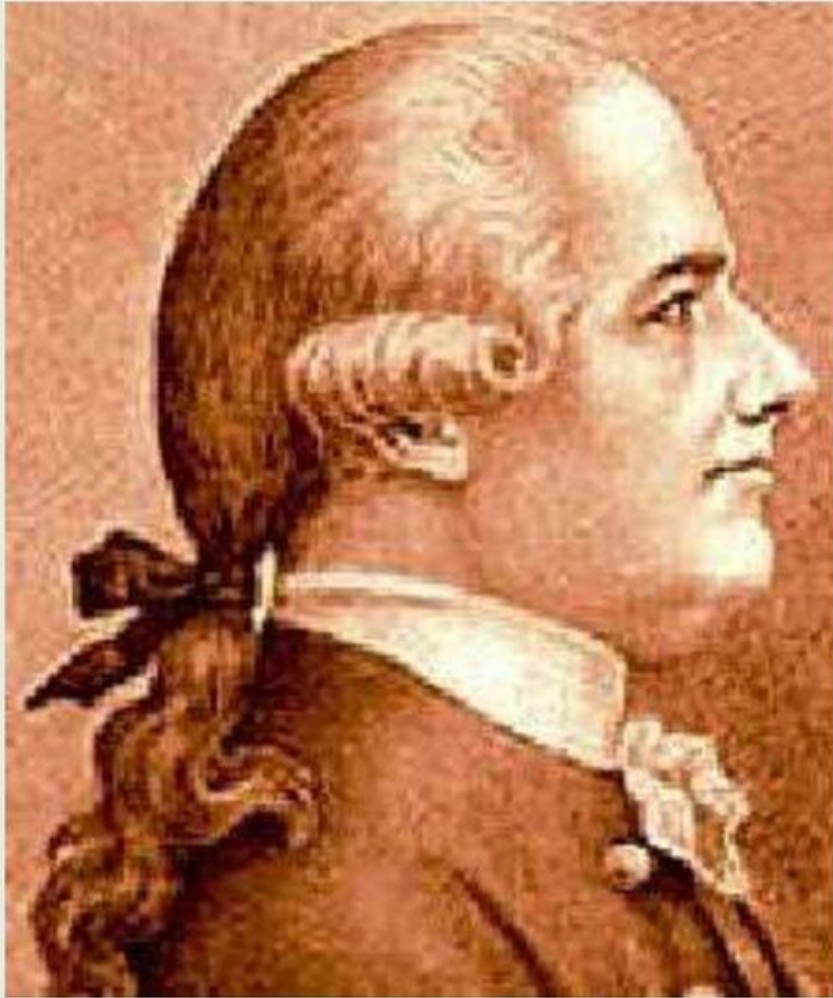


**ЛАВУАЗЬЕ (Lavoisier), Антуан Лоран. 26 августа 1743 г. – 8 мая 1794 г.**



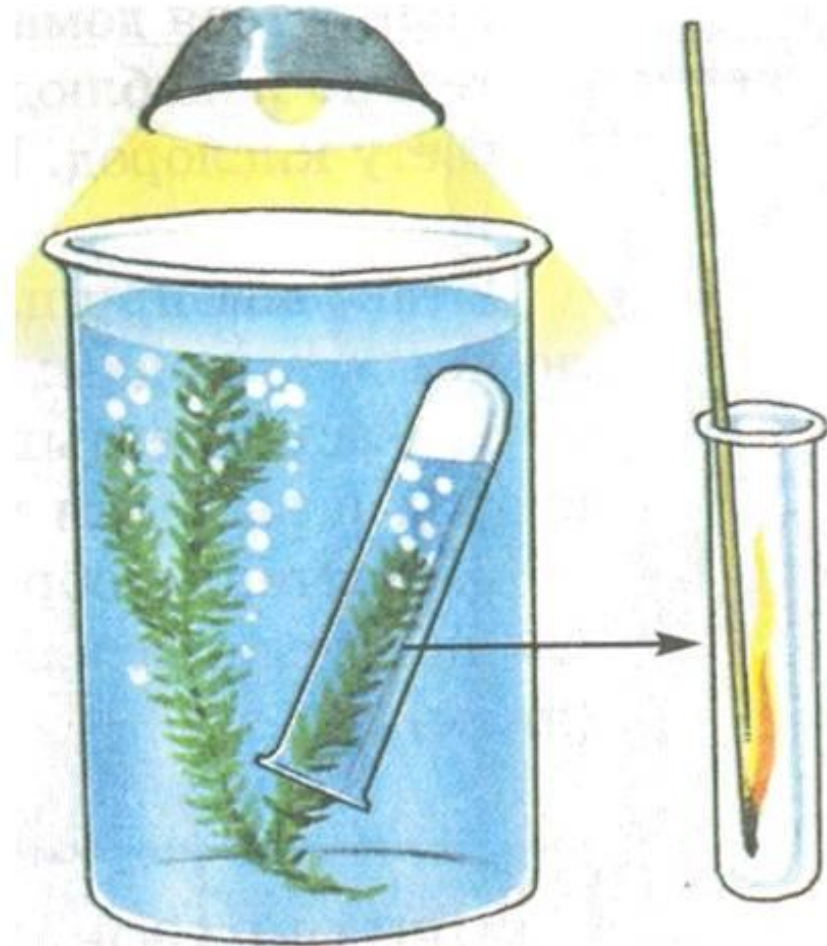
**Получил в 1774 кислород, создал кислородную теорию горения. Считал воздух источником питательных веществ для растений**

# История открытия фотосинтеза

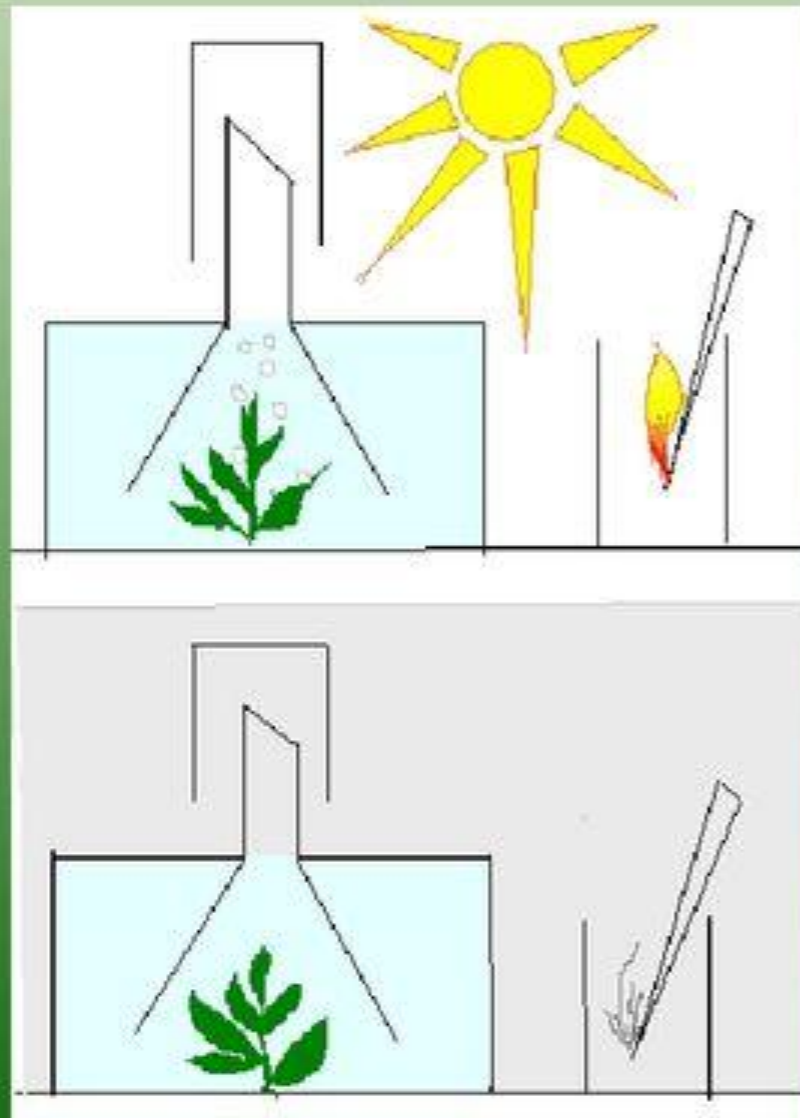


- Ян Ингенхауз
- Голландский врач
- 1779 год
- Обнаружил, что растения выделяют кислород лишь в присутствии солнечного света и что только зелёные части обеспечивают выделение кислорода.

# *Опыт Я. Ингенхауза*



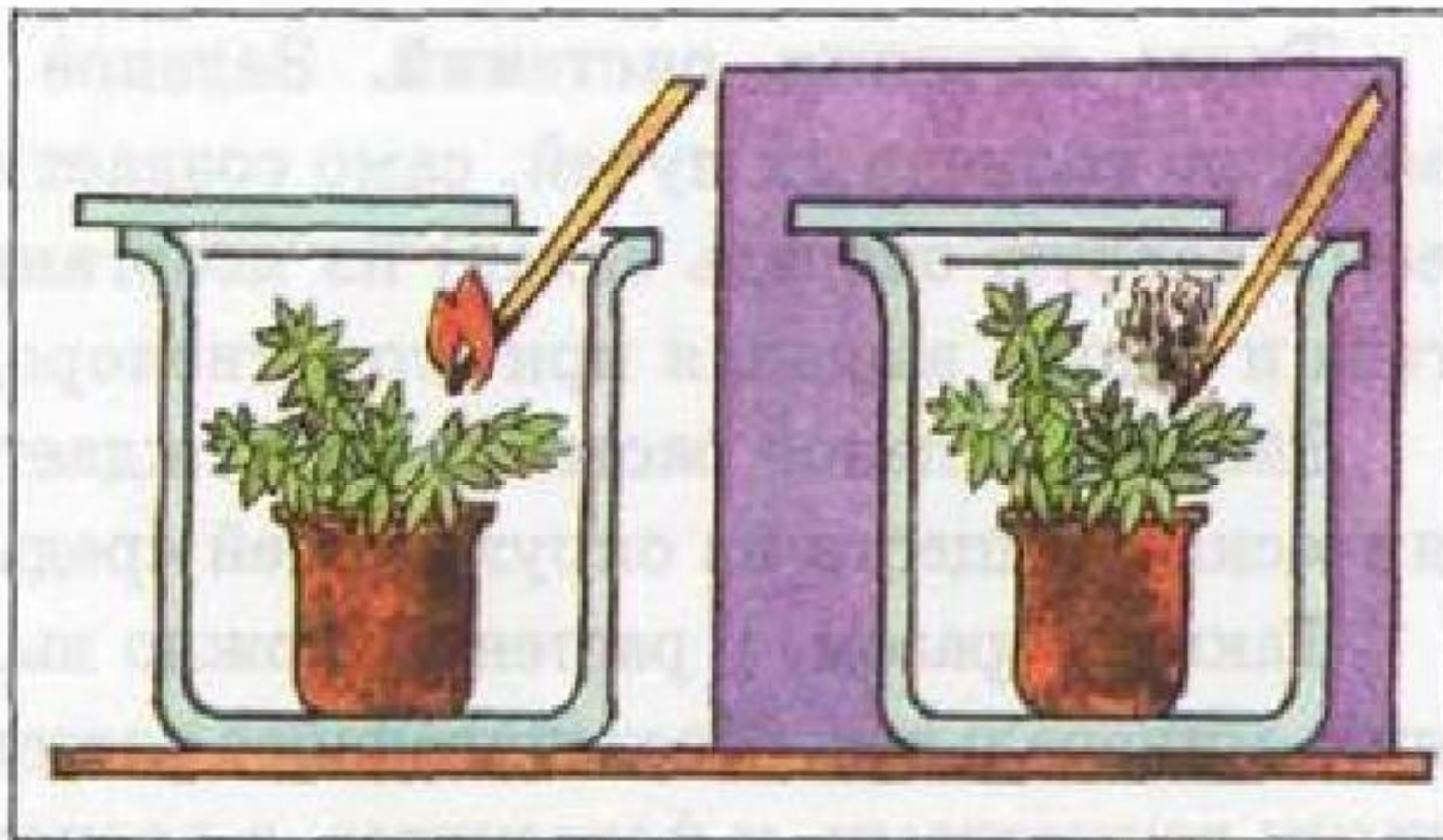
# Опыт Ингенхауза



- **Вывод:**  
**Кислород**  
**выделяется только**  
**на свету**

# Опыт № 1

## Анализ влияния солнечного света на процесс фотосинтеза



# Жан Батист Буссенго.

## Суммарное уравнение фотосинтеза



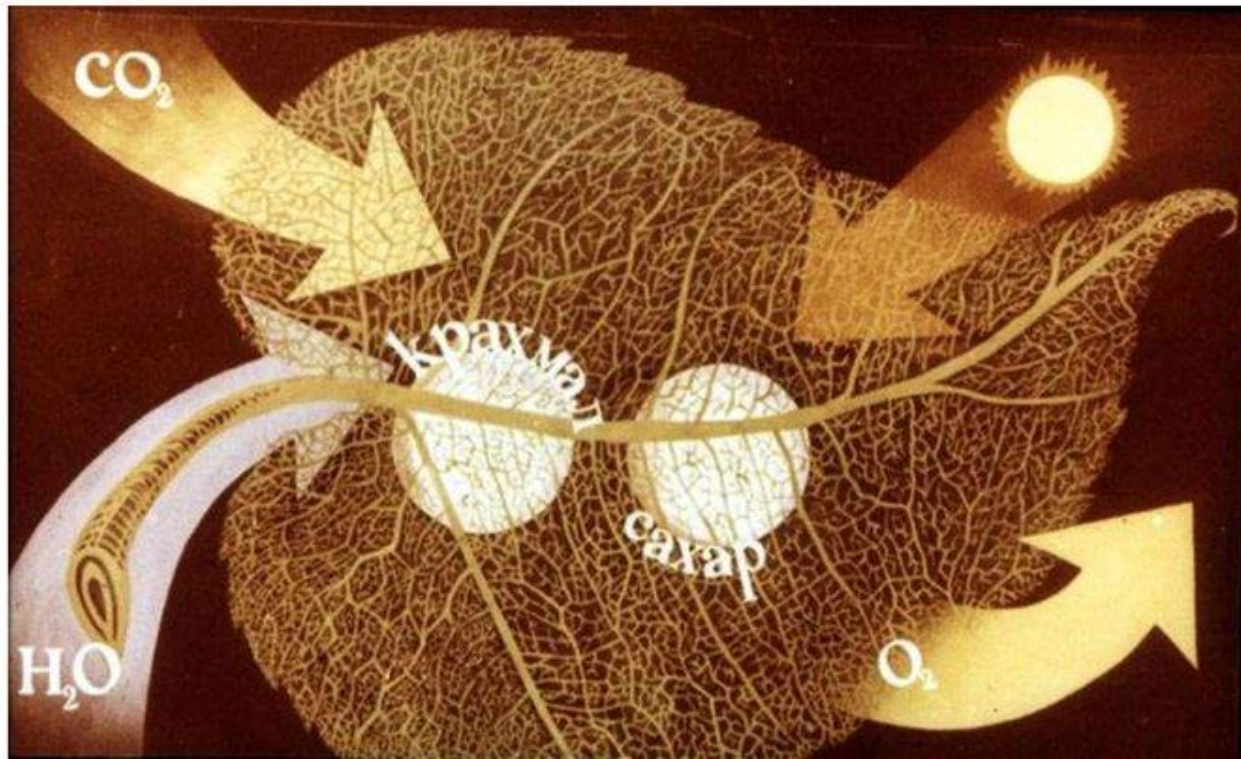
углекислый  
газ

вода

хлорофилл

глюкоза

кислород





# Роберт Майер (1814 – 1878)

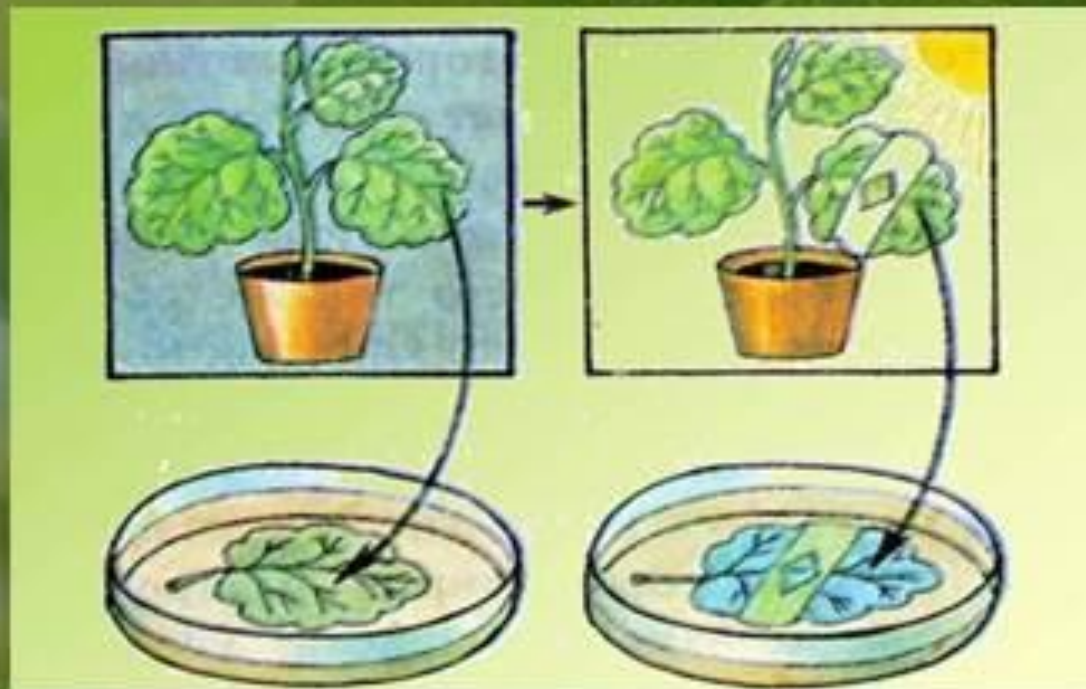
Немецкий врач и естествоиспытатель.



- После того, как было установлено что помимо выделения кислорода растения поглощают углекислый газ и при участии воды синтезируют на свету органическое вещество, в 1842 Роберт Майер на основании закона сохранения энергии постулировал что растения преобразуют энергию солнечного света в энергию химических связей

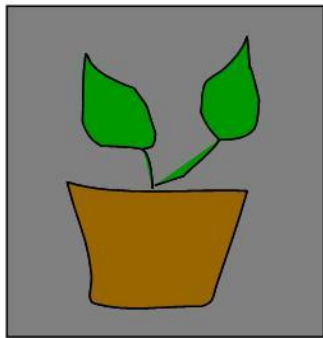
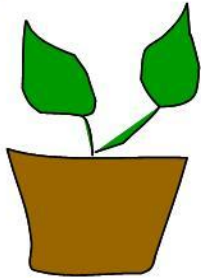
# Опыт Юлиуса фон Сакса

Юлиус фон Сакс (1832—1897), немецкий ботаник, доказавший, что в процессе фотосинтеза образуется крахмал и его количество зависит от количества света.

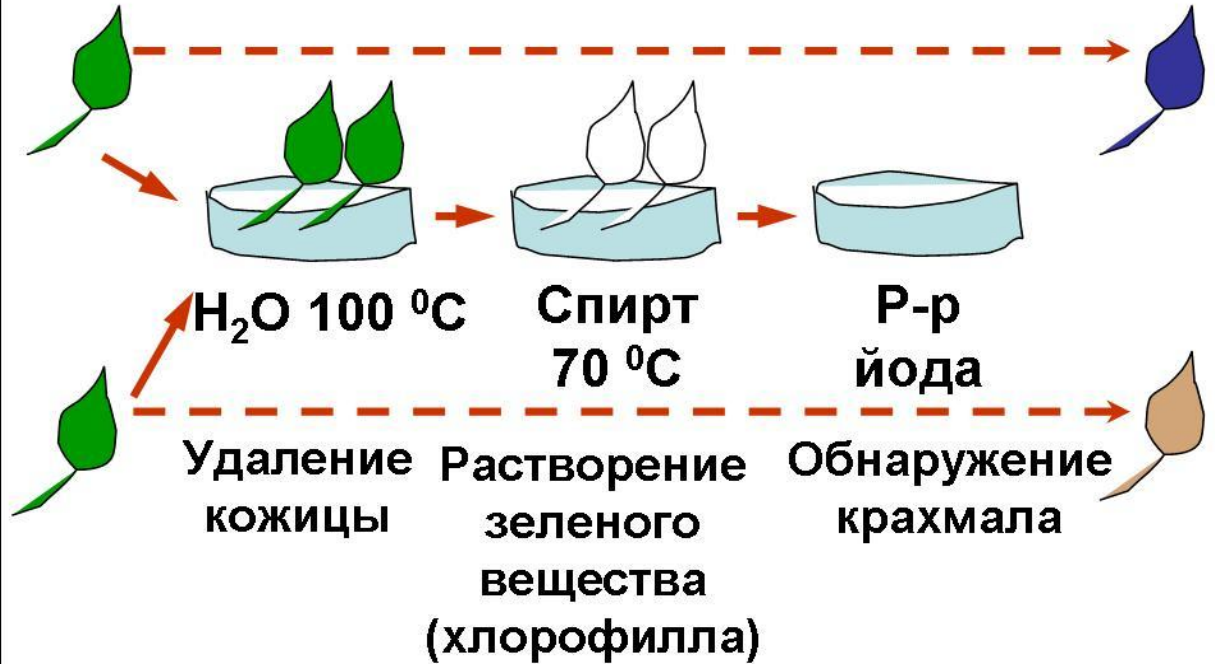




## Первый опыт Сакса



2 суток



**Вывод:** на свету в клетках листа образуется крахмал.



## Второй опыт Сакса

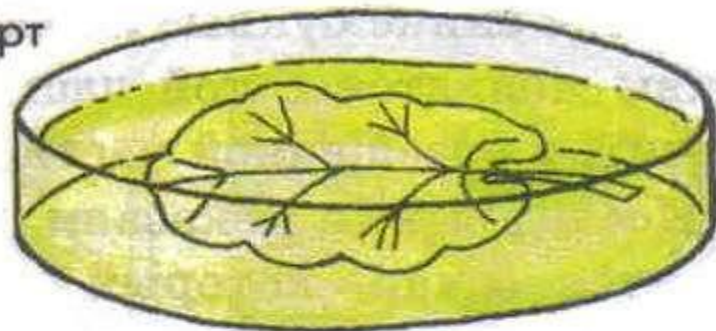


**Вывод:** крахмал образуется только в хлоропластах.

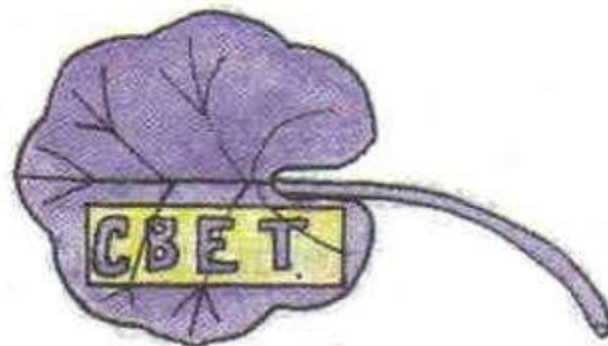
# ИССЛЕДОВАНИЯ



Спирт



Раствор  
иода

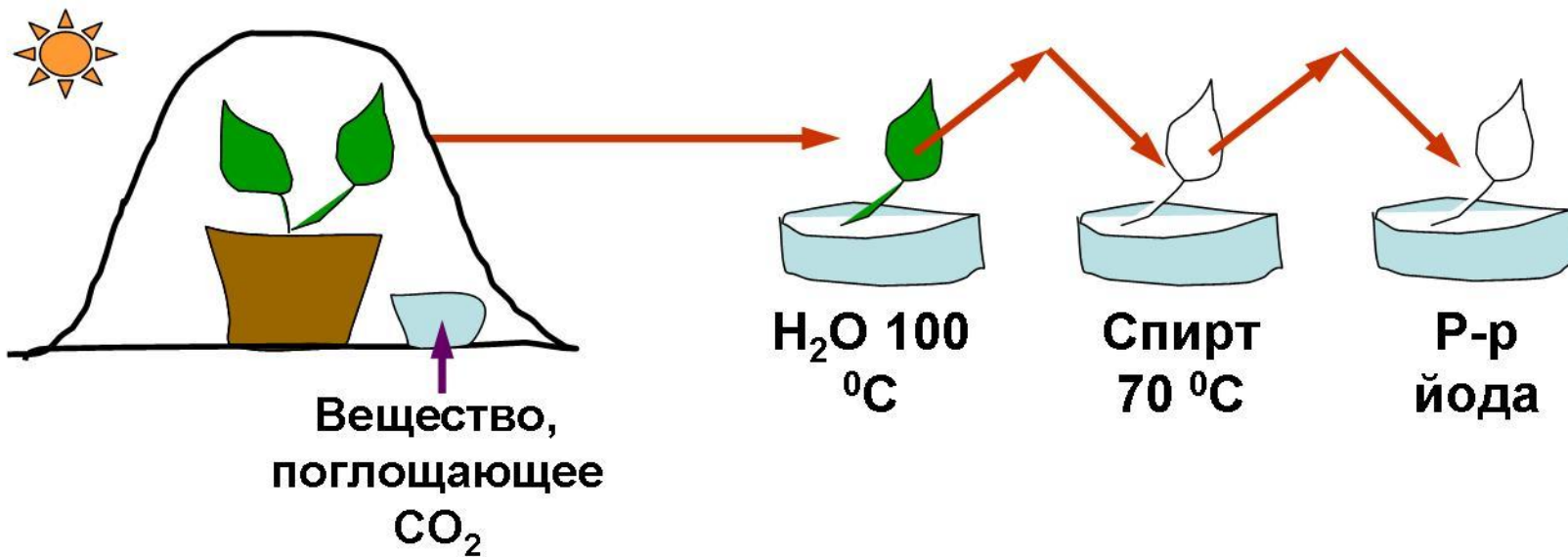


# Проба Сакса (1864г.)

---



## Третий опыт Сакса



**Вывод:** для образования крахмала необходим углекислый газ



- **Сакс обнаружил, что чем дольше растения оставались в темноте, тем меньше заключали они крахмала в зернах хлорофилла.**
- **По прошествии нескольких суток в хлорофилловых зернах листовой ткани растений, содержащихся в темноте, исчезали последние следы крахмала.**
- **При обратном перемещении «обескрахмаленных» растений на свет уже через несколько часов можно было убедиться в присутствии крахмала в зернах хлорофилла.**
- **Саксу принадлежит идея чрезвычайно наглядного приема демонстрации зависимости образования в листьях крахмала от воздействия на них .**
- **Этот прием заключается в частичном закрытии листовой пластинки светонепроницаемым материалом и экспозиции такого полузакрытого листа на солнце.**
- **По степени посинения или почернения можно было приблизительно судить о количестве образовавшегося крахмала.**
- **Эта так называемая йодная проба была впервые предложена Саксом.**





## **Вопросы:**

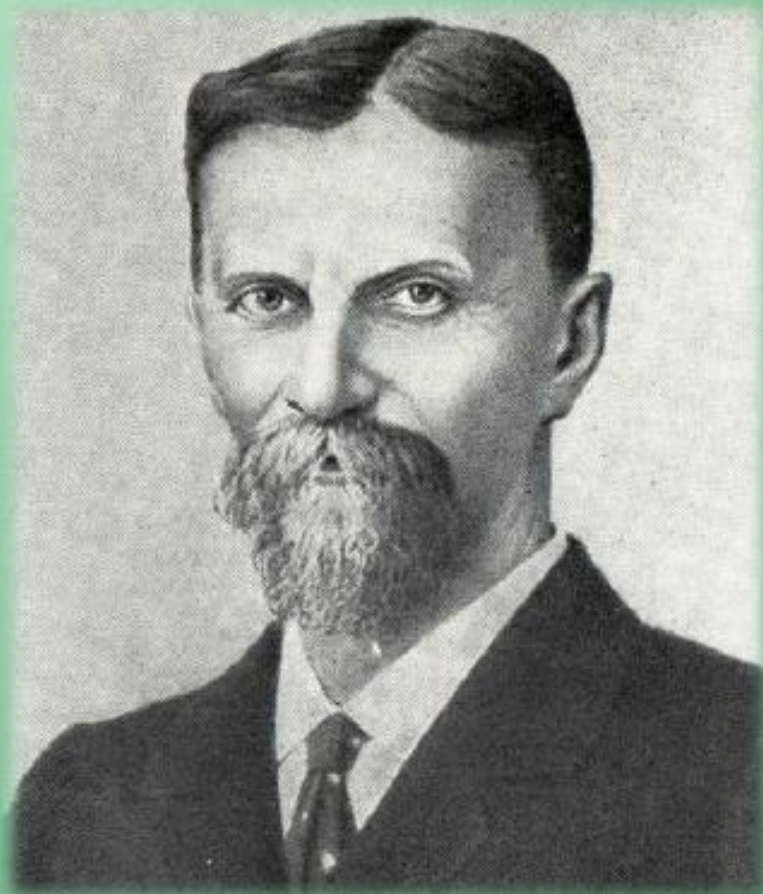
***Какой вывод сделал Сакс из своих опытов?***

***Почему по ситовидным трубкам от листьев перемещается глюкоза, а не крахмал, который затем обнаруживается в семенах, клубнях и других запасующих органах?***

- 
- **9 марта 1845 г. - 31 января 1920 г. Вильгельм Пфеффер - немецкий ботаник и физиолог растений.**



**В 1877 назвал  
процесс  
фотосинтезом и  
полностью его  
описал**



- **Климент Аркадьевич Тимирязев (22 мая (3 июня) 1843, Петербург — 28 апреля 1920, Москва) — русский естествоиспытатель, профессор Московского университета, основоположник русской научной школы физиологов растений...**



## **Основные исследования Тимирязева по физиологии растений посвящены изучению процесса фотосинтеза.**

- Установил, что ассимиляция растениями углерода из углекислоты воздуха происходит за счёт энергии солнечного света, главным образом в красных и синих лучах, наиболее полно поглощаемых хлорофиллом.**
- Т. впервые высказал мнение, что хлорофилл не только физически, но и химически участвует в процессе фотосинтеза.**
- Он показал, что интенсивность фотосинтеза пропорциональна поглощённой энергии.**

# Вильгельм Пфеффер (1845 – 1920)

Немецкий химик, ботаник, занимался физиологией растений. С 1908 года иностранный член-корреспондент Петербургской АН



- В 1877 В. Пфеффер назвал процесс преобразования растениями солнечного света в энергию химических связей фотосинтезом.



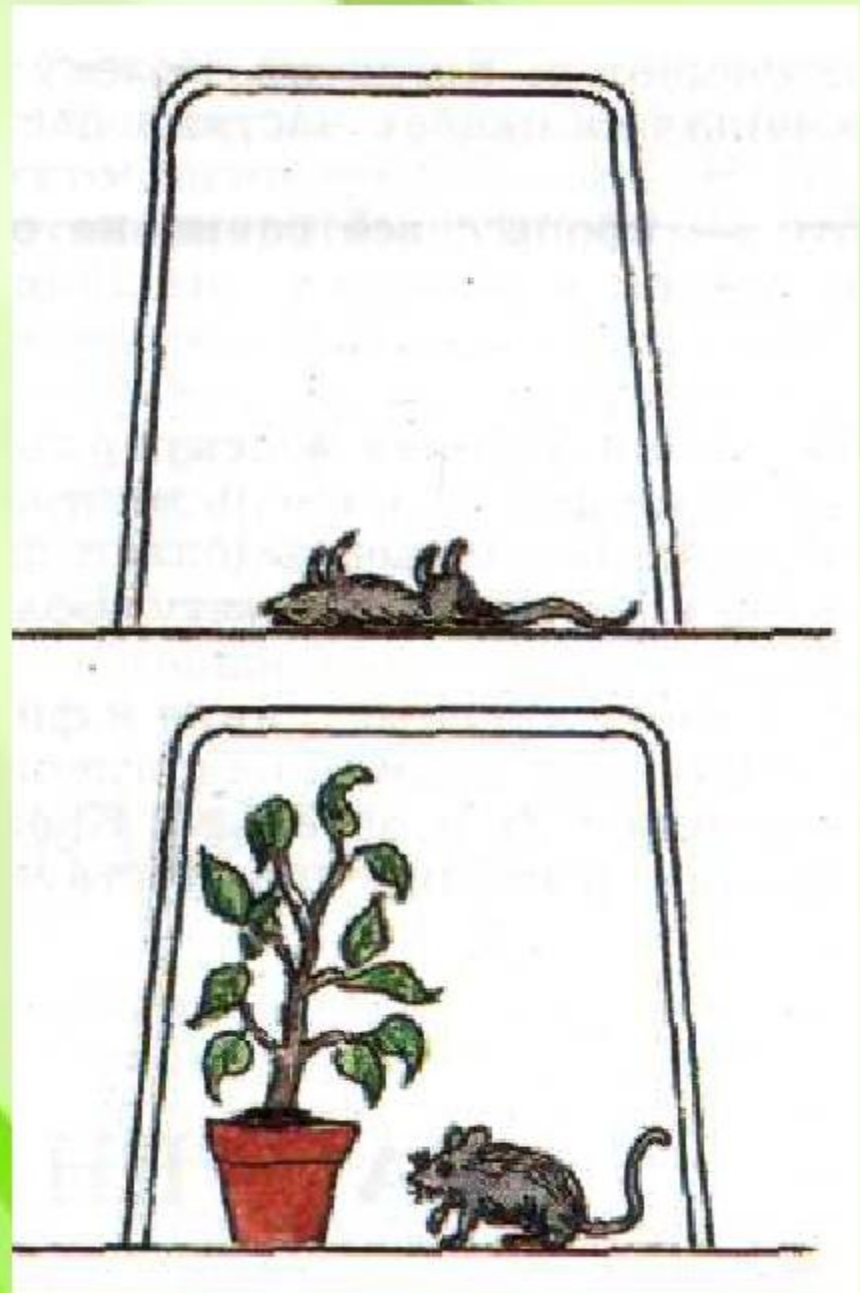
**В так называемой крунианской лекции, прочитанной в Лондонском королевском обществе и названной "Космическая роль растения" (1903, в рус. пер. 1904), Т. обобщил свои многолетние исследования в области фотосинтеза.**

**Он осветил значение фотосинтеза, осуществляемого зелёными растениями, как первоисточника органического вещества и запасаемой энергии, необходимых для жизнедеятельности всех организмов.**

**Открытие Т. энергетической закономерности фотосинтеза явилось крупным вкладом в учение о единстве и связи живой и неживой материи в процессе круговорота веществ и энергии**

Опыт  
Д. Пристли

**Какой газ выделяло  
растение в опытах  
Пристли?**



Что доказывает этот опыт



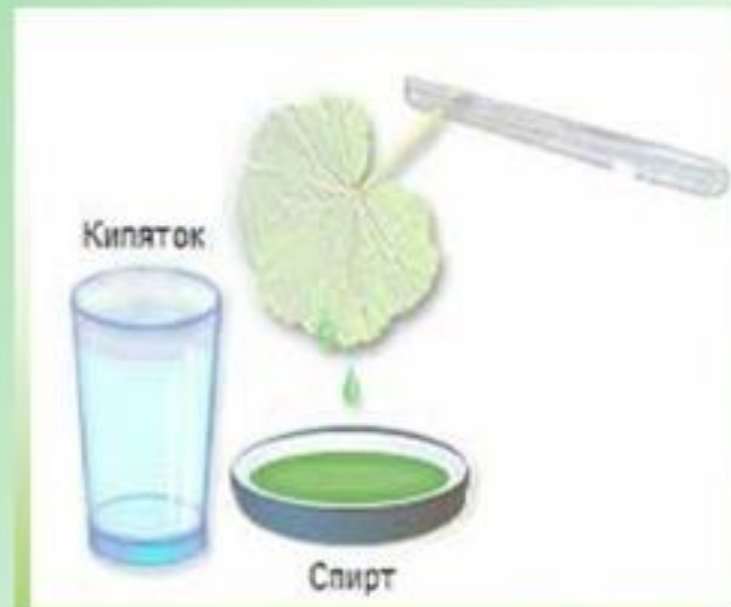
1. Растения выделяют кислород
2. Растения выделяют углекислый газ
3. Растения образуют крахмал



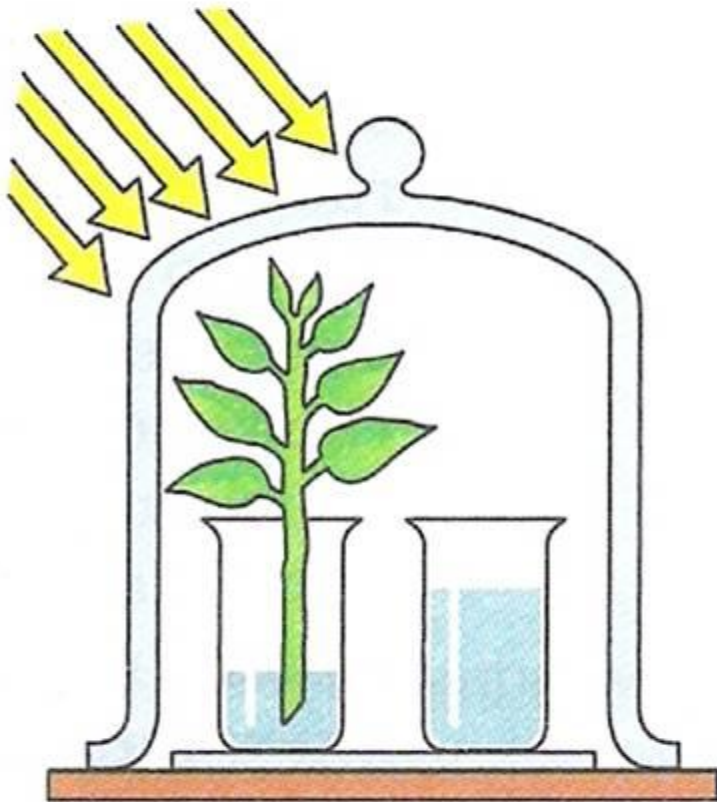
# Демонстрация опыта с геранью



Какое вещество при обработке раствором йода окрасится в синий цвет?



## ***Объясните результаты опыта***



- Выставим на свет на куске стекла под стеклянным колпаком веточку зеленого растения и стакан с раствором щелочи.
- Через двое суток проверим наличие крахмала в листьях. Результат отрицательный. Почему?

# Фотосинтез

30

Растение  
в темноте



Растение  
на свету

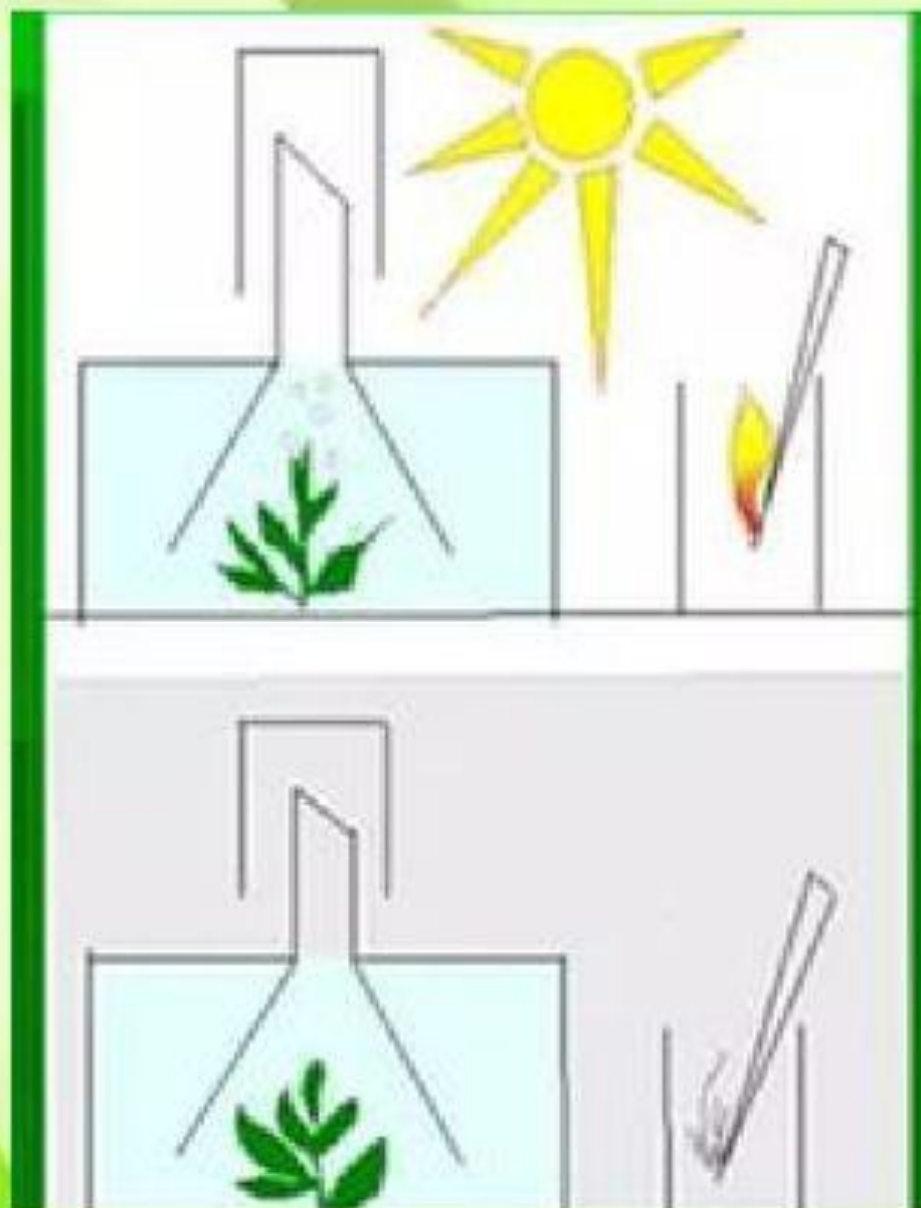


Какой опыт  
изображен на  
рисунке? Что  
он доказывает?



Опыт Яна  
Ингенхауза.

**какое условие  
является  
необходимым  
для выделения  
газа?**





# Закрепление:

1. Какие вещества образуются в процессе фотосинтеза?

2. В каких клеточных органоидах протекает фотосинтез?

1)  
кислород

2) вода

3)  
углекислы  
й газ

4) сахара

1) в ядре

2) в хлоропластах

3) в  
лейкопластах

4) в вакуолях



3. Какой ученый первым обнаружил способность растений выделять на свету кислород?

4. Что произойдет с растением картофеля, листья которого объел колорадский жук?

1) Джозеф Пристли

2) К.А.Тимирязев

3) Жан Сенебье

4) Ван Гельмонт

1) погибнет

2) не образует клубни

3) начнет лучше куститься

4) ничего не произойдет

# Краткая история изучения фотосинтеза растений

- Джозеф Пристли (1771) – растения делают воздух пригодным для горения и дыхания (выделяют кислород)
- Ян Ингенхауз (1779) – процесс происходит только на свету
- Жан Сенебье (1782) – кислород выделяют только зеленые части растения при наличии в воздухе углекислого газа
- Н.Соссюр (1804) – объем поглощаемого на свету  $\text{CO}_2$  равен объему выделяемого  $\text{O}_2$ . Поглощение  $\text{CO}_2$  – углеродное питание растений. В процессе принимает участие вода.

- Пельтье и Каванту (1817) – открыли зеленый пигмент листьев – хлорофилл.
- Жан-Батист Буссенго (1840) – составил уравнение:  
$$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$$
- Р.Майр (1842) – растения превращают энергию света в химическую энергию.
- У.Сакс (1864) – основной продукт синтеза на свету в листьях – крахмал.
- К.А.Тимирязев (1869) – экспериментально обосновал аккумуляцию и превращение энергии зеленым листом. Доказал, что для этого нужен красный свет.
- В.Пфедфер (1877) – ввел термин «фотосинтез».



- Ф.Блэкман (1905) – двухфазный характер фотосинтеза.
- Р.Эмерсон, А.Арнольд (1932) – быстрые фотохимические и медленные биохимические реакции фотосинтеза; (1942-1957) – наличие 2 фотосистем.
- Р.Хилл (1937) – нециклический поток электронов, источник электронов – вода, акцепторы – окисленные соединения. Для выделения  $O_2$  необходима вода.
- К.Ван-Ниль, А.П.Виноградов, Р.В.Тейс, С.Рубен, М.Камен (1935-1941) – кислород при фотосинтезе имеет водное происхождение.
- М.Кальвин, Бенсон, Бассем (1947-1954) – метаболизм углерода при фотосинтезе.

- Д. Арнон (1954-1957) – циклическое и нециклическое фотофосфорилирование – фотоэнергетические реакции хлоропластов.
- Л. Дьюизенс (1951-1952) – перенос энергии возбужденного состояния от антенных пигментов в реакционный центр, модель фотосинтетической единицы.
- Р. Хилл, Ф. Бендалл, Б. Кок и др. (1961) – Z-схема фотосинтеза.
- Ю. Карпилов, Х. Корчак, М. Хэч, К. Слэк (1957-1964) – C<sub>4</sub> тип фотосинтетического метаболизма.
- О. Варбург (1920), Н. Воскресенская, В. Джексон, Н. Толберт, И. Зелитч (1968-1974) – фотодыхание, гликолатный путь фотосинтеза.

# Современный этап в исследовании фотосинтеза:

- Расшифрована генетическая система хлоропластов, известны гены, ответственные за фотосинтетические процессы.
- Изучена структура фотосистем I и II.
- Сформулированы представления о механизмах выделения кислорода (окисления воды).
- Определена роль фотосинтеза в донорно-акцепторных связях в растении.
- Активно исследуются экологические аспекты фотосинтеза.
- Разрабатываются прикладные исследования фотосинтеза.