

▶ ФОТОСИНТЕЗ

ЕГЭ, Обмен веществ и превращения энергии

Фотосинтез — это процесс образования органических соединений из диоксида углерода (CO_2) и воды (H_2O) с использованием энергии света.

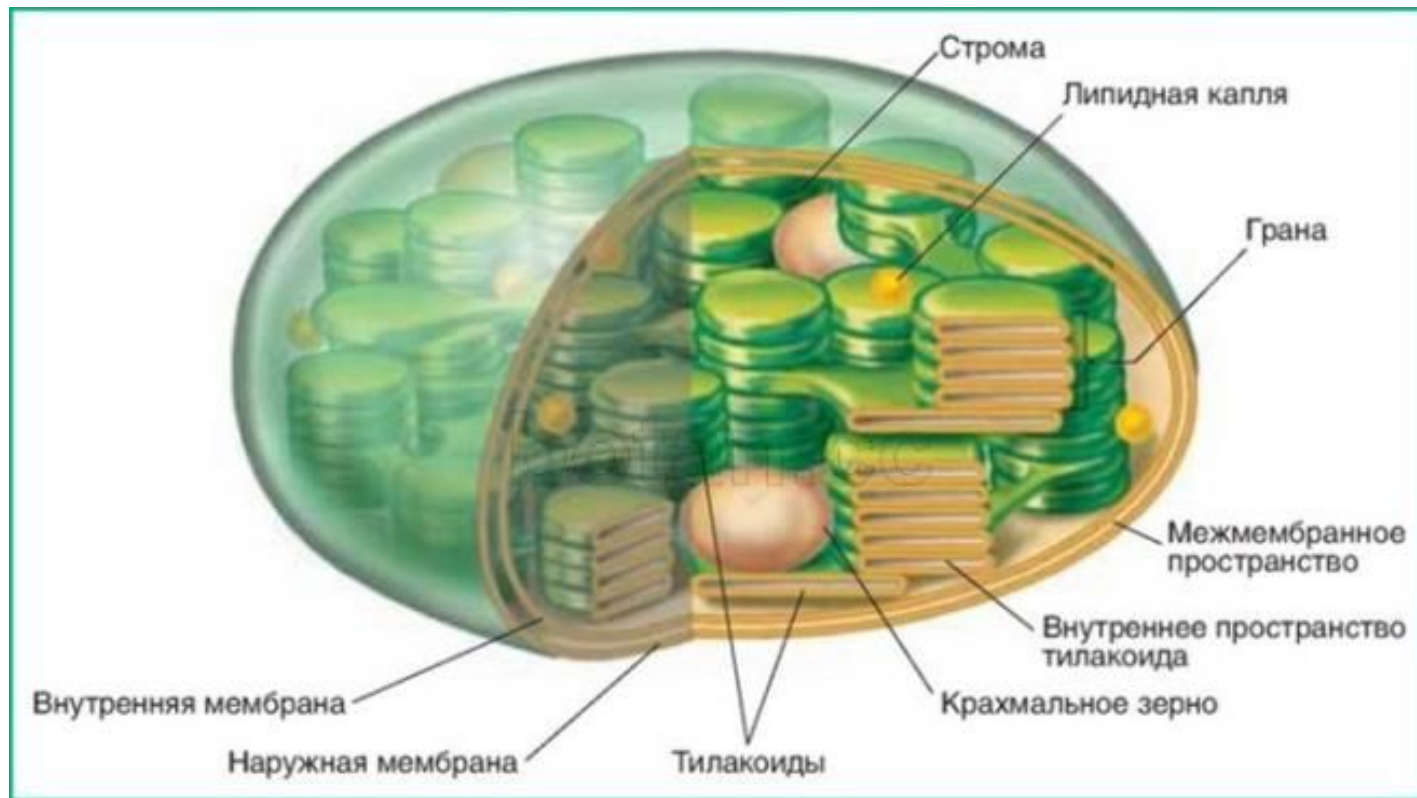
- ▶ Фотосинтез — важнейший процесс, лежащий в основе возникновения и существования подавляющего большинства организмов на Земле.



Процессы фотосинтеза идут в тканях, содержащих хлоропласты, – преимущественно, в листе, на который приходится большая часть процессов фотосинтеза. Такая ткань называется **хлоренхима, или мезофилл.**

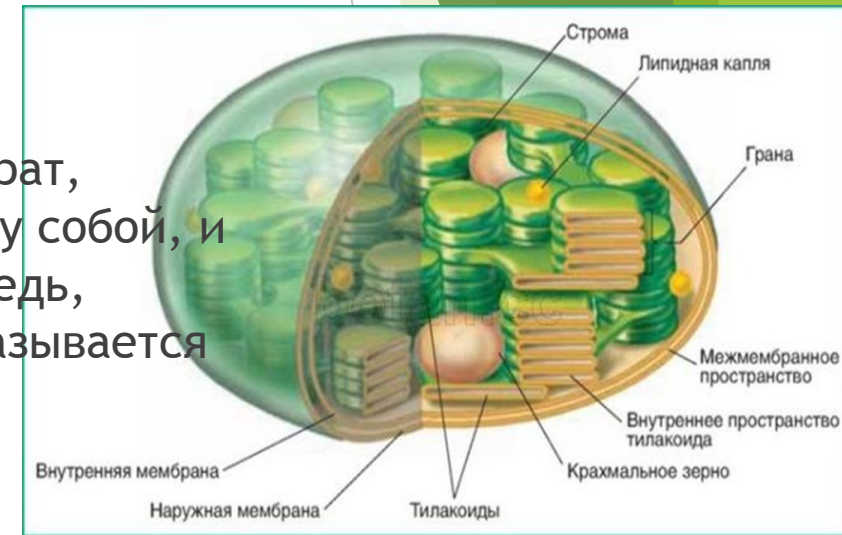
Строение хлоропластов

Чтобы понять, что происходит в растении при фотосинтезе, изучим подробнее хлоропласты. Хлоропласты – это особые пластиды растительных клеток, в которых происходит фотосинтез. Основные элементы структурной организации хлоропластов высших растений представлены на рис.1.



- ▶ Хлоропласт — это **двумембранный органоид**. Внешняя мембрана проницаема для большинства органических и неорганических соединений. Она содержит специальные **транспортные белки**, благодаря которым нужные для работы хлоропласта пептиды и другие вещества попадают в него из цитоплазмы. Внутренняя мембрана обладает избирательной проницаемостью и способна контролировать, какие именно вещества попадут во внутреннее пространство хлоропласта.

- ▶ Для хлоропластов характерна сложная система внутренних мембран, позволяющая пространственно организовать фотосинтетический аппарат, упорядочить и разделить реакции фотосинтеза, несовместимые между собой, и их продукты. Мембраны образуют тилакоиды, которые, в свою очередь, собираются в «стопки» — грана. Пространство внутри тилакоидов называется **внутритилакоидным пространством, или люменом**.



- ▶ Внутреннее пространство хлоропласта между гранами заполняет **строма** — гидрофильный слабоструктурированный матрикс. В строме содержатся необходимые для реакций синтеза сахаров ферменты, а также рибосомы, кольцевая молекула ДНК, крахмальные зёрна.

- ▶ Химический состав хлоропластов: воды - $\approx 75\%$; $\approx 75-80\%$ общего количества сухих веществ составляют орг. соединения, $20-25\%$ - минеральные. Структурной основой хлоропластов являются белки ($50-55\%$ сухой массы), - половина из них составляют водорастворимые белки.
- ▶ Источник углерода (CO_2) растение получает из воздуха через устьица.

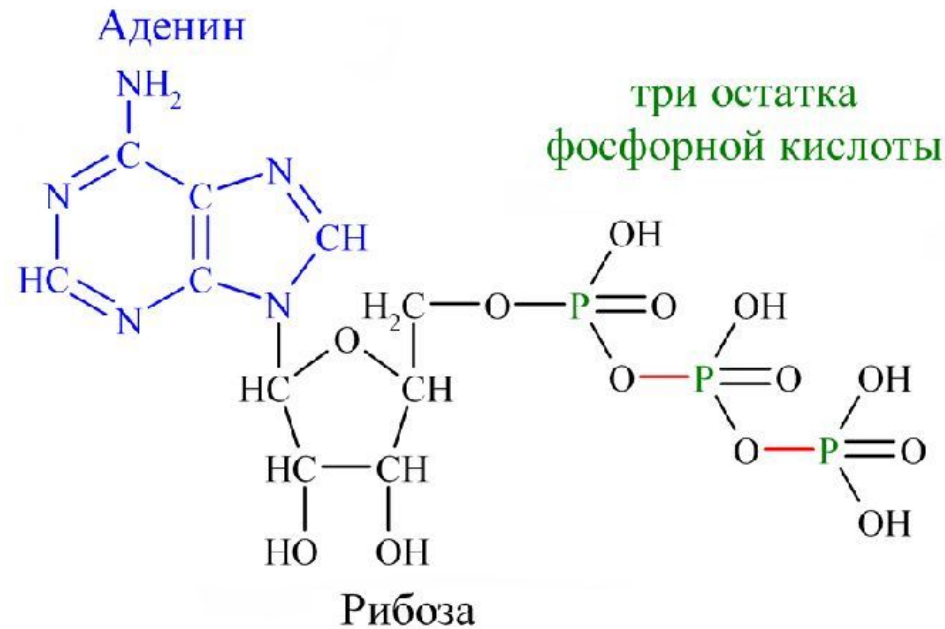
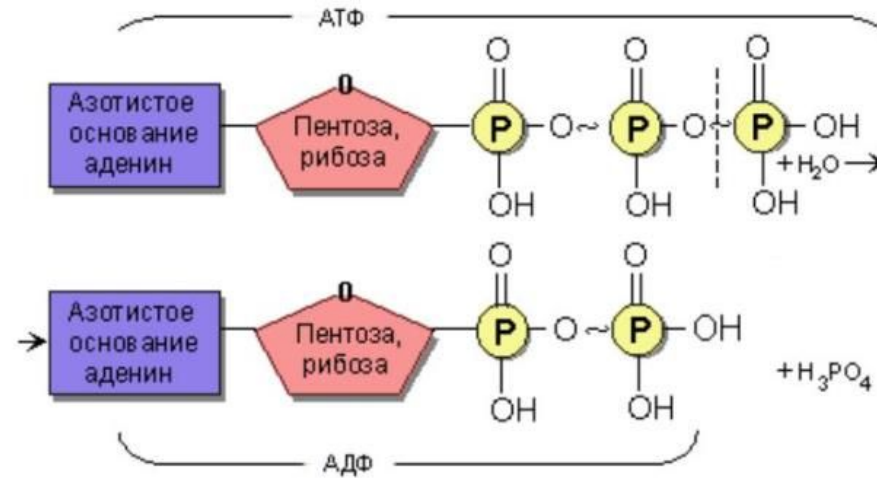
Как уже было сказано ранее, в ходе фотосинтеза в хлоропластах под действием солнечного света образуются органические вещества.

- ▶ Процесс фотосинтеза можно разделить на две фазы:
- ▶ 1. Световая (Свето-зависимые реакции, стадии нуждаются в фотонах).
- ▶ 2. Темновая (Цикл Кальвина) (для этой стадии не нужны фотоны).
- ▶ В ходе световой фазы фотосинтеза образуется энергия в виде АТФ и универсальный донор атома водорода — восстановитель НАДФН (НАДФ·Н₂). Эти вещества необходимы для протекания темновой фазы. Также образуется побочный продукт — кислород. Световая фаза может проходить только на мембранах тилакоидов и на свету.
- ▶ Благодаря сложному биохимическому процессу — циклу Кальвина — в темновую фазу фотосинтеза образуются органические вещества (сахара). Темновая фаза проходит в строме хлоропластов и на свету, и в темноте. Темновые ферментативные процессы протекают медленнее, чем световые, поэтому при очень ярком освещении скорость протекания фотосинтеза будет полностью определяться скоростью темновой фазы. Схемы процессов фотосинтеза представлены на рис.2.

Структура АТФ. Превращение АТФ в АДФ

▶ АТФ

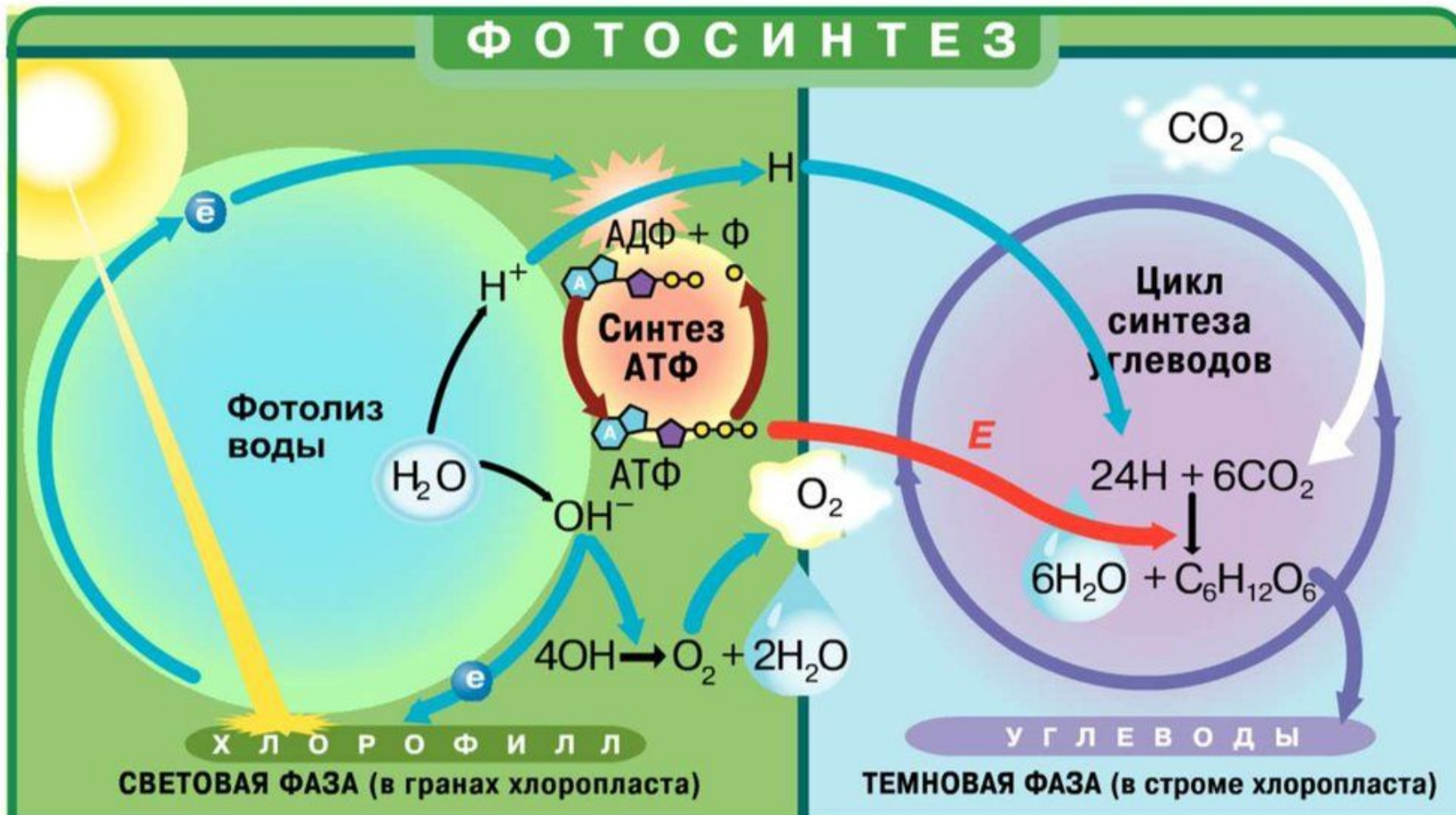
- ▶ Аденозинтрифосфатсинта́за (АТФ-синта́за, АТФ-фосфоги́дролáза) – группа ферментов, относящихся к классу гидролаз, синтезирующих аденозинтрифосфат (АТФ) из аденозиндифосфата (АДФ) и неорганических фосфатов.



- ▶ **НАД (никотинамид аденин динуклеотид) и НАДП (никотинамид аденин динуклеотид фосфат)** являются наиболее распространенными типами коферментов внутри клетки, которые используются в качестве переносчиков

Этапы фотосинтеза

ФОТОСИНТЕЗ

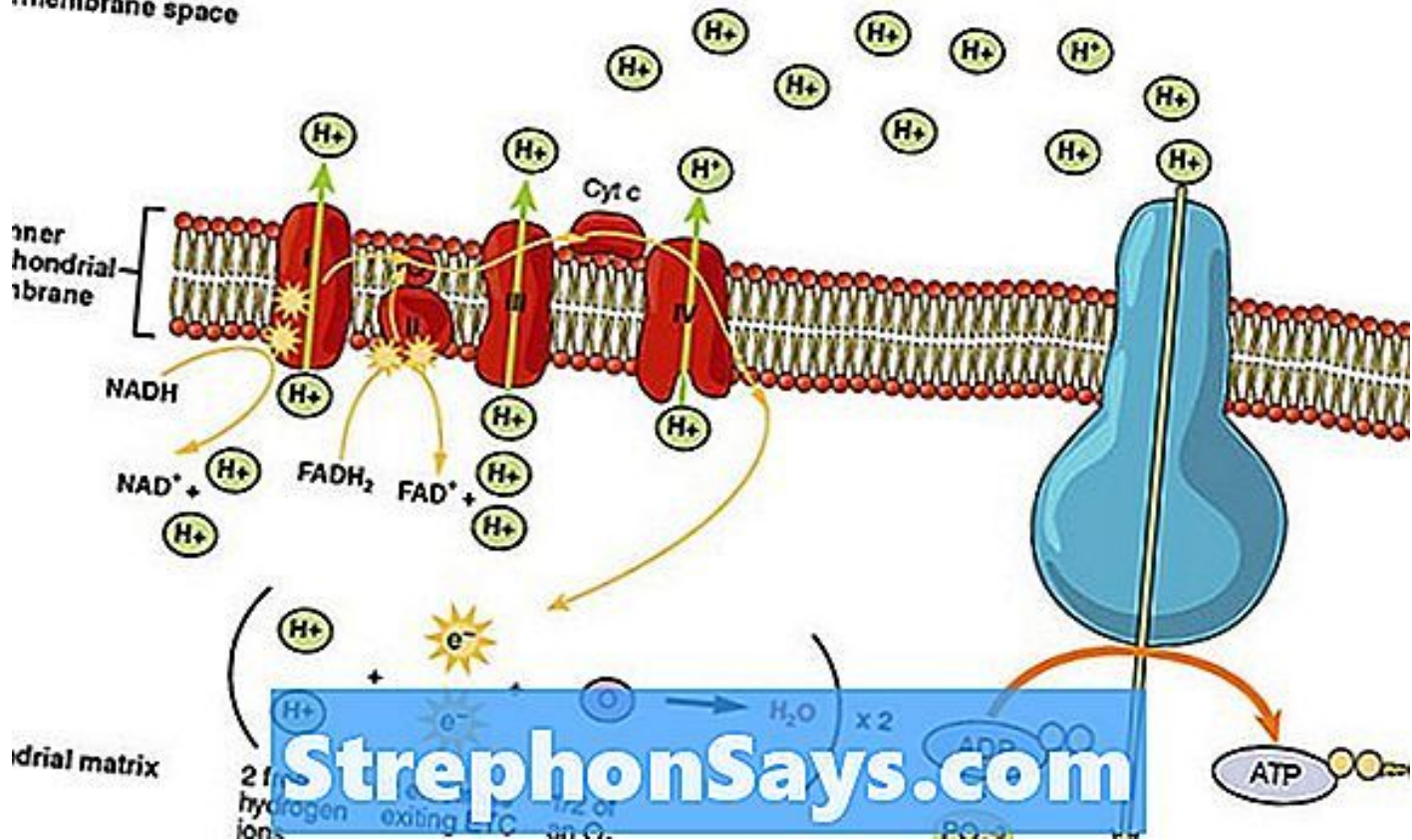


ATP synthase

intermembrane space

inner mitochondrial membrane

mitochondrial matrix



Суммарные уравнения и частные реакции фотосинтеза

Общая реакция фотосинтеза	$12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{энергия света}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
Фотолиз воды	$12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{энергия света}} 6\text{O}_2 + 24\text{H}^+ + 24\bar{e}$
Образование восстановителя	$12\text{НАДФ}^+ + 24\text{H}^+ + 24\bar{e} \xrightarrow{\text{энергия света}} 12\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$
Фото-фосфорилирование	$18\text{АДФ} + 18\text{Ⓢ} \xrightarrow{\text{энергия света}} 18\text{АТФ}$
Все световые реакции вместе	$12\text{H}_2\text{O} + 12\text{НАДФ}^+ + 18\text{АДФ} + 18\text{Ⓢ} \xrightarrow{\text{энергия света}} 6\text{O}_2\uparrow + 12\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2 + 18\text{АТФ}$
Все темновые реакции	$6\text{CO}_2 + 12\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2 + 18\text{АТФ} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{НАДФ}^+ + 18\text{АДФ} + 18\text{Ⓢ} + 6\text{H}_2\text{O}$

▶ **Значение фотосинтеза**

- ▶ В процессе фотосинтеза энергия света заключается в энергию химических связей органических веществ. Поэтому фотосинтез служит первичным источником почти всей энергии, используемой живыми организмами в процессе жизнедеятельности. Практически все живые организмы, за исключением хемосинтетиков, так или иначе пользуются теми продуктами, что выделяются при фотосинтезе.
- ▶ За счёт фотосинтеза сформировалась и поддерживается пригодная для дыхания атмосфера с высоким содержанием кислорода.
- ▶ Фиксация углекислого газа в ходе фотосинтеза служит главным местом входа неорганического углерода в биогеохимический цикл. Также ассимиляция CO_2 препятствует перегреву Земли, предотвращая парниковый эффект.

Заключение

- ▶ Каждый год на нашей планете благодаря фотосинтезу производится около 200 миллиардов тонн кислорода, из которого образуется озоновый слой, защищающий от ультрафиолетовой радиации. Фотосинтез помогает поддерживать состав атмосферы и препятствует увеличению количества углекислого газа. Без растений и кислорода, который они выделяют в процессе фотосинтеза, жизнь на нашей планете была бы просто невозможна.

Задания из ЕГЭ

Задания ДЗ № 1307

- ▶ Энергия солнечного света преобразуется в химическую энергию в клетках
- ▶ 1) фототрофов
- ▶ 2) хемотрофов
- ▶ 3) гетеротрофов
- ▶ 4) сапротрофов

Пояснение.

- ▶ Это происходит в процессе фотосинтеза у фототрофных организмов.

Задания ДЗ № 1322

- ▶ В процессе **хемосинтеза**, в отличие от фотосинтеза,
- ▶ 1) образуются органические вещества из неорганических
- ▶ 2) используется энергия окисления неорганических веществ
- ▶ 3) органические вещества расщепляются до неорганических
- ▶ 4) источником углерода служит углекислый газ

Пояснение

- ▶ В процессе фотосинтеза используется энергия солнечного света, а в хемосинтезе - энергия разложения (окисления) не органических веществ.
- ▶ 1 и 4 ответы — это сходство фотосинтеза и хемосинтеза

Задания ДЗ № 2601

- ▶ Световая фаза фотосинтеза происходит на мембранах
- ▶ 1) эндоплазматической сети
- ▶ 2) комплекса Гольджи
- ▶ 3) гран хлоропластов
- ▶ 4) митохондрий

Пояснение.

- ▶ Фотосинтез идет только в хлоропластах, на внутренней мембране встроен хлорофилл, главный компонент для фотосинтеза, поэтому световая фаза идет на гранах хлоропластов.
- ▶ 3 ответ...

Задания ДЗ № 2602

- ▶ Процесс фотосинтеза следует рассматривать как одно из важных звеньев круговорота углерода в биосфере, так как в ходе его
- ▶ 1) растения вовлекают углерод из неживой природы в живую
- ▶ 2) растения выделяют в атмосферу кислород
- ▶ 3) организмы выделяют углекислый газ в процессе дыхания
- ▶ 4) промышленные производства пополняют атмосферу углекислым газом

Пояснение.

- ▶ Растения берут из воздуха в процессе фотосинтеза углекислый газ, т. е. вовлекают углерод из неживой природы.
- ▶ 1 ответ...

Задания ДЗ № 2605

- ▶ В процессе фотосинтеза происходит
- ▶ 1) синтез углеводов и выделение кислорода
- ▶ 2) испарение воды и поглощение кислорода
- ▶ 3) газообмен и ассимиляция жиров
- ▶ 4) выделение углекислого газа и ассимиляция белков

Пояснение.

- ▶ В процессе фотосинтеза образуются углеводы из углекислого газа и воды с выделением кислорода.
- ▶ 1 ответ

Задания ДЗ № 2606

- ▶ В реакциях темновой фазы фотосинтеза участвуют
 - ▶ 1) углекислый газ, АТФ и НАДФН₂
 - ▶ 2) оксид углерода, атомарный кислород и НАДФ⁺
 - ▶ 3) молекулярный кислород, хлорофилл и ДНК
 - ▶ 4) вода, водород и тРНК

Пояснение.

- ▶ В световой фазе накапливается энергия и переносчики H, а в темновой - из воздуха акцептируется углекислый газ, из которого и образуется глюкоза.

- ▶ Ответ: 1

Фотосинтез (видео)

| Фотосинтез | Биология

▶ https://youtu.be/STAyCuDYC_Q

<https://ru.strephonsays.com/difference-between-nadh-and-nadph>

Фотосинтез. Биология для школьников. Видео.....

- ▶ https://yandex.ru/video/preview?text=%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B7%20%D1%8D%D1%82%D0%BE%20%D0%B2%20%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8&path=wizard&parent-reqid=1606644083828035-534925535605470403300163-production-app-host-vla-web-yp-169&wiz_type=vital&filmId=3188192195408056472