Chapter 5

How Cells Harvest Chemical Energy

كيف تحصد الخلايا الطاقة الكيميائية

PowerPoint® Lecture Presentations for

Biology

Eighth Edition

Neil Campbell and Jane Reece

1st Semester
1441 / 2019-2020
48 Slides
This presentation is NOT an Alternative to the textbook

Lectures by Chris Romero, updated by Erin Barley with contributions from Joan Sharp

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings

هذه الشرائح هى عرض مبسط مترجم للمساعدة وليست عرض تفصيلى للموضوعات المقررة فى هذا الفصل ويجب الرجوع الى الكتاب الجامعي للمقرر.

Energy-Converting Organelles العضيات المحولة للطاقة

Mitochondria and Chloroplast

- Both are not part of Endo-membrane system
ليسوا جزء من منظومة الاغشية الداخلية
- Both are enclosed by a double membrane
كلهم محاطين بغشاء مزدوج
- Both have an inter-membrane space
عندهم حيز غشائي
- Both are involved in ATP production
داخلين في عملية تصنيع الـ ATP
- Both have its own DNA
كلهم عندهم DNA خاص فيهم

Energy-Converting Organelles العضيات المحولة للطاقة

Mitochondria	Chloroplast
Contains respiratory enzymes	Contains thylakoid membranes and pigment molecules.
Mitochondria generate ATP from glucose during cellular respiration	chloroplasts generate ATP from light (via process of photosynthesis) to produce glucose for storage.
Found in almost all cells (plant, animal, etc)	Usually found in plant cells.
process is *cellular respiration*	process is *photosynthesis*

وجه المقارنة

Cellular Respiration

عكس البناء الضوئي التنفس الخلوى

$$glucose + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + energy$$

- During cellular respiration: أثناء عملية التنفس الخلوى
- Cells consumes O_2
  - تستخدم الخلية الأوكسجين $C_6H_{12}O_6$
- Cells break down glucose to CO_2 and H_2O
  - تكسر الخلية سكر الجلوكوز وتحرر جزيئات ثانى أكسيد الكربون والماء
- Cells consumes only 34% of energy stored in glucose molecule
  - تستهلك الخلية فقط 34% من سكر الجلوكوز
- Cellular respiration produces up to 32 ATP molecules from each glucose molecule.
  تنتج الخلية 32 جزء طاقة من كل جزئ جلوكوز

one only!!

Cell respiration equation

معادلة التنفس الخلوى

- A **cellular respiration equation** is helpful to show the **changes in hydrogen atom distribution**

- **معادلة التنفس الخلوى** مفيدة لبيان التغيرات التي تطرأ على توزيع ذرة الهيدروجين

  - Glucose loses its hydrogen atoms and is ultimately converted to CO_2

    يفقد الجلوكوز ذرات الهيدروجين ويتحول في النهاية لثاني أكسيد الكربون

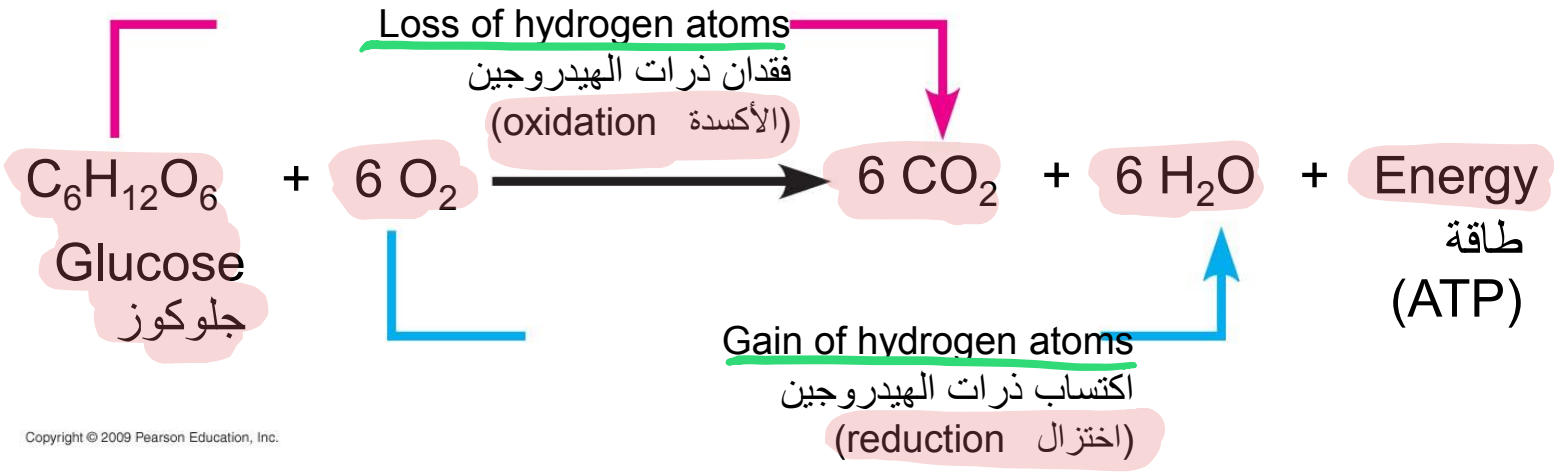
  - At the same time, O_2 gains hydrogen atoms and is converted to H_2O

    وفي نفس الوقت يتحد الأوكسجين مع ذرات الهيدروجين ويتحول لماء

    - Loss of electrons is called **oxidation** يسمى فقدان الإليكترونات **بالأكسدة**
    - Gain of electrons is called **reduction** يسمى اكتساب الإليكترونات **بالاختزال**

Rearrangement of hydrogen atoms (with their electrons) in the redox reactions of cellular respiration

إعادة ترتيب ذرات الهيدروجين (بإليكتروناتها) في تفاعل إخسدة التنفس الخلوي



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Redox Reaction

oxidation reduction

Stages of Cellular Respiration

مراحل التنفس الخلوى

Cellular respiration occurs in (**3**) main stages:

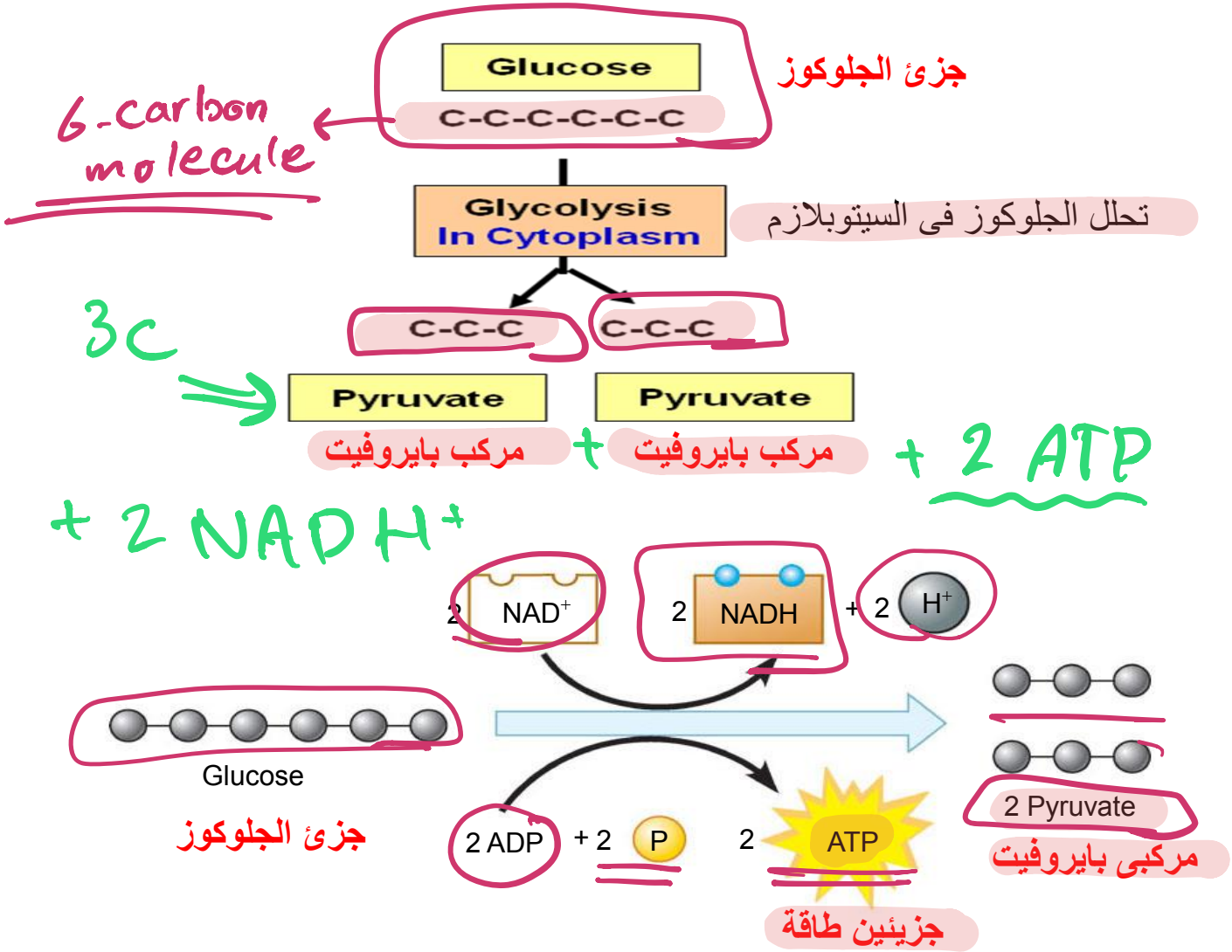
يحدث التنفس الخلوى على (ثلاث) مراحل

glycolysis → cytoplasm

citric acid cycle or Krebs cycle

oxidative phosphorylation "electron transport chain"

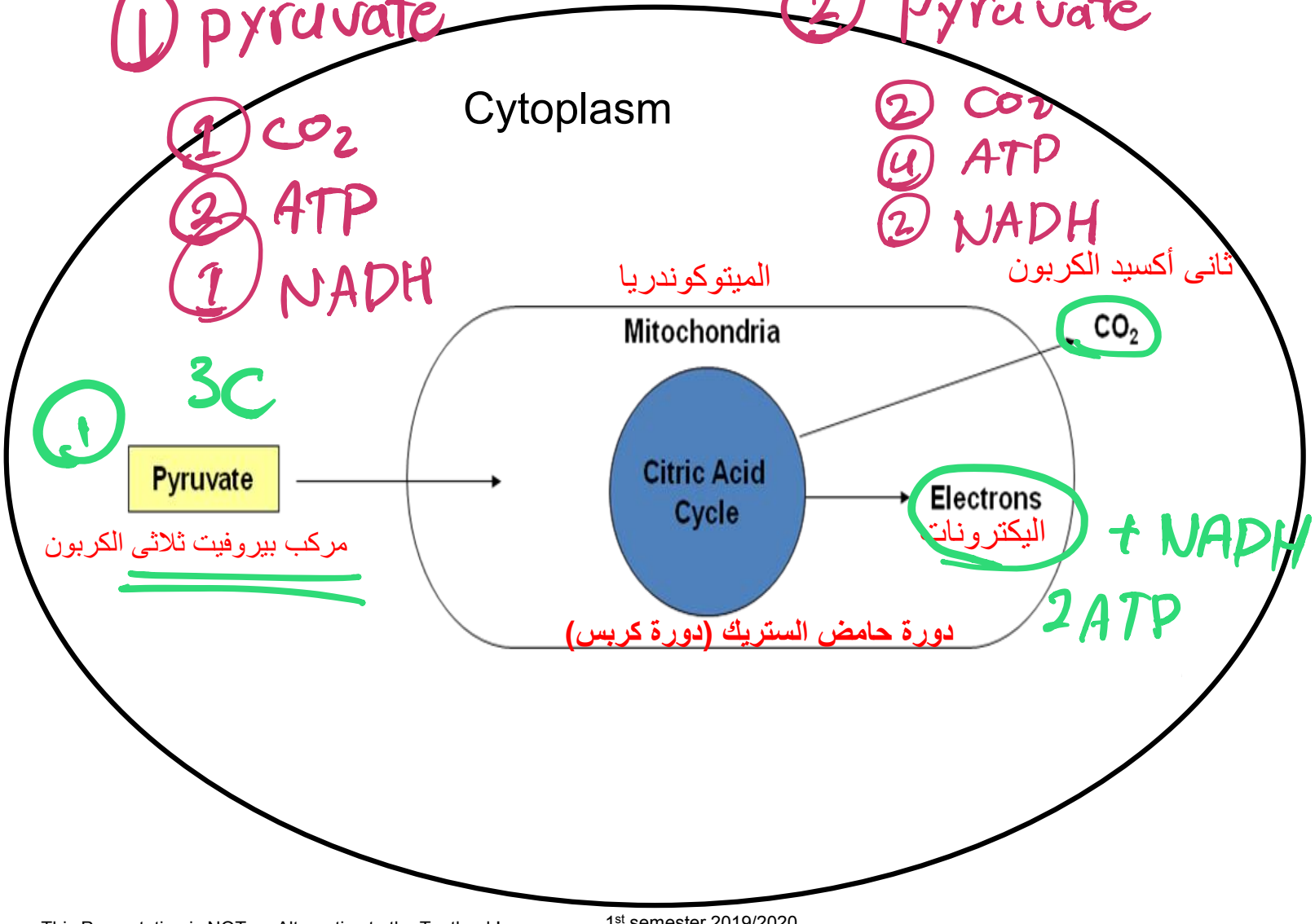
- **Stage (1) Glycolysis** المرحلة الأولى: تحلل الجلوكوز
- Glycolysis occurs in the cytoplasm
  - تحدث هذه المرحلة في السيتوبلازم
- Glycolysis begins respiration by breaking glucose
  - تبدأ العملية بتكسير الجلوكوز
- (ATP) splits glucose (6-carbon molecule) into (2) molecules of a (3-carbon compound) called pyruvate
  - يشطر جزئ الطاقة ATP الجلوكوز (جزيء سداسي الكربون) إلى جزيئين من مركب ثلاثي الكربون يسمى **بالبايروفيت**
- A small amount of energy (2 ATP) & electrons are produced
  - تنتج **كمية بسيطة** من الطاقة (جزيئين طاقة) واليكترونات


Glucose
C-C-C-C-C-C
جزئ الجلوكوز
6-carbon molecule
Glycolysis In Cytoplasm
تحلل الجلوكوز فى السيتوبلازم
3C
C-C-C
C-C-C
Pyruvate
Pyruvate
مركب بايروفيت
+
مركب بايروفيت
+ 2 ATP
+ 2 NADH+
2 NAD+
2 NADH
+ 2 H+
Glucose
جزئ الجلوكوز
2 ADP
+ 2 P
2 ATP
جزيئين طاقة
2 Pyruvate
مركبى بايروفيت

- **Stage (2): Citric acid cycle** "also called **"Krebs cycle"**

Citric acid cycle

- **المرحلة الثانية: دورة حامض الستريك (دورة كربس)**
- Takes place in the mitochondria (matrix) ⇐ site
- تحدث هذه المرحلة في (حشوة) الميتوكوندريا
- The citric acid cycle breaks down pyruvate into CO_2
- تحلل دورة حمض الستريك البايروفيت إلى ثاني أكسيد الكربون
- A small amount of energy (2 ATP) & electrons are produced
  - تنتج **كمية بسيطة** من الطاقة (جزيئين طاقة) واليكترونات
- Supplies the third stage of cellular respiration with electrons تزود المرحلة الثالثة بالإليكترونات


1 pyruvate
2 Pyruvate
Cytoplasm
1 CO_2
2 ATP
1 NADH
2 CO_2
4 ATP
2 NADH
المیتوکوندریا
ثانی أکسید الکربون
Mitochondria
CO_2
1
3C
Pyruvate
مرکب بیروفیت ثلاثی الکربون
Citric Acid Cycle
Electrons
الیکترونات
+ NADH
2 ATP
دورة حامض الستريك (دورة كربس)

- **Stage (3): Oxidative phosphorylation (electron transport chain)**

سلسلة نقل الى الكترون *

- **المرحلة الثالثة: الفسفرة المؤكسِدة (سلسلة نقل الاليكترونات)**

- This stage occurs in the **inner mitochondrial membrane**

site

- تحدث هذه المرحلة في (الغشاء الداخلي) للميتوكوندريا

- At this stage, electrons are shuttled through the electron transport chain

الالكترونات تنتقل .

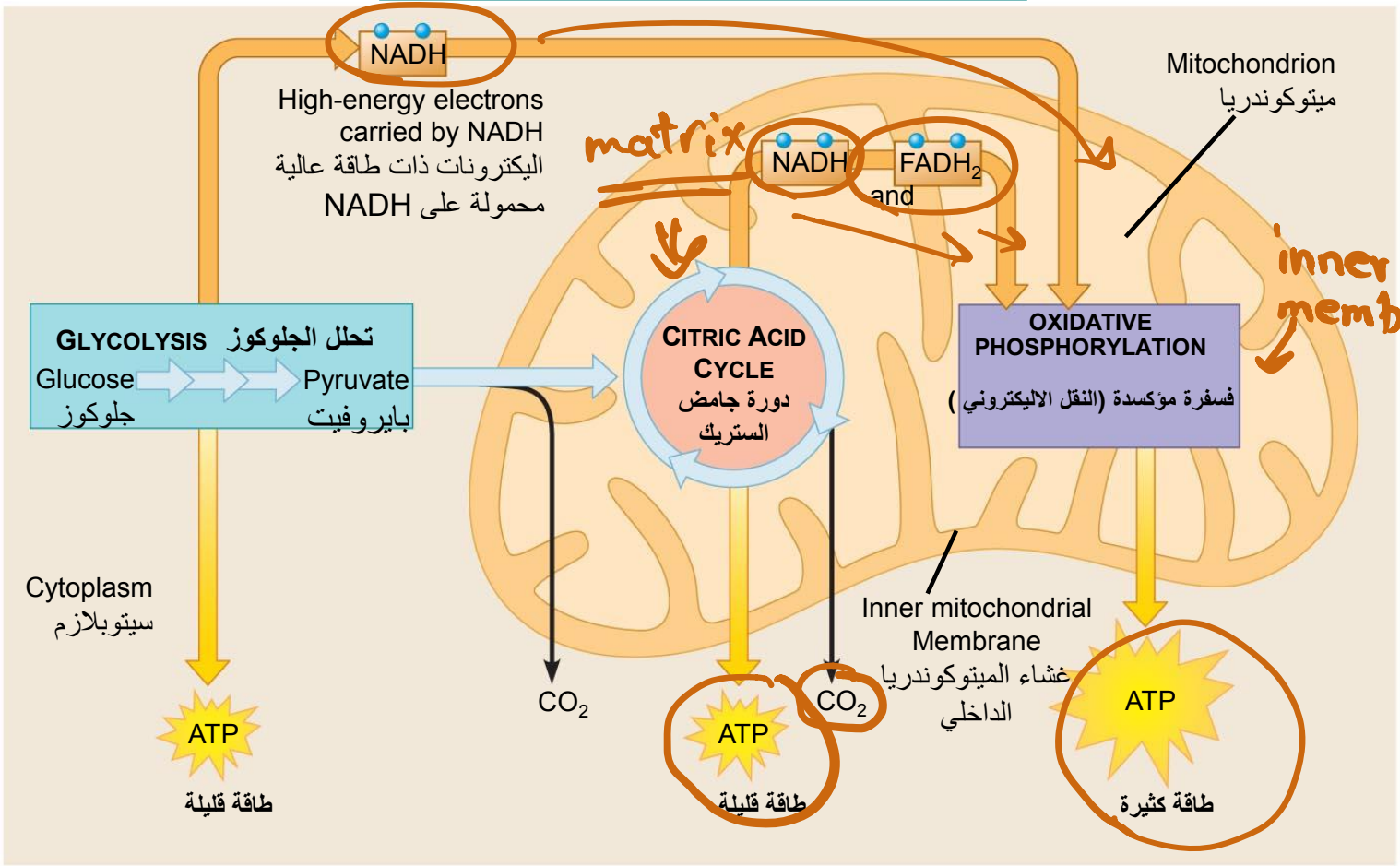
- خلال هذه المرحلة تنتقل الإليكترونات عبر سلسلة النقل الإليكتروني

- Produce much enenrgy (ATP) through the oxidative phosphorylation

28 ATP

- يتولد كمية أكبر من الطاقة ATP من خلال الفسفرة المؤكسِدة

An overview of cellular respiration
نظرة شاملة للتنفس الخلوي



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Respiration Stages – summary

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 32ATP$

Note that energy can be harvested as either ATP (for direct use by the cell) OR as NADH, for later conversion to ATP in E.T.C.)

- **Glycolysis** (1)
  - Input: Glucose, NAD^+
  - Output: Pyruvic Acid (2), 2 ATP, NADH (full taxi with electrons/H^+)
- **Citric Acid Cycle** (2) (Krebis)
  - Input: Pyruvic Acid (from Glycolysis), NAD^+
  - Output: CO_2, 2 ATP, NADH
- **Electron Transport Chain** (3)
  - Input: O_2, NADH (with e^-/H^+)
  - Output: H_2O, 28 ATP

Items from the chemical equation are underlined

NADH = 3ATP

Fermentation

التخمر

Aerobic ⇒ هوائي

anaerobic ⇒ لاهوائي

- Fermentation is an anaerobic (without oxygen) energy-generating process

- التخمر هو عملية توليد الطاقة لا هوائيا (دون الحاجة لأوكسجين)

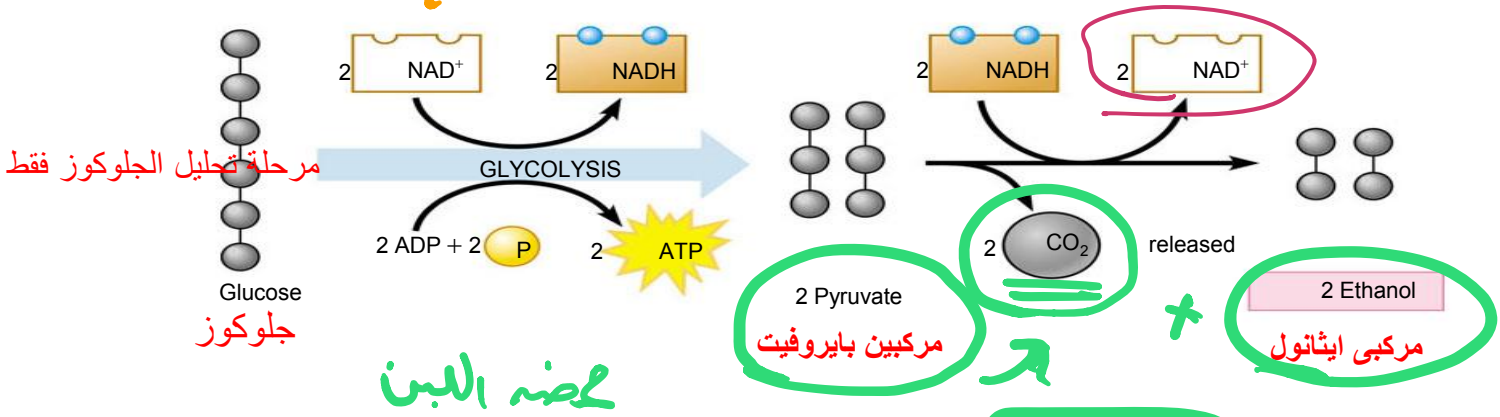
- Under anaerobic conditions, many kinds of cells can **use glycolysis alone** to produce small amounts of ATP

- تكمن الفكرة في استخدام **مرحلة تحليل الجلوكوز فقط** (دون تمرير اليكتروناته خلال سلسلة النقل الاليكتروني للأوكسجين) لانتاج جزيئيات الطاقة اللازمة

Fermentation ⇒ Anaerobic glycolysis for production of ATP.

١ – In alcohol fermentation: Pyruvate converts to CO_2 and ethanol

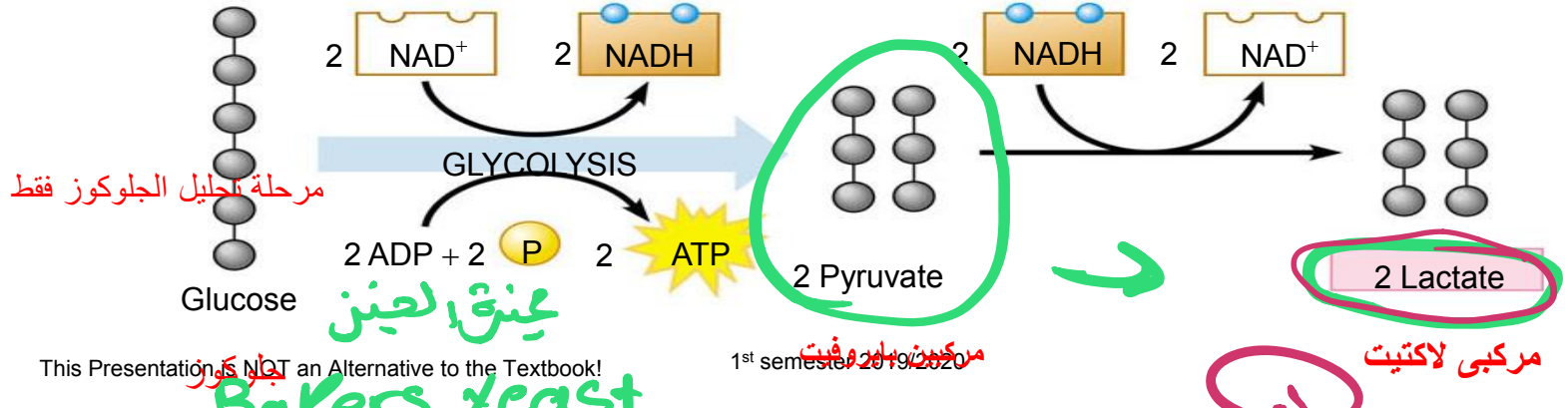
تخمر الكحول



محضه اللبن

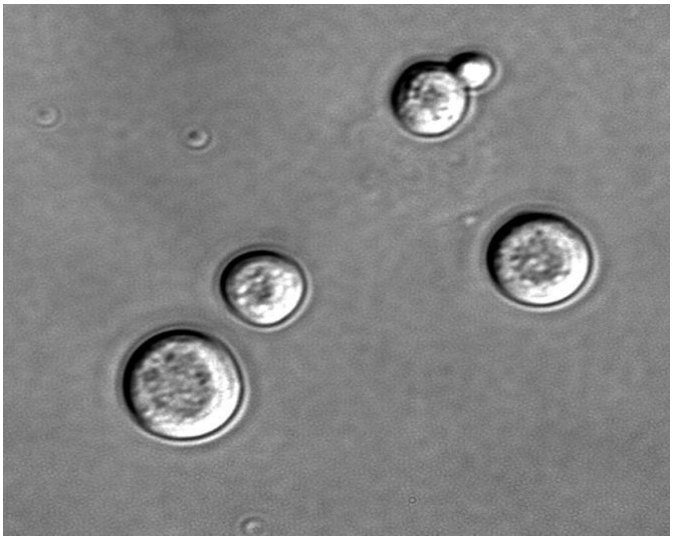
– In lactic acid fermentation: pyruvate converts to lactate

تخمر الحامض اللبنى



– Yeasts are **single-celled** fungi that not only can use respiration for energy but can ferment under anaerobic conditions.

–الخمائر هي فطريات وحيدة الخلية ، الى جانب انها تستطيع القيام بالتنفس الخلوي (هوائيا) لإنتاج الطاقة فهي قادرة على القيام بعملية التخمر تحت الظروف اللاهوائية



Cells use many kinds of organic molecules as fuel for cellular respiration

تستخدم الخلايا العديد من الجزيئات العضوية الأخرى كوقود في عملية التنفس

- Although glucose is considered to be the primary source of sugar for respiration and fermentation, ATP is generated using:

علما بأن الجلوكوز هو المصدر الرئيسي للسكر في عمليت التنفس والتخمر, إلا أن جزيئات الطاقة يمكن انتاجها أيضا من:

- Carbohydrates, الكربوهيدرات
- Fats الدهون
- Proteins. البروتينات

Fats / lipids

- Fats make excellent cellular fuel because they

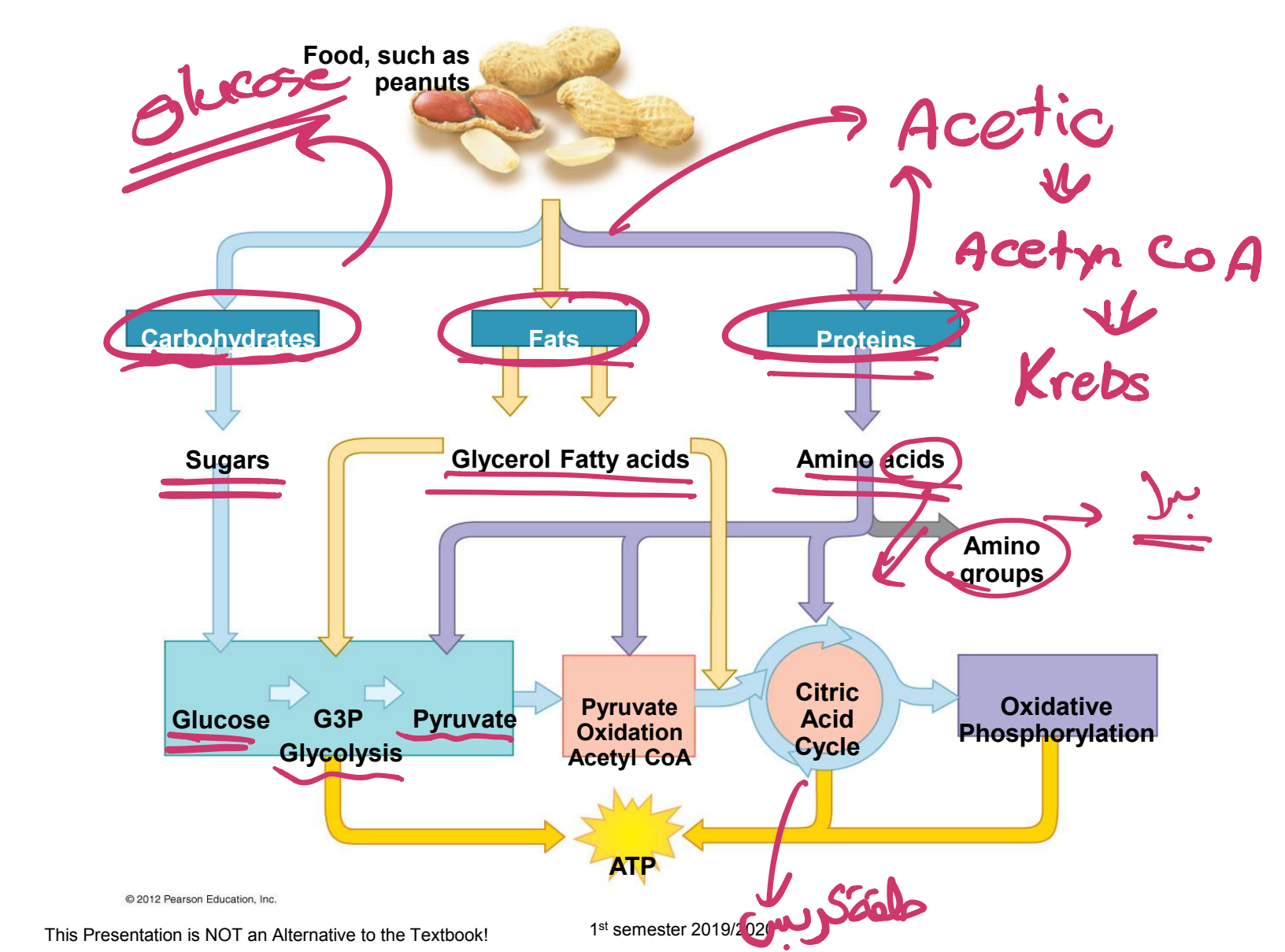
- الدهون تعتبر مصدر ممتاز للطاقة وذلك لأنها

  - contain many hydrogen atoms and thus many energy-rich electrons and

    - تحتوي على العديد من ذرات الهيدروجين والعديد من الإلكترونات الغنية بالطاقة

  - yield more than twice as much ATP per gram than a gram of carbohydrate or protein.

    - تحتوي على ضعف عدد ATP لكل جرام أكثر من الكربوهيدرات أو البروتين



© 2012 Pearson Education, Inc.

Photosynthesis

عملية البناء الضوئى

ضوء الشمس

carbon dioxide + water ⟶ glucose + O_2

↓

chemical energy

*Auto*trophs and *Hetero*trophs الكائنات ذاتية التغذية

- troph = food غذاء
- ***Auto* = self** ذاتية **& *Hetero* = others** أخرين
- **Autotrophs** depend on themselves to make their own food
- **Heterotrophs** depend on others food.

- الكائنات ذاتية التغذية هي كائنات حية قادرة على تصنيع غذائها بنفسها بينما تعتمد الكائنات غير ذاتية التغذية على غذاء الأخرين

Plants, algae, protists.

- **Photoautotroph** make their own food by using **light**
- تسمى الكائنات ذاتية التغذية التي تستخدم **طاقة الضوء** بالكائنات ذاتية التغذية الضوئية

bacteria, Archae

- **Chemo*auto*troph** make their own food by using **chemicals**
- تسمى الكائنات ذاتية التغذية التي تستخدم **الطاقة الكيمائية** بالكائنات ذاتية التغذية الكيميائية

*Auto*trophs and *Hetero*trophs

الكائنات ذاتية التغذية

Autotrophs depend on themselves to make their own food

Heterotrophs depend on others food.

	Autotroph	Heterotroph
Produce own food:	Yes	No
Food chain level:	Primary	Secondary and tertiary
Types:	**Photoautotroph:** use basic energy sources such as sunlight, **Chemoautotroph:** use inorganic energy sources, such as hydrogen sulfide, elemental sulfur, ferrous iron, and ammonia	
Examples:	Plants, algae (Phototrophs) Bacteria, Archae (Chemotrophs)	Animals: Herbivores and carnivores Fungi
Definition:	An organism that is able to form nutritional organic substances from simple inorganic substances such as carbon dioxide.	Heterotrophs cannot produce organic compounds from inorganic sources and therefore rely on consuming other organisms in the food chain.
What or How they eat ?:	Produce their own food for energy.	They eat plants and animals .

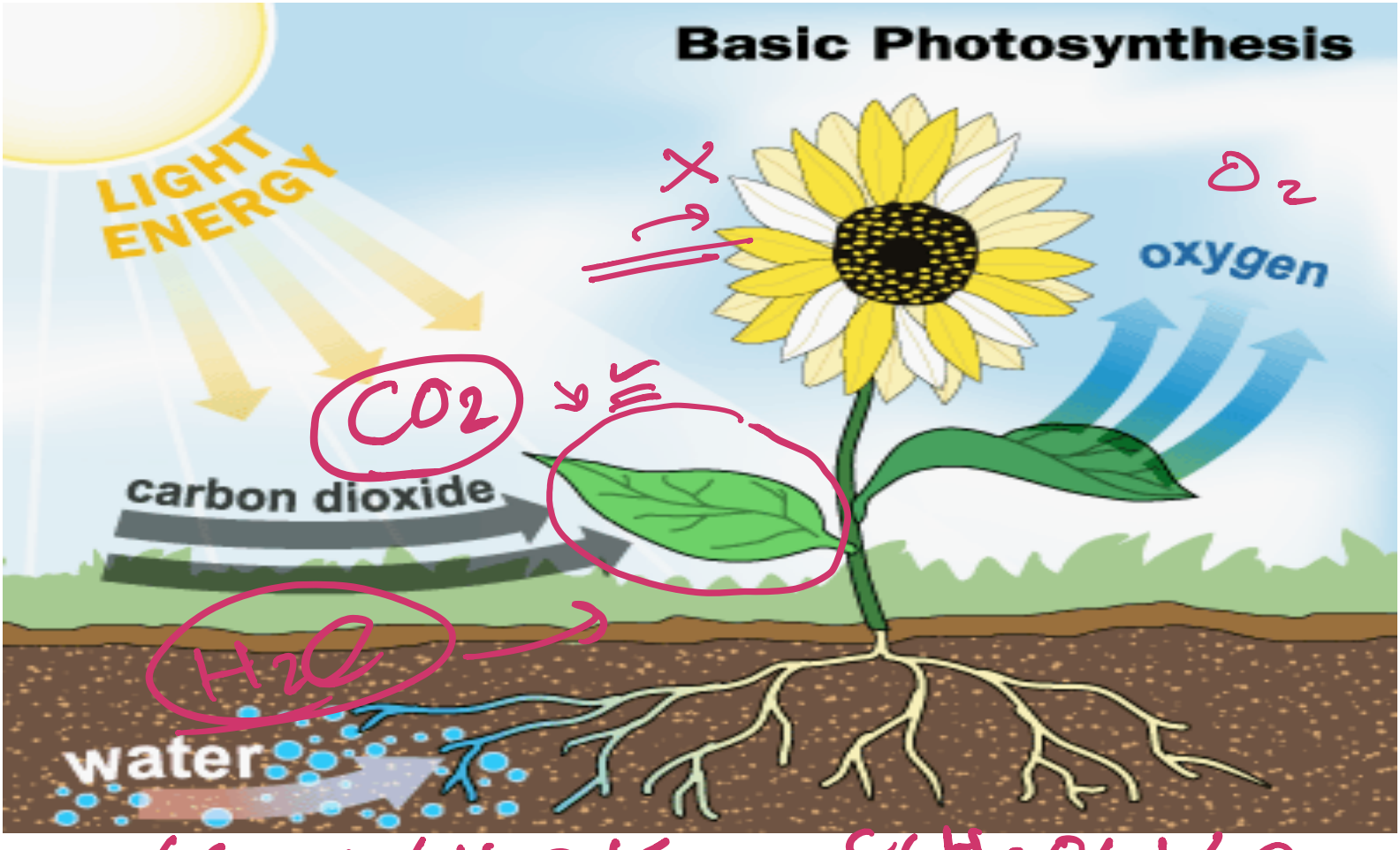
Photosynthesis البناء الضوئى

- Most plants, algae and protists are **Photoautotrophs**

- معظم النباتات والطحالب والأوليات هي **ذاتية التغذية الضوئية**

- **Photosynthesis** is the process of converting *light energy* to *chemical energy* and storing it in the bonds of sugar. This process occurs in plants and some algae. Plants need only *light energy* + CO_2 + H_2O to make sugar. The process of photosynthesis takes place in the **chloroplasts**, specifically using **chlorophyll**, the green pigment involved in photosynthesis (Figure •).

- تستخدم هذة الكائنات ضوء الشمس لتحول ثانى أوكسيد الكربون والماء الى سكر الجلوكوز أى أن النباتات تحول الطاقة الضوئية (ضوء الشمس) الى طاقة كيميائية (سكر الجلوكوز)



$6CO_2 + 6H_2O + E \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

6 x (Carbon dioxide) + 6 x (Water) + (Light) → (Glucose) + 6 x (Oxygen)

Why is Photosynthesis important?

ما أهمية البناء الضوئى

- Makes organic molecules (Sugar as glucose) out of inorganic materials (carbon dioxide and water).
- تصنع جزيئات عضوية كسكر الجلوكوز من أخرى غير عضوية كالماء
- From which begins all food chains. منها تبدأ السلسلة الغذائية
- تبدأ منها جميع السلاسل الغذائية
- Produces oxygen gas ← تنتج غاز الاكسجين
- تنتج غاز الأوكسجين الهام للحياة
- Earth's plants produce 160 billion metric tons of sugar each year through **photosynthesis**
- تنتج نباتات الأرض 160 مليار طن من السكر كل سنة **بالبناء الضوئي**

Photosynthesis occurs in plants, algae, protists

يحدث البناء الضوئى فى النباتات والطحالب والأوليات

Photosynthesis occurs in chloroplasts present in plant cells

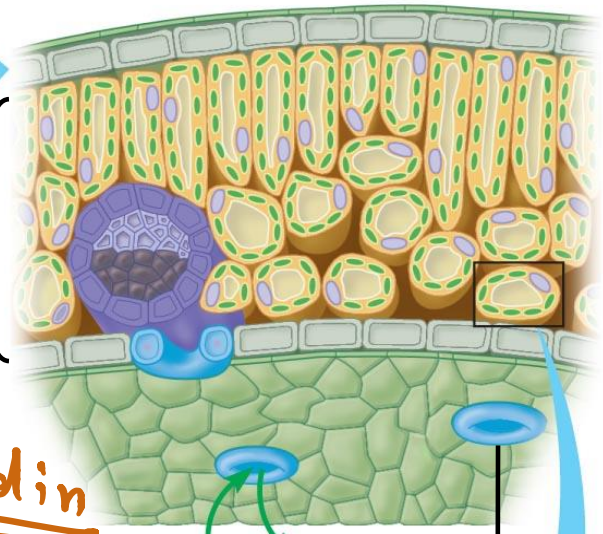
The site

يحدث البناء الضوئي في البلاستيدات الخضراء في الخلايا النباتية

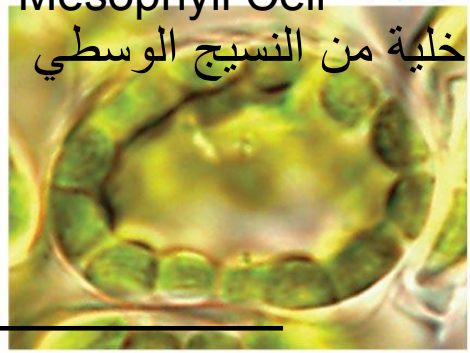
Chloroplasts are found in the mesophyll (green tissue in the interior of a leaf)

تتركز البلاستيدات الخضراء في خلايا الميزوفيل (النسيج الوسطي)وهي النسيج الأخضر في داخل الورقة

Leaf Cross Section قطاع عرضي في ورقة



The location and structure of chloroplasts
مكان وتركيب البلاستيدات الخضراء



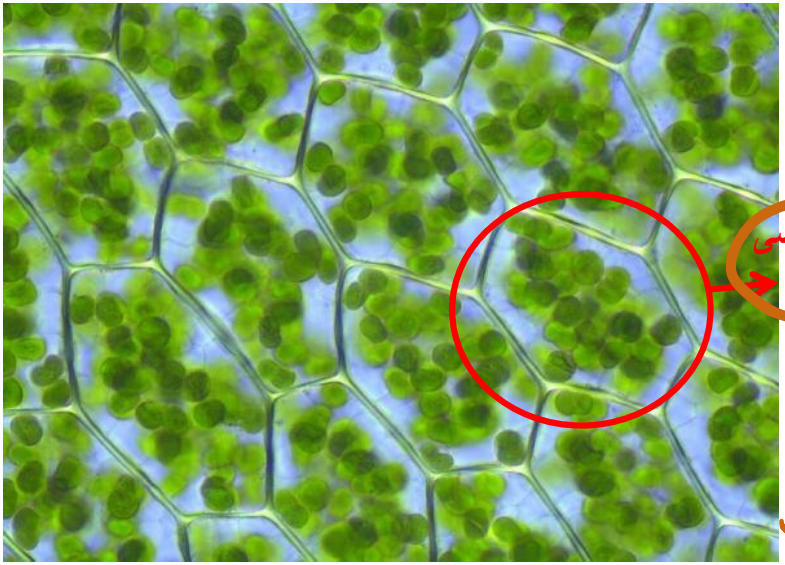
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

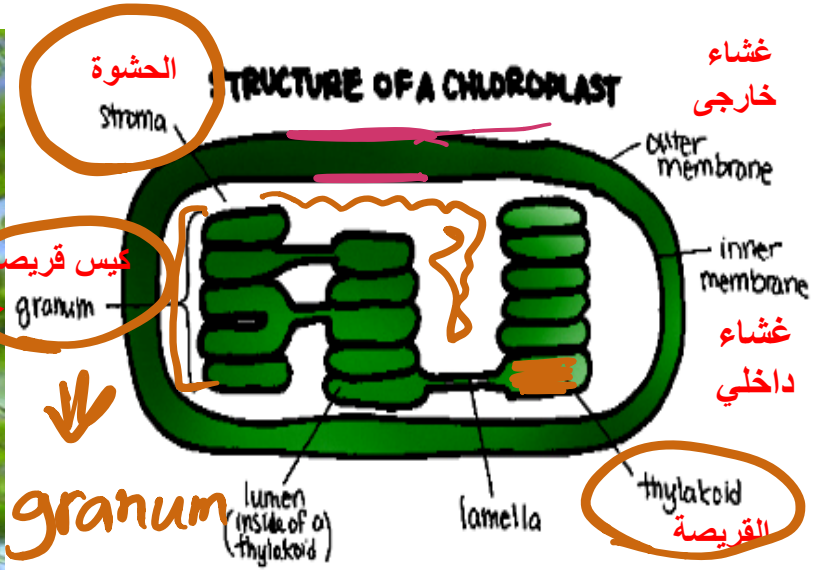
Chloroplasts consists of two membranes surrounding an inner room called (stroma) and connected sacs called (thylakoids)

تتكون البلاسيدات من غشائين يحيطوا بحجرة داخلية تسمى الحشوة وأكياس غشائية متداخلة تسمى القريصة

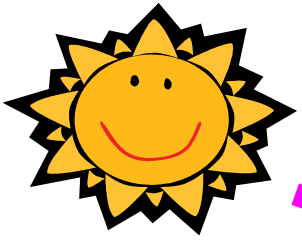
Thylakoids are concentrated in a structure called **granum**

تنتظم القريصات فوق بعضها البعض مشكلة وحدات متراصة يسمى كل منها **بالكيس القريصي**

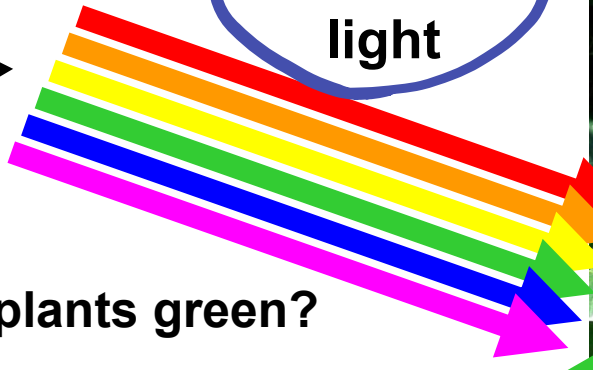




Sun light



Absorbed light



Why are plants green?

لماذا النباتات خضراء

Reflected light

ضوء أخضر منعكس

Reflected light

ضوء أخضر منعكس

- Chloroplasts contain several pigments تحتوى البلاستيدات على صبغات عديدة
  - **Chlorophyll** صبغة الكلوروفيل
  - **Carotenoids** صبغة الكاروتين
  - **Chlorophyll** absorbs light
    - يمتص الكلوروفيل الألوان الطيفية المختلفة للضوء
    - **Chlorophyll** reflects specific wavelength of light (green wave length)
    - يعكس الكوروفيل اللون الأخضر فقط
    - **Leaves are green because contain Chlorophyll**
  - **Caretenoids** absorb excessive light that would damage chlorophyll

تمتص صبغة الكاروتين الضوء الزائد الذى قد يتلف الكلوروفيل

Chlorophyll

Photosynthesis is a redox process, as is cellular respiration

البناء الضوئي هو عملية أخسدة كما هو الحال بالنسبة للتنفس الخلوي

- Photosynthesis, like respiration, is a redox (oxidation-reduction) process

أكسدة (فقد)

اختزال (اكتساب)

- البناء الضوئي كالتنفس عبارة عن عملية أخسدة (أكسدة – إختزال)
  - Water molecules are split apart by oxidation, which means that they lose electrons along with hydrogen ions (H^+)

H_2O H^+ O_2

تتجزأ جزيئات الماء بالأكسدة ، مما يعني أنها تخسر اليكترونات بالإضافة الى أيونات الهيدروجين جراء ذلك التجزء

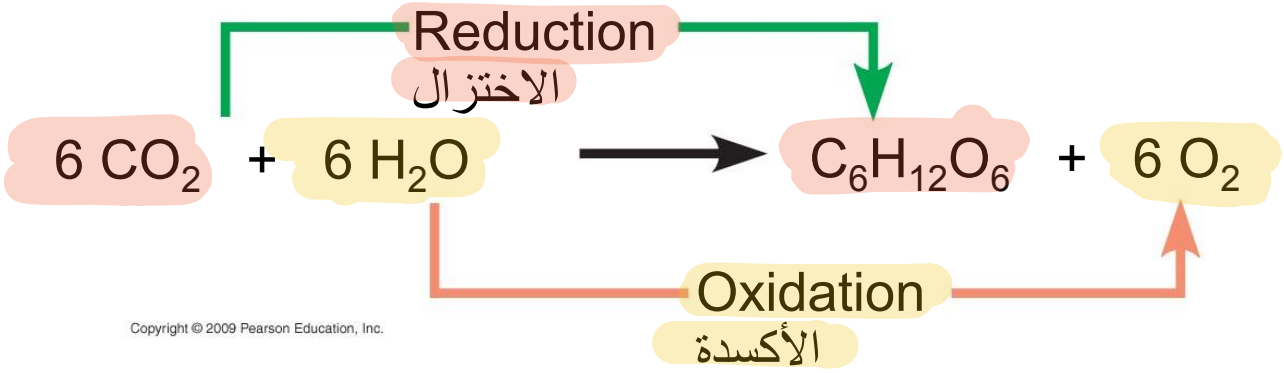
اختزال

  - Then CO_2 is reduced to sugar as electrons and hydrogen ions are added to it
  - ثم يختزل ثاني أوكسيد الكربون إلى سكر بإضافة الإليكترونات وأيونات الهيدروجين اليه

Redox

Photosynthesis (uses light energy)

البناء الضوئي (يستخدم الطاقة الضوئية)

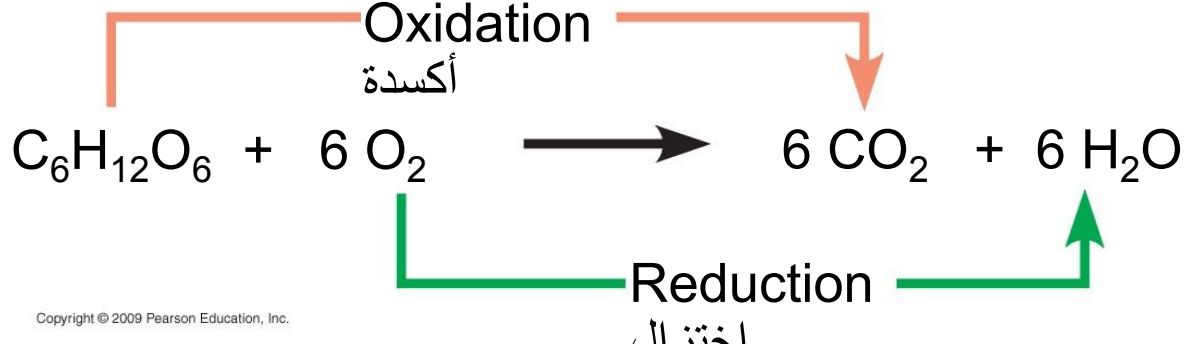


Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Redox

Cellular respiration (releases chemical energy)

التنفس الخلوي (تحرير الطاقة الكيميائية)



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Photosynthesis occurs in (2) stages

- Light-dependent reaction (Stage 1)

light reaction

- **المرحلة الأولى**: التفاعلات الضوئية

- Light-independent reaction (Stage 2)

- **المرحلة الثانية**: التفاعلات غير المعتمدة على الضوء(تفاعلات الظلام أو دورة كالفين)

Dark reaction

Calvin Cycle

(to carry)

Stage 1 المرحلة الأولى

light + H_2O ⟹ O_2 + ATP + NADPH

- In the **light reactions**, light energy is converted in the **thylakoid membrane** to chemical energy and O_2

في تفاعلات الضوء تتحول الطاقة الضوئية في أغشية القريص إلى طاقة كيميائية وأوكسجين

- Water splits to provide the O_2 as well as electrons

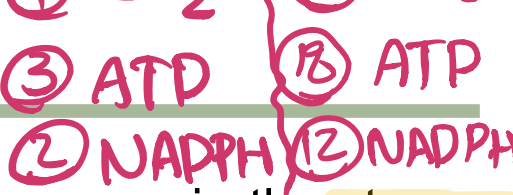
يتجزأ الماء لتوفير الأوكسجين والإليكترونات

- Produces ATP molecules to be used as fuel to light-independent reaction (dark reactions)

ينتج طاقة (جزيئيات ATP) كوقود للمرحلة الثانية مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء(تفاعلات الظلام)

Stage 2

المرحلة الثانية



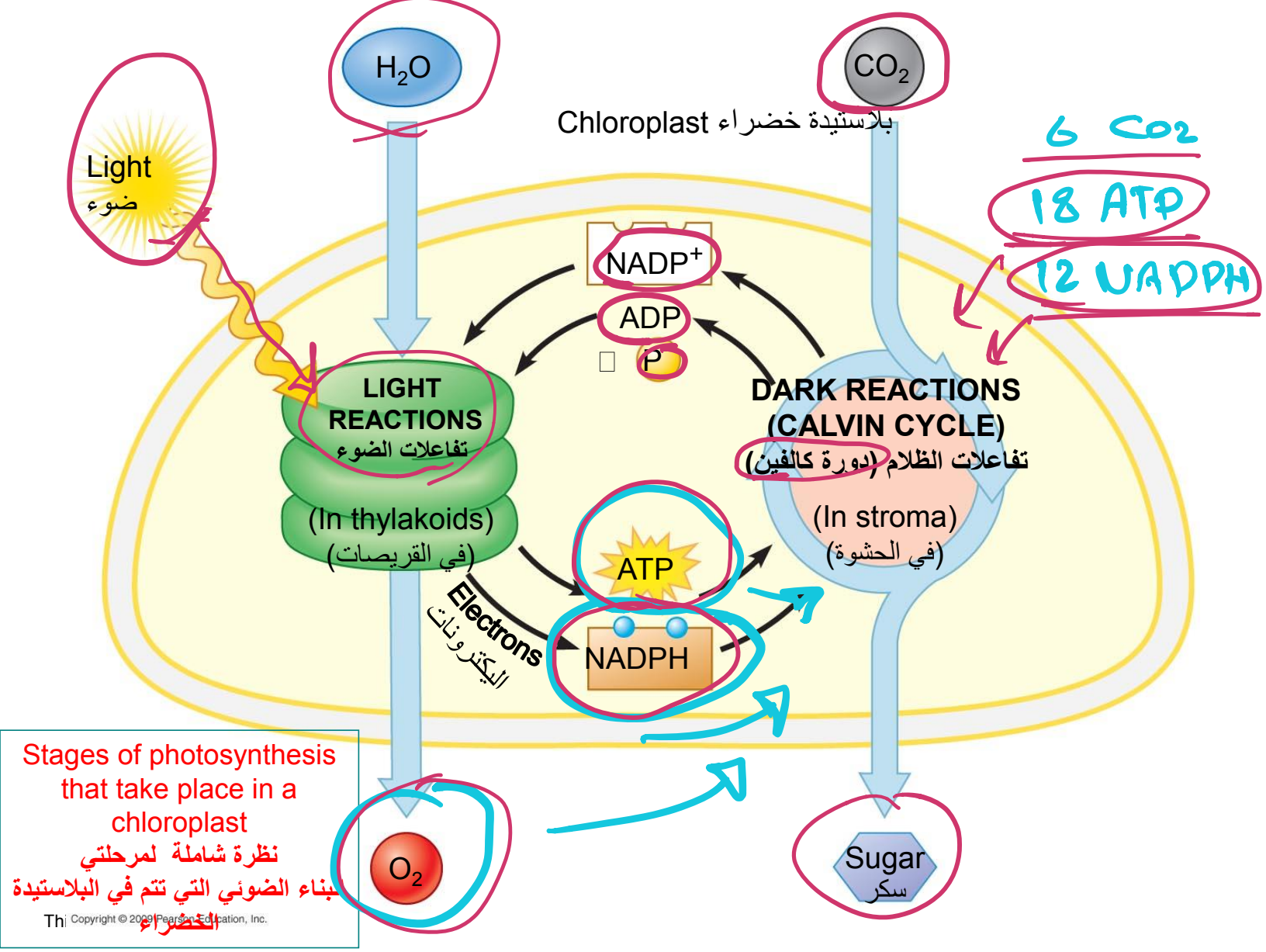
- The second stage is the **Calvin cycle**, which occurs in the stroma of the chloroplast (**Dark reactions**)
  - المرحلة الثانية هي **دورة كالفين** ، والتي تحدث في حشوة البلاستيدات الخضراء

  - A cyclic series of reactions that builds sugar from CO_2 and the products of the light reactions using ATP. Each turn of the light independent cycle requires 1 CO2, 3 ATP, and 2 NADPH. It needs 6 turns of the cycle to make 1 molecule of glucose because glucose has a 6 carbon atom backbone.
    - عبارة عن سلسلة دائرية من التفاعلات التي تبني جزيئات السكر من ثاني أوكسيد الكربون ونواتج تفاعلات الضوء باستخدام جزيئات ATP (6 تحولات كل تحول يحتاج الى 3 جزيئات أى تحتاج دورة كالفين الى 18 جزئ طاقة)

  - During the Calvin cycle, CO_2 is incorporated into organic compounds, a process called **carbon fixation**
    - يندمج ثاني أوكسيد الكربون خلال دورة كالفين بالمركبات العضوية في عملية تسمى **بتثبيت الكربون**

Dr. Calvin - Nobel prize in chemistry (1961)

Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Stages of photosynthesis that take place in a chloroplast

نظرة شاملة لمرحلتي البناء الضوئي التي تتم في البلاستيدة الخضراء

Th Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Light Dependent Reaction

-The reaction **must have light** to take place.
-This reaction takes place on the **thylakoid membranes**.
- **Light energy of sun** is trapped by chlorophyll molecules. This energy is used to:

1. Reduce ADP to ATP
2. Reduc Coenzyme $NADP^+$ to NADPH and H^+.
3. Produce **Oxygen**

$ADP + P \Rightarrow ATP$

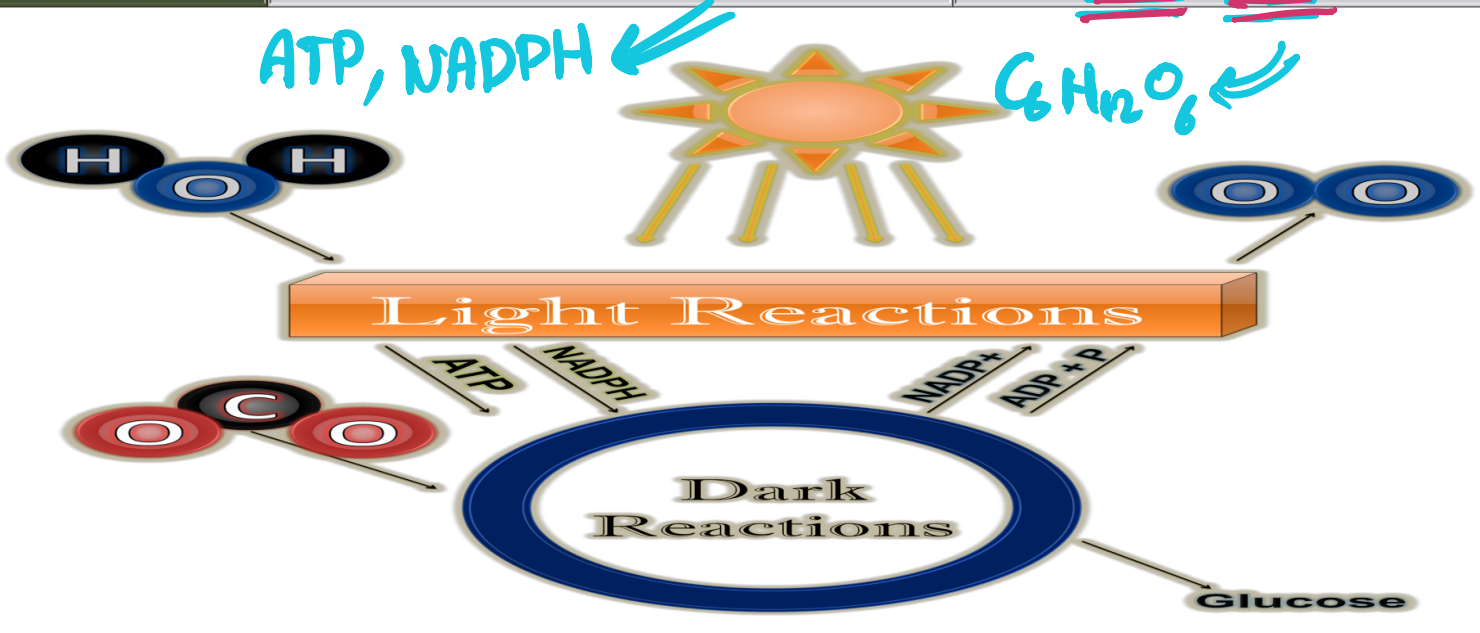
$H_2O \Rightarrow O_2 + H^+$

Light Independent Reaction (Calvin Cycle)

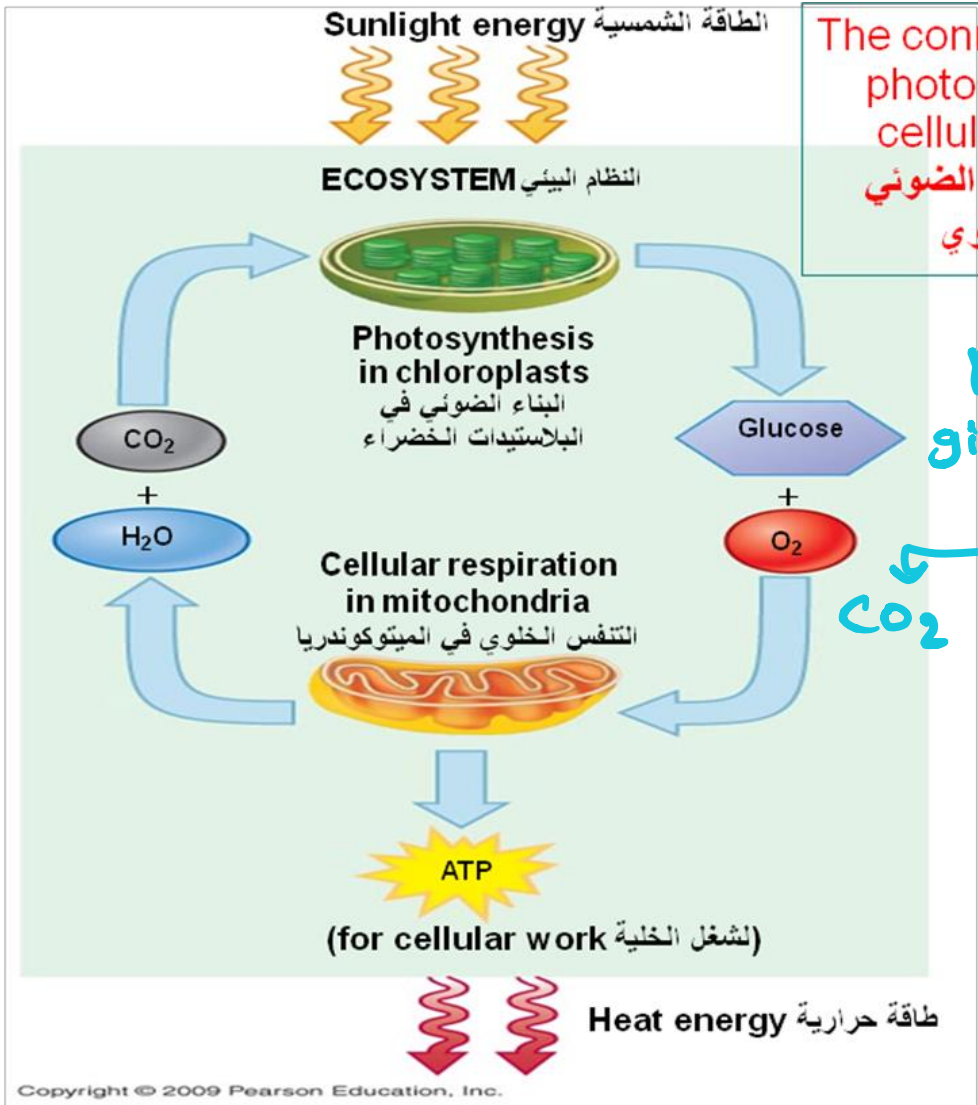
- The process **does not require light** and can occur in both the light and dark periods.
- This reaction takes place in the **stroma**
- **Chemical energy** (**ATP and NADPH**) trapped from light dependent reaction is used to:

1. Produce **Sugar**.
2. Produce Coenzyme **NADP+**

	Light Reaction	Dark Reaction
Take place in	Thylakoid membrane	Stroma within the chloroplast
In put	H_2O + Light + NADP+ + ADP	NADPH + ATP + CO_2
Out put	O_2 + NADPH + ATP	Sugar + NADP+ + ADP
Happens when	Light is present	ATP is present
Function	converts light energy to chemical energy	converts CO_2 to sugar



The connection between photosynthesis and cellular respiration
الارتباط بين البناء الضوئي والتنفس الخلوي



respiration gives

CO_2 H_2O 32 ATP

المصطلح	تعريف المصطلح
Cellular respiration: an exergonic process that transfers energy from the bonds in glucose to ATP	**التنفس الخلوي** هو عملية تفاعل محرر للطاقة والتي تحرر الطاقة المختزنة في روابط جزيء الجلوكوز وتخزينها في ATP
Respiration is one of the key ways a cell gains useful energy to fuel cellular activity	**التنفس** هو مفتاح الخلية للحصول على الطاقة المفيدة كوقود لأنشطة الخلية
A **kilocalorie (kcal)**: the quantity of heat required to raise the temperature of 1 kilogram (kg) of water by 1°C	**السعرة الحرارية (كيلو كالوري)** هي كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة 1 كيلوجرام من الماء درجة مئوية واحدة (١ °م)
Dehydrogenase: the enzyme that removes hydrogen from an organic molecule	**الديهايدروجينيز (انزيم نزع الهيدروجين)**الإنزيم الذي يزيل الهيدروجين من الجزيء العضوي
Glycolysis	**تحلل الجلوكوز**
The citric acid cycle	**دورة حامض الستريك**
Oxidative phosphorylation	**الفسفرة المؤكسِدة**
Fermentation: an anaerobic (without oxygen) energy-generating process	**التخمر** هو عملية توليد الطاقة لا هوائيا (دون الحاجة لأوكسجين)
lactic acid fermentation: oxidizing of NADH by muscle cells and bacteria	**تخمر الحامض اللبني** تؤكسد الخلايا العضلية وبعض أنواع البكتيريا مركب الـ NADH
Yeasts: single-celled fungi that not only can use respiration for energy but can ferment under anaerobic conditions	**الخمائر** هي فطريات وحيدة الخلية ، الى جانب انها تستطيع القيام بالتنفس الخلوي (هوائيا) لإنتاج الطاقة فهي قادرة على القيام بعملية التخمر تحت الظروف اللاهوائية

المصطلح	تعريف المصطلح
Fermentation: an anaerobic (without oxygen) energy-generating process	**التخمر** هو عملية توليد الطاقة لا هوائيا (دون الحاجة لأوكسجين)
lactic acid fermentation: oxidizing of NADH by muscle cells and bacteria	**تخمر الحامض اللبني** تؤكسد الخلايا العضلية وبعض أنواع البكتيريا مركب الـ NADH
Aerobic respiration: requires oxygen in order to generate ATP	التنفس الهوائى يحتاج الى الأوكسجين ليحرر الطاقة
Anaerobic respiration does not requires oxygen in order to generate ATP	التنفس لاهوائى لا يحتاج الى الأوكسجين ليحرر الطاقة

المصطلح	تعريف المصطلح
Autotrophs: living things that are able to make their own food without using organic molecules derived from any other living thing	**الكائنات ذاتية التغذية** هي كائنات حية قادرة على تصنيع غذائها دون استخدام جزيئات عضوية مستمدة من أي كائن حي آخر
Photoautotrophs: the use of energy of light to produce organic molecules by Autotrophs	**التغذية الضوئية** استخدم طاقة الضوء لإنتاج جزيئات عضوية بالكائنات ذاتية
Chemoautotrophs: organisms that uses inorganic energy sources. Chemoautotrophs are mostly bacteria or archaea that live in hostile environments such as deep sea	**التغذية الكيميائية** كائنات تستخدم مصادر الطاقة غير العضوية وغالبيتها من البكتريا والبدائيات التى تعيش فى البحار العميقة.
Heterotrophs :organism that cannot fix carbon and uses organic carbon for growth (on others food)	**الكائنات غير ذاتية التغذية** هي كائنات لا تستطيع تثبيت الكربون وتعتمد على مصادر عضوية أخرى (على غذاء الأخرين)
Chloroplasts: organelles consisting of photosynthetic pigments, enzymes, and other molecules grouped together in membranes	**البلاستيدات الخضراء** هي عضيات تتكون من صبغات مكونة للضوء وإنزيمات ومركبات أخرى مجموعة مع بعضها البعض في أغشية
Chlorophyll: an important light absorbing pigment in chloroplasts, is responsible for the green color of plants	**الكلوروفيل** صبغة هامة لامتصاص الضوء في البلاستيدات الخضراء وهي المسئولة عن اللون الاخضر في النبات ا

المصطلح	تعريف المصطلح
Photosynthesis	**البناء الضوئى**
Light dependent reactions: In the light reactions, light energy is converted in the thylakoid membrane to chemical energy and O_2	**التفاعلات الضوئية** في تفاعلات الضوء تتحول الطاقة الضوئية في أغشية القريص إلى طاقة كيميائية وأوكسجين
Light independent reactions: The second stage is the **Calvin cycle**, which occurs in the stroma of the chloroplast (dark reactions) It is a cyclic series of reactions that builds sugar molecules from CO_2 and the products of the light reactions using ATP	**التفاعلات غير المعتمدة على الضوء(تفاعلات الظلام)** هى المرحلة الثانية وتسمى **دورة كالفين** ، والتي تحدث في حشوة البلاستيدات الخضراء. عبارة عن سلسلة دائرية من التفاعلات التي تبني جزيئات السكر من ثاني أوكسيد الكربون ونواتج تفاعلات الضوء باستخدام ATP
Dark reactions	تفاعلات الظلام
Stroma	الحشوة
Thylakoid	القريصة
Thylakoid membrane	غشاء القريصة
Granum	الكيس القريصى