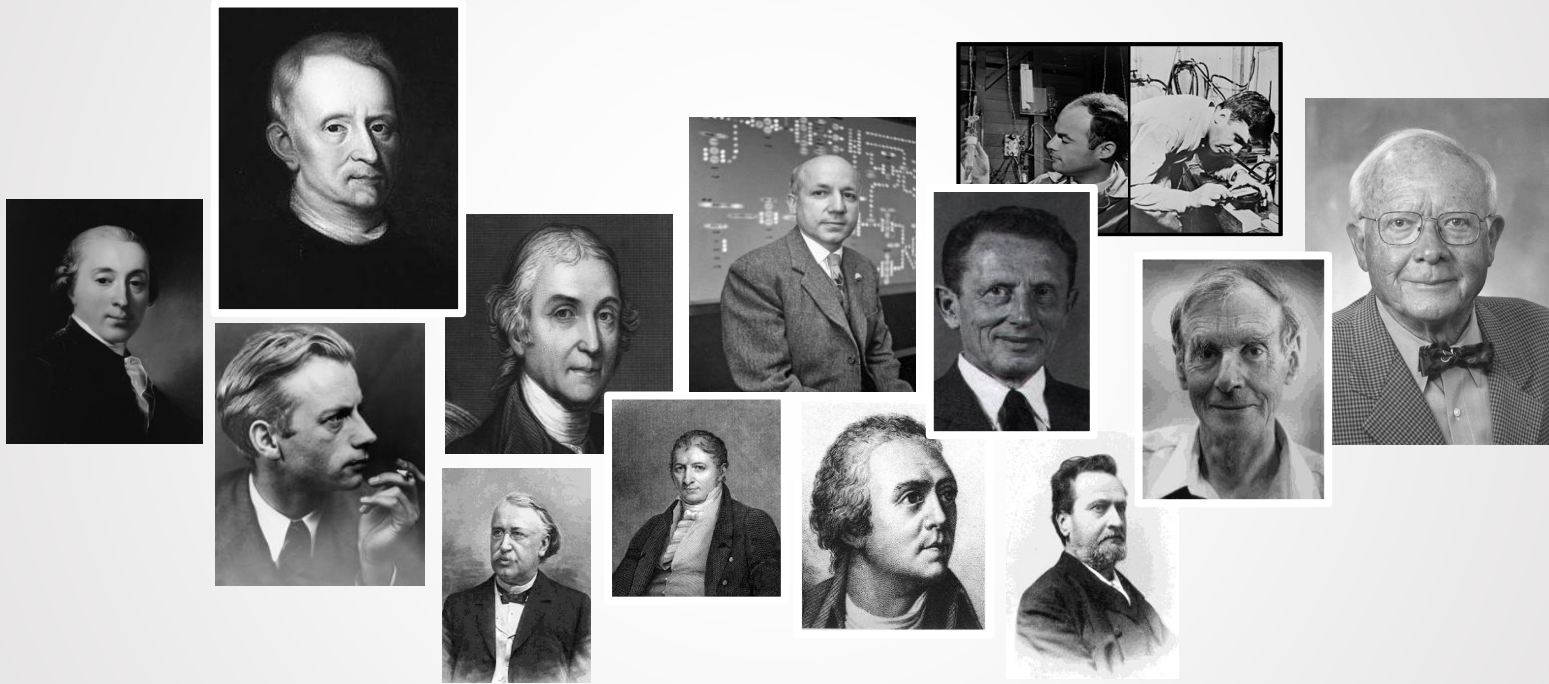


DEPARTMENT OF PLANT SCIENCE
FACULTY OF SCIENCE, MAHIDOL UNIVERSITY

SCIENCE ACCESS 15TH - SCIENCE MAHIDOL

PHOTOSYNTHESIS



P'POND

Department of Plant Science, Faculty of Science, MAHIDOL University

E-mail : pond.scmahidol@Hotmail.com

Facebook : POND Juprasong

Genius is one percent
inspiration and ninety-nine
percent perspiration.

Thomas Alva Edison
(1847 – 1931)

▶ PRE-EXAMINATION

ตอนที่ 1 พิจารณา ถูก หรือ ผิด (4 ข้อ)

ตอนที่ 2 เลือกคำตอบที่เหมาะสมเพียงข้อเดียว (1 ข้อ)

ทำลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้เท่านั้น
เวลา 5 นาที

ตอนที่ 1 พิจารณา ถูก(T) หรือ ผิด(F)

- F 1. หากมีสารยับยั้งปฏิกิริยาของฮิลล์ กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร จะไม่สามารถทำงานได้
- F 2. วัฏจักรคัลวิน เป็นกระบวนการสลายสารเพื่อให้ได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว
- T 3. ข้าวโพด และอ้อย เป็นพืชที่มีการตรึงแก๊ส CO_2 จากอากาศเพียงครั้งเดียว
- T 4. หากอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นแบบ exponential พืชจำพวกข้าว จะเกิดกระบวนการ photorespiration

ตอนที่ 2 เลือกคำตอบที่เหมาะสมเพียงข้อเดียว

5. ข้อใดคือเอนไซม์ที่พบในสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์ด้วยแสงทุกชนิด มีปริมาณมากและควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาใน Calvin cycle

ก. PEP carboxylase

ง. Alpha amylase

ข. ACC oxidase

จ. ไม่มีคำตอบ

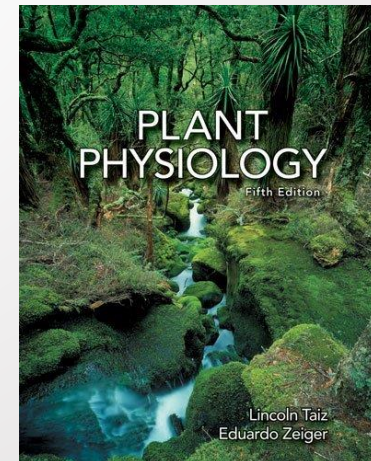
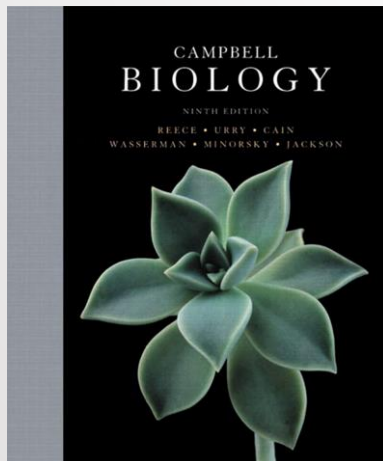
ค. Rubisco

▶ REFERENCES

Reece et. al. *CAMPBELL BIOLOGY* (9th edition). San Francisco (USA) : Pearson Benjamin Cummings, 2011.

Solomon, Berge and Martin. *BIOLOGY* (9th edition). Stamford (USA): Cengage Learning, 2011.

Taiz, L. and Zeiger. *Plant Physiology* (3rd edition). Sunderland (USA): Sinauer Associates, 2003.



▶ OUTLINE

1. Introduction

2. Photosynthesis

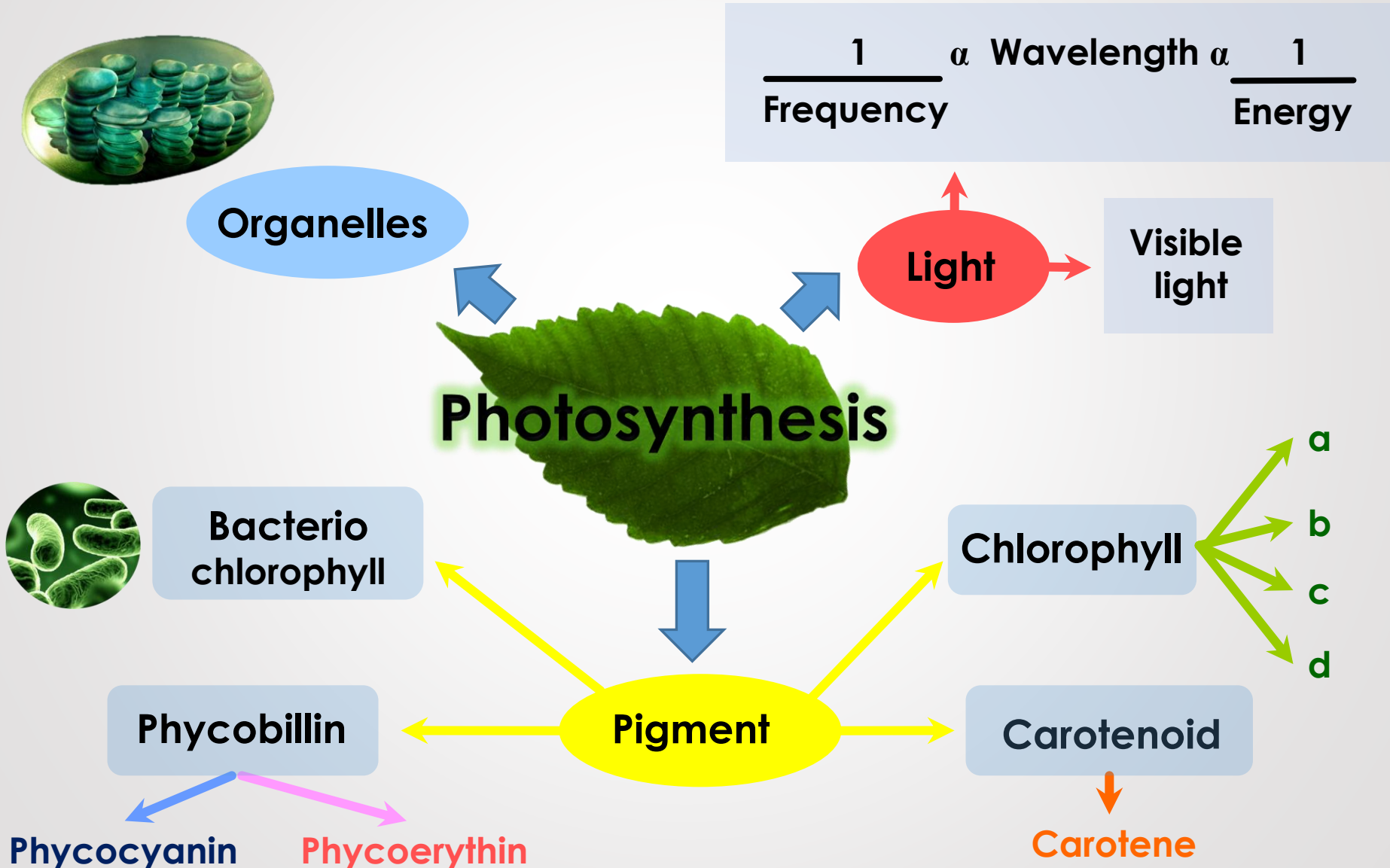
2.1 Non-cyclic & cyclic e^- transfer

2.2 Calvin – Benson cycle

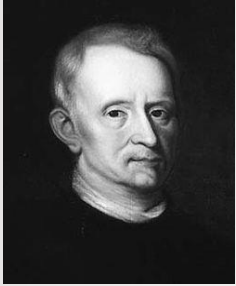
3. C_3 , C_4 , CAM plants and adaptation

4. Photosynthetic factors

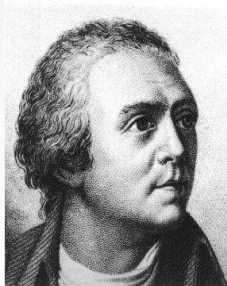
► INTRODUCTION



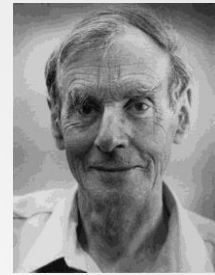
▶ EXPERIMENTS



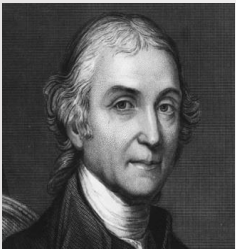
Van helmont



**Nicolas Theodore
de Saussure**



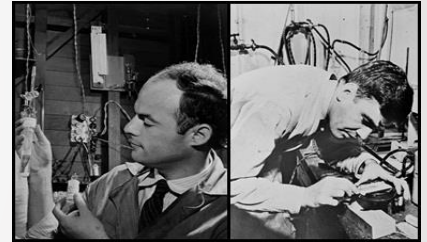
Robin Hill



**Joseph
Priestley**



Julius Sachs



**Sam Ruben &
Martin Kamen**



**Jan
Ingen-Housz**



**Wilhelm
Engelmann**



**Daniel
Arnon**

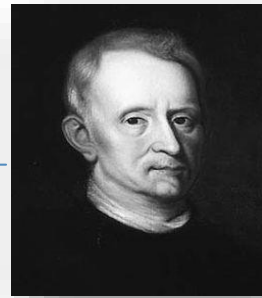


Jean Senebier



Van Niel

► V. HELMONT

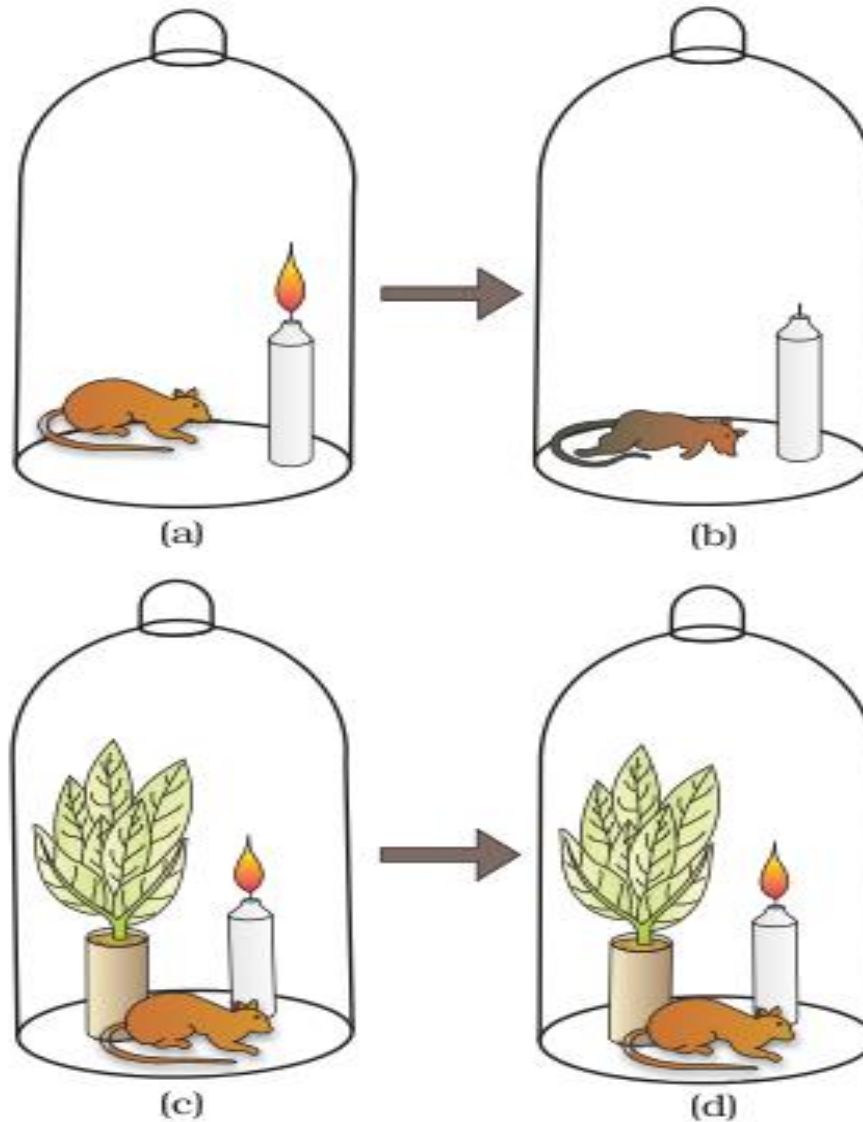
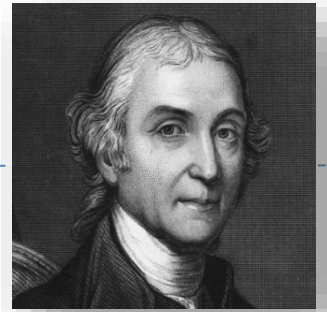


Experiencia de Van Helmont



**Experiencia del sauce (J.B. van Helmont).
Concluyó que el incremento en el peso (73.85
kg) eran debidos exclusivamente al agua.**

▶ J. PRIESTLEY

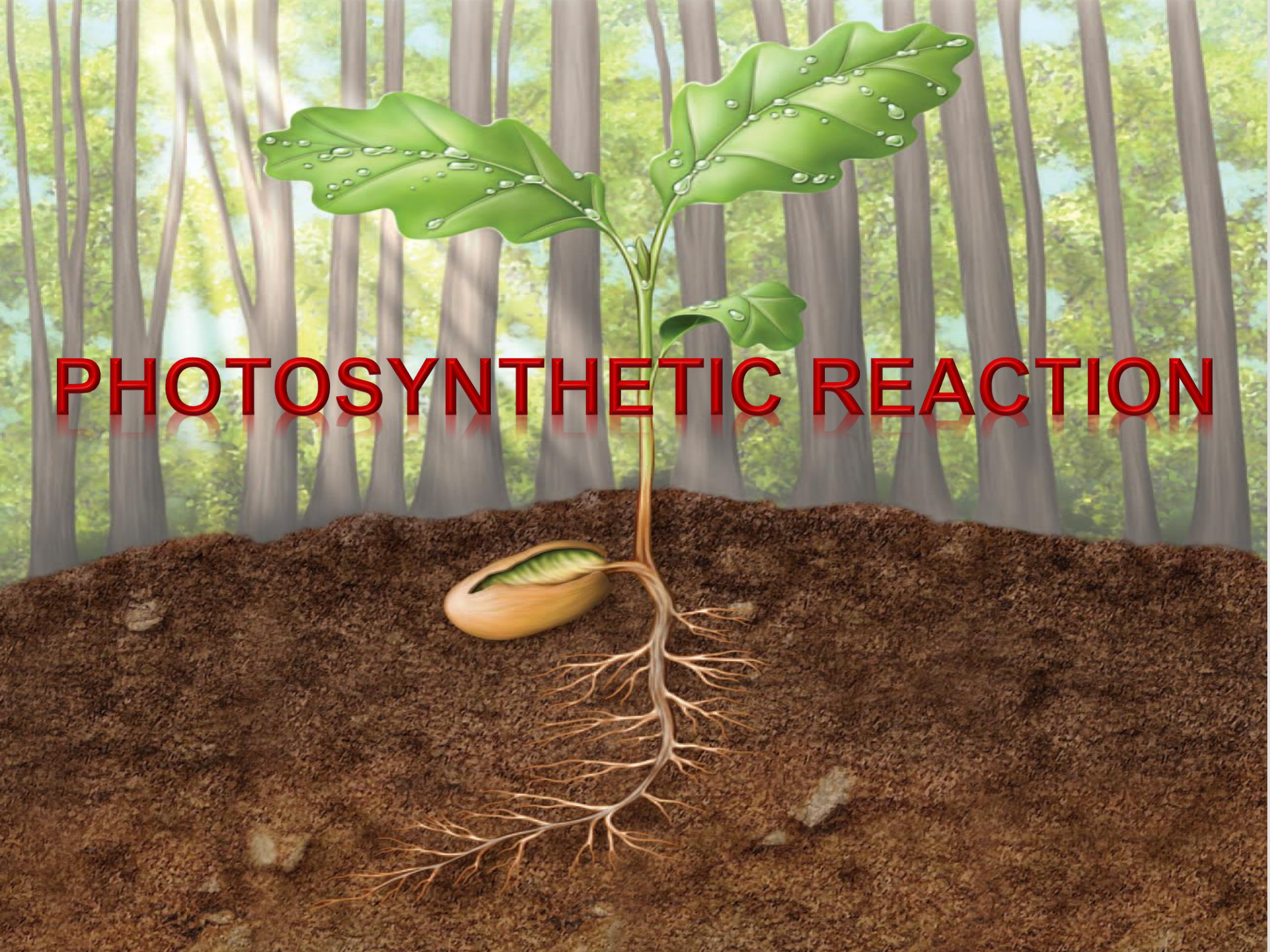


► D. ARNON



Reactant	Lab1	Lab2	Lab3	Lab4	Lab5
1.ADP	✓	✓	✓	✓	Give ATP, NADPH
2.P _i	✓	✓	✓	✓	
3.NADP ⁺	-	-	✓	✓	
4.CO ₂	-	-	-	✓	✓
5.Light	-	✓	✓	✓	-
Product	-	ATP	ATP NADPH O ₂	(CH ₂ O) _n O ₂	(CH ₂ O) _n

PHOTOSYNTHETIC REACTION



▶ PROCESS OF PHOTOSYNTHESIS

LIGHT reaction

CO₂ fixation



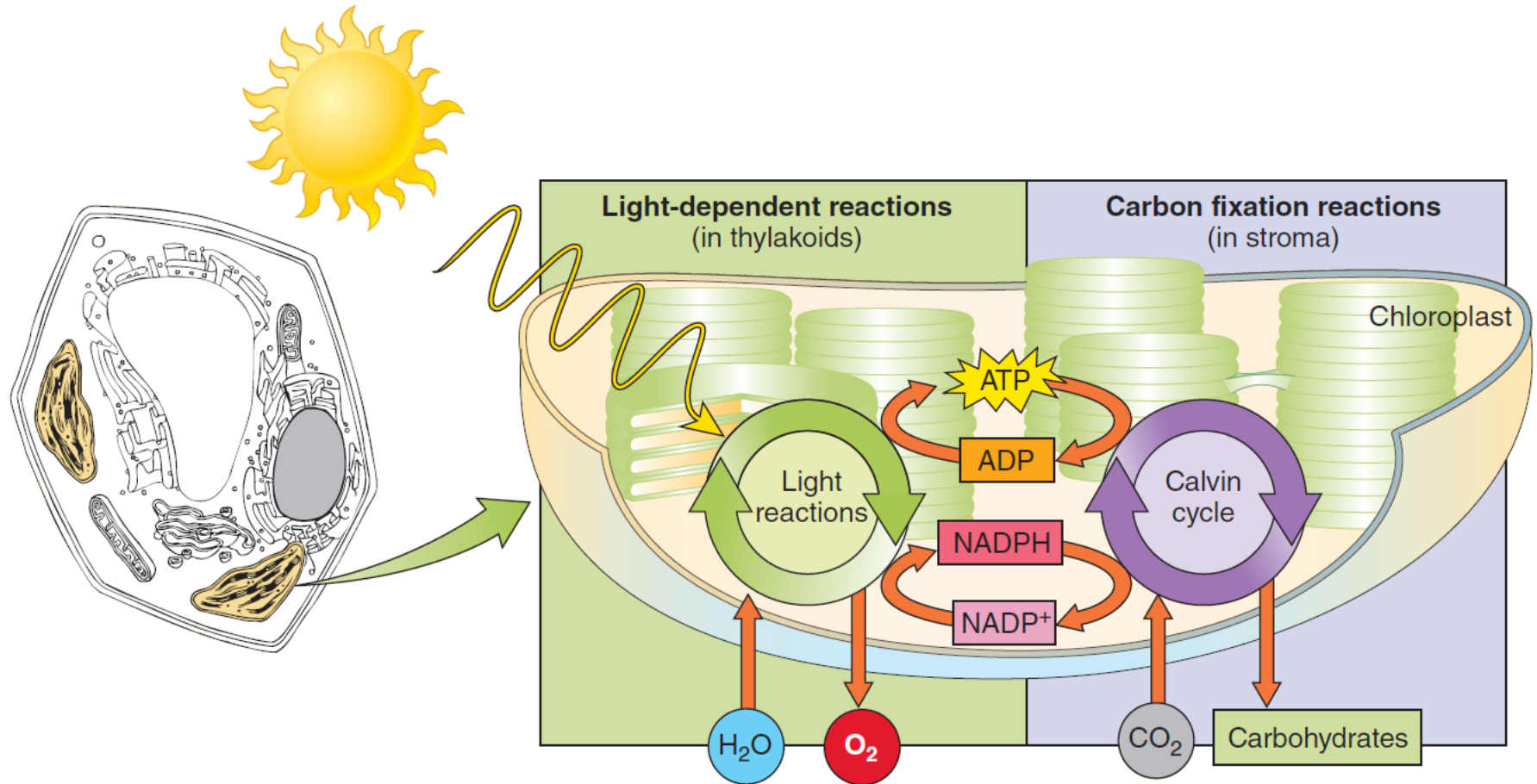
Non-Cyclic e⁻ transfer

Cyclic e⁻ transfer

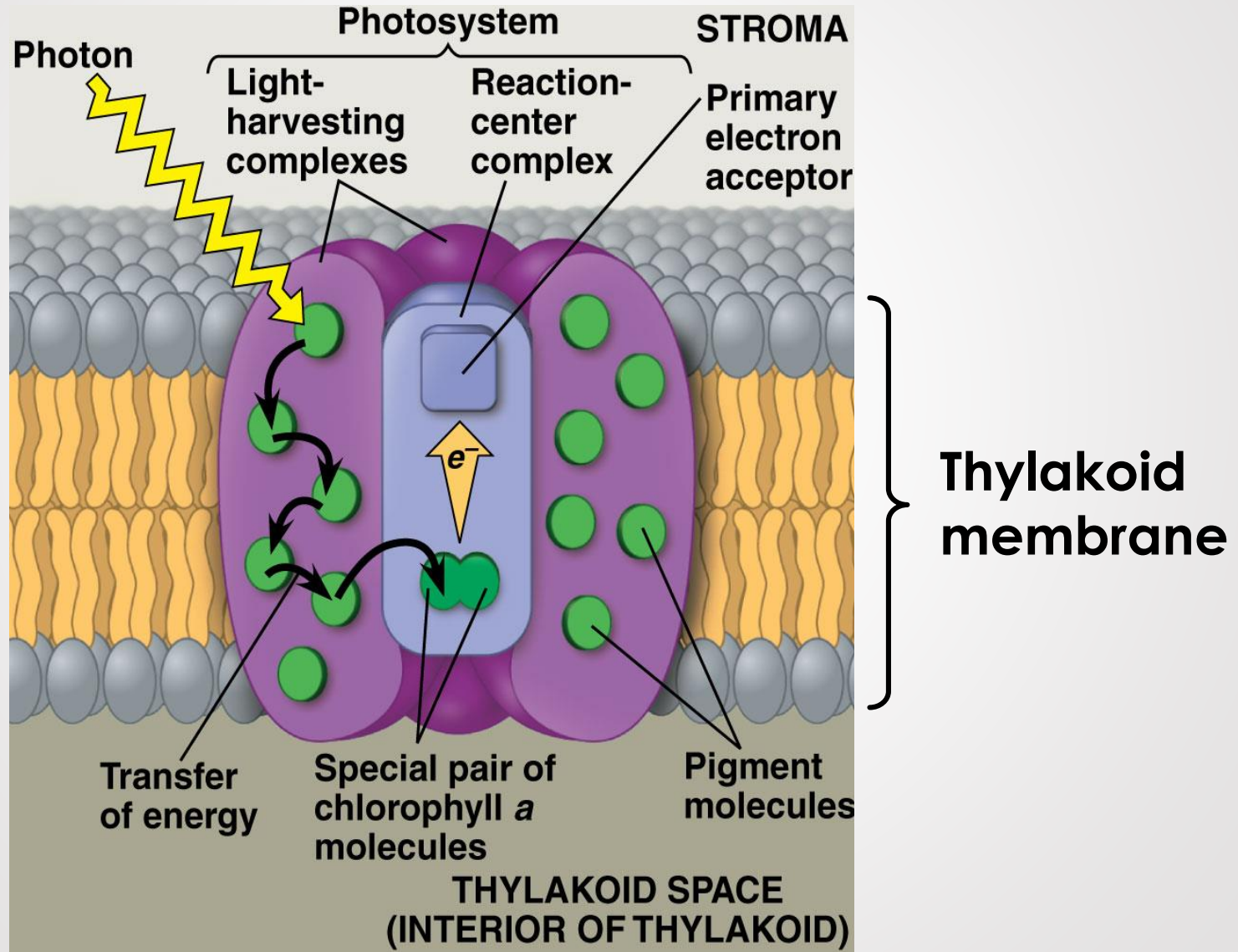


Calvin-Benson
cycle

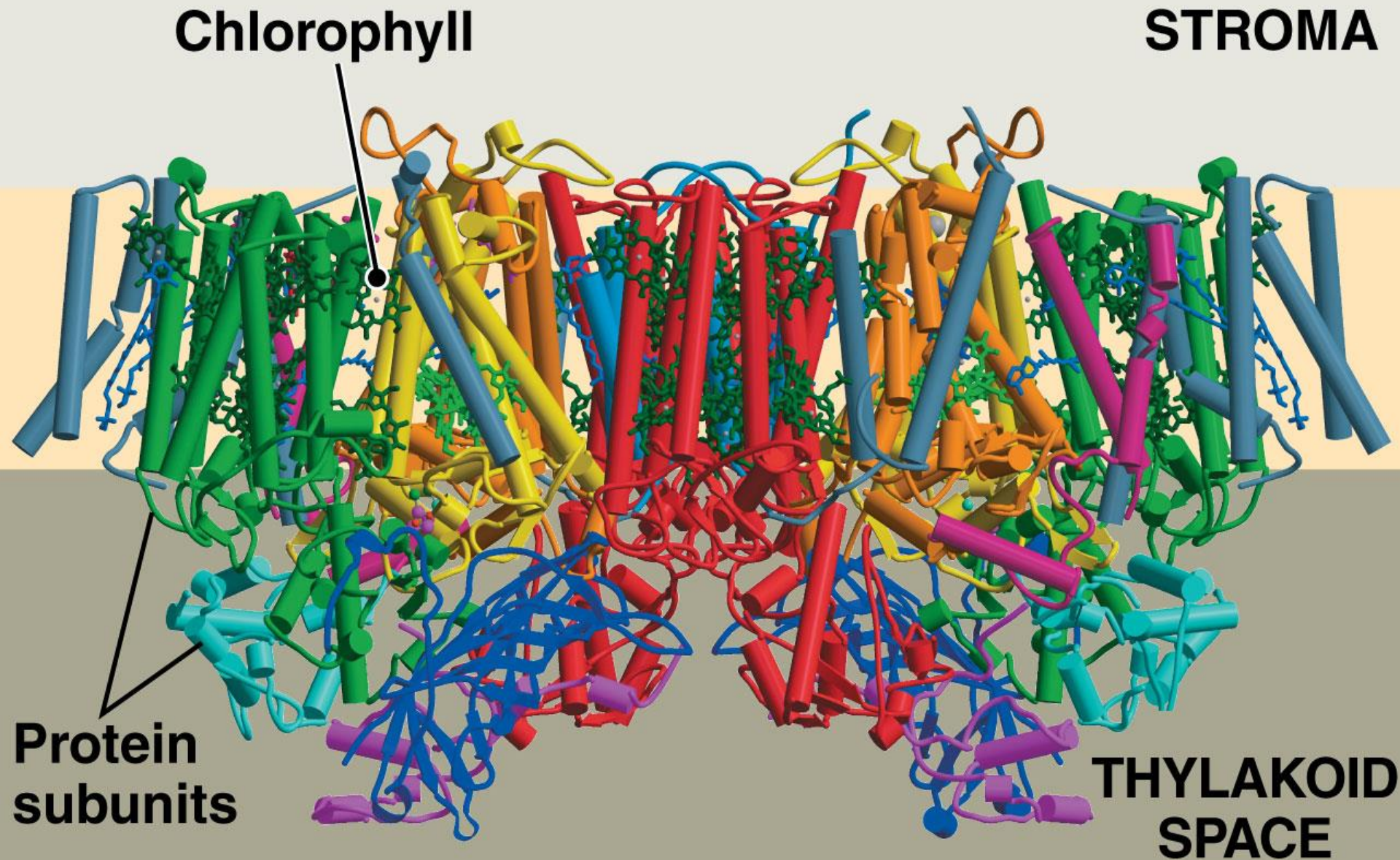
► OVERVIEW



▶ PHOTOSYSTEM HARVESTS LIGHT



▶ STRUCTURE OF PSII

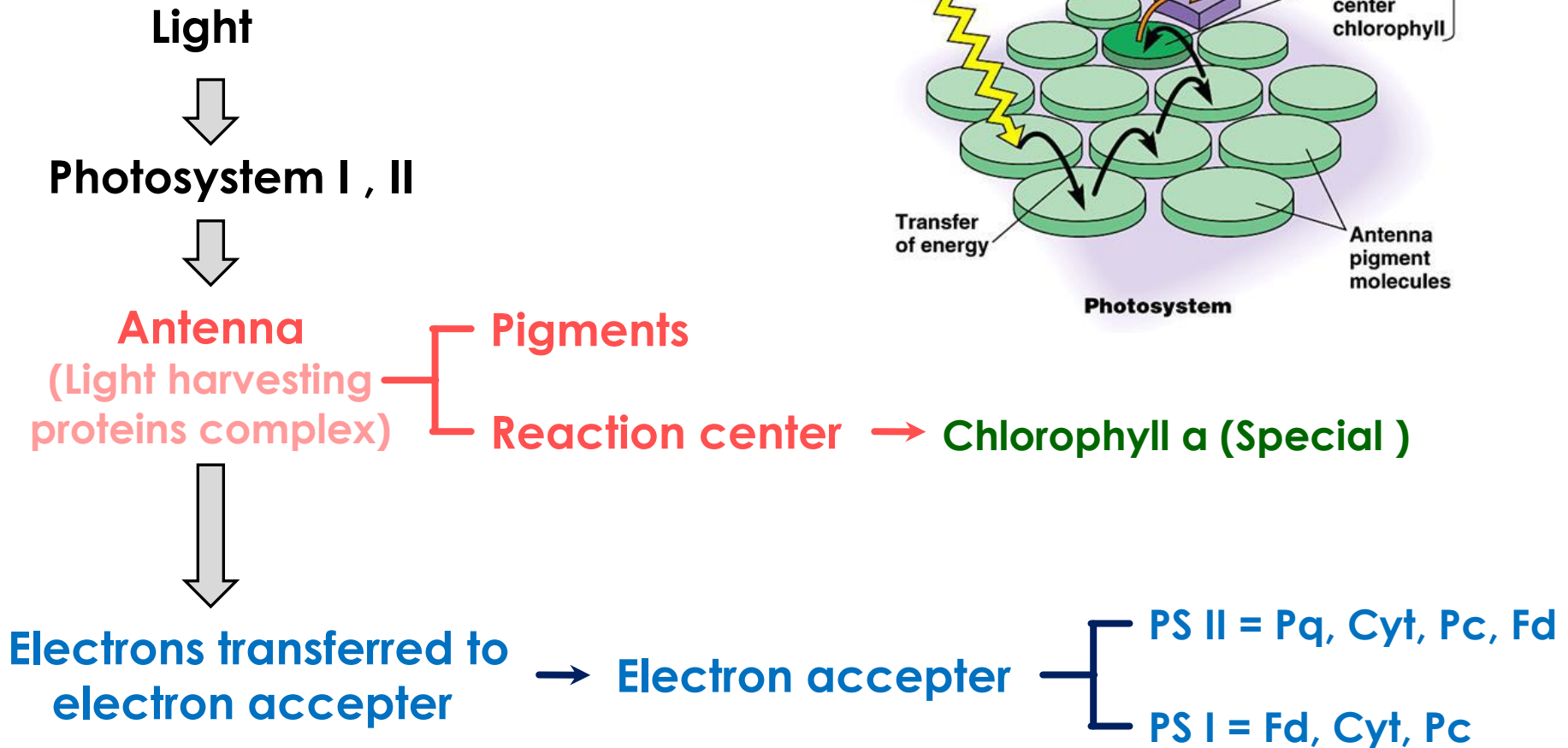
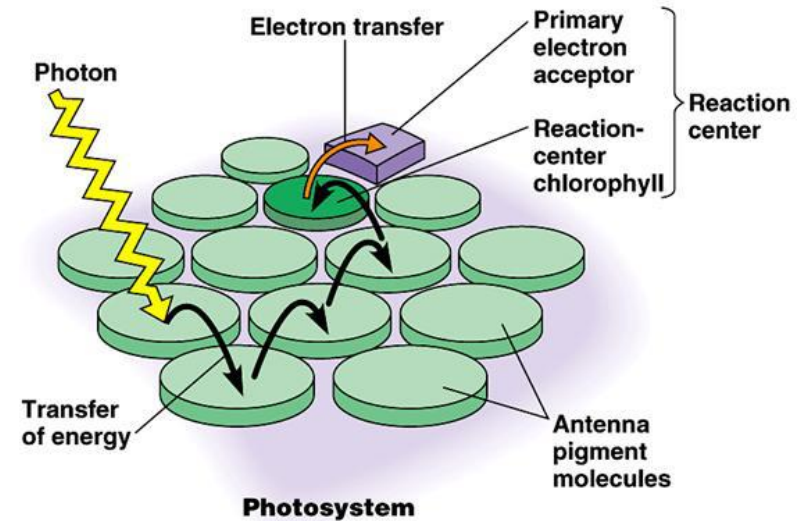


▶ PHOTOSYNTHETIC REACTIONS

Light
reaction

▶ LIGHT REACTION

Location : **Thylakoid membrane**

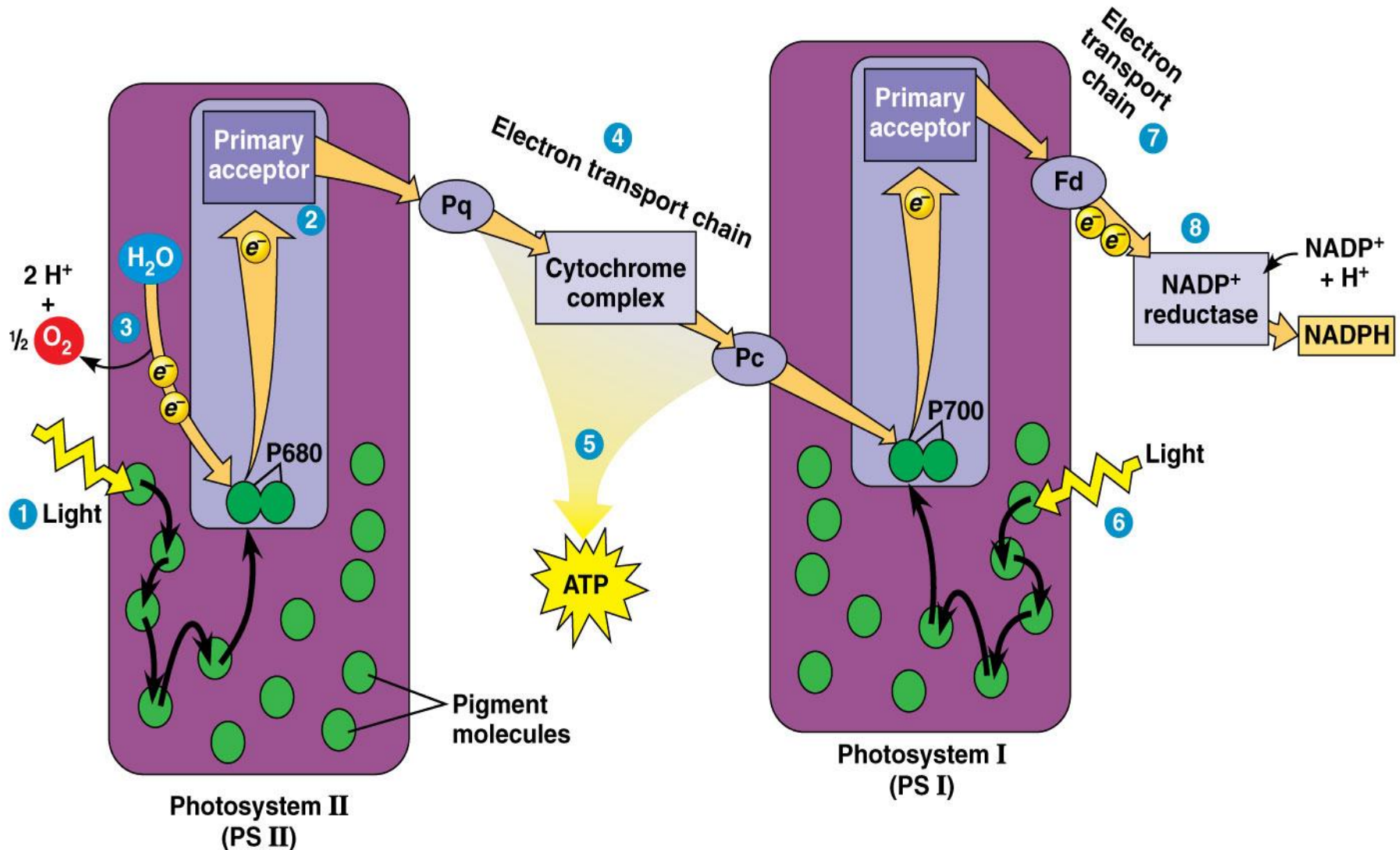


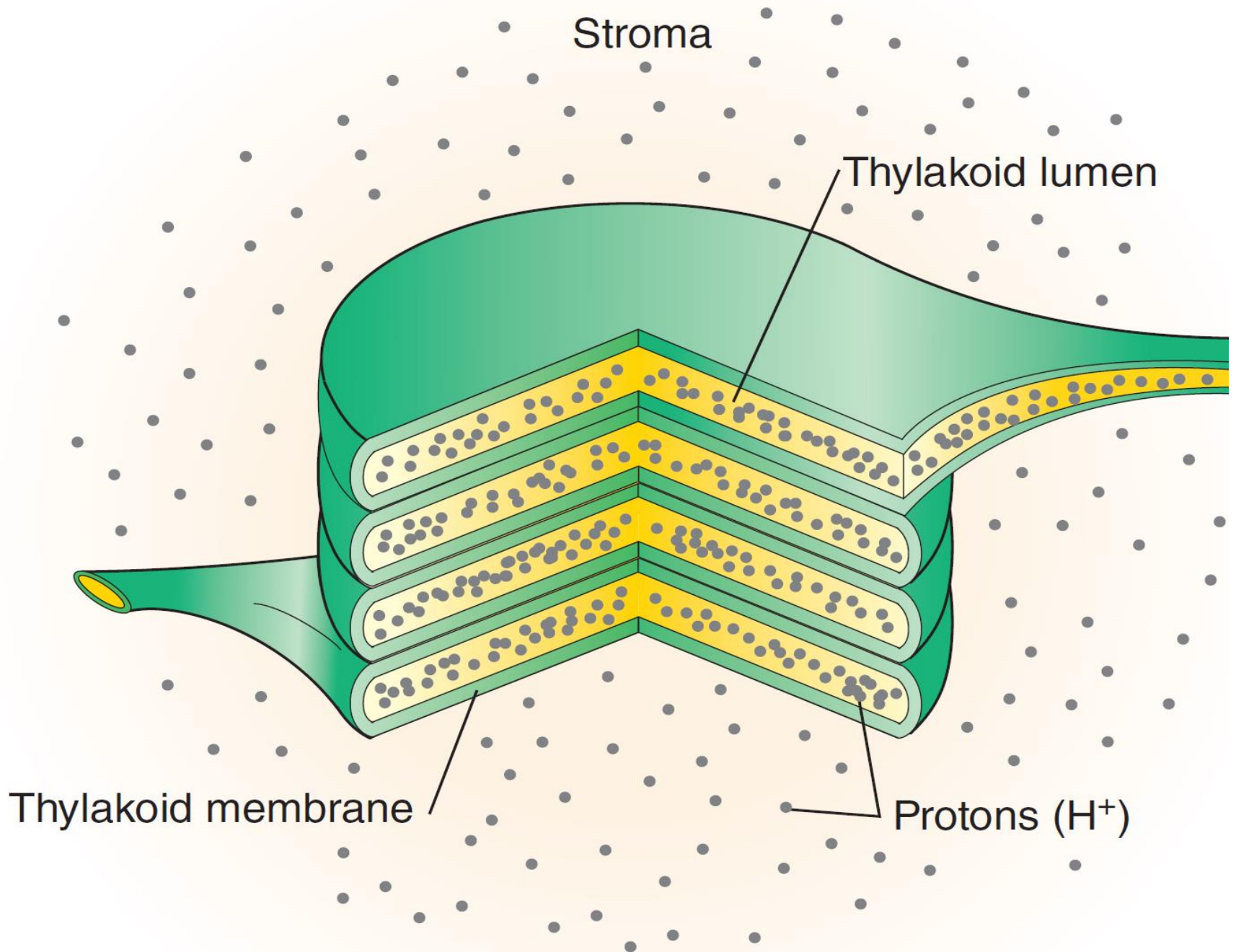
▶ LIGHT REACTION

NON-CYCLIC

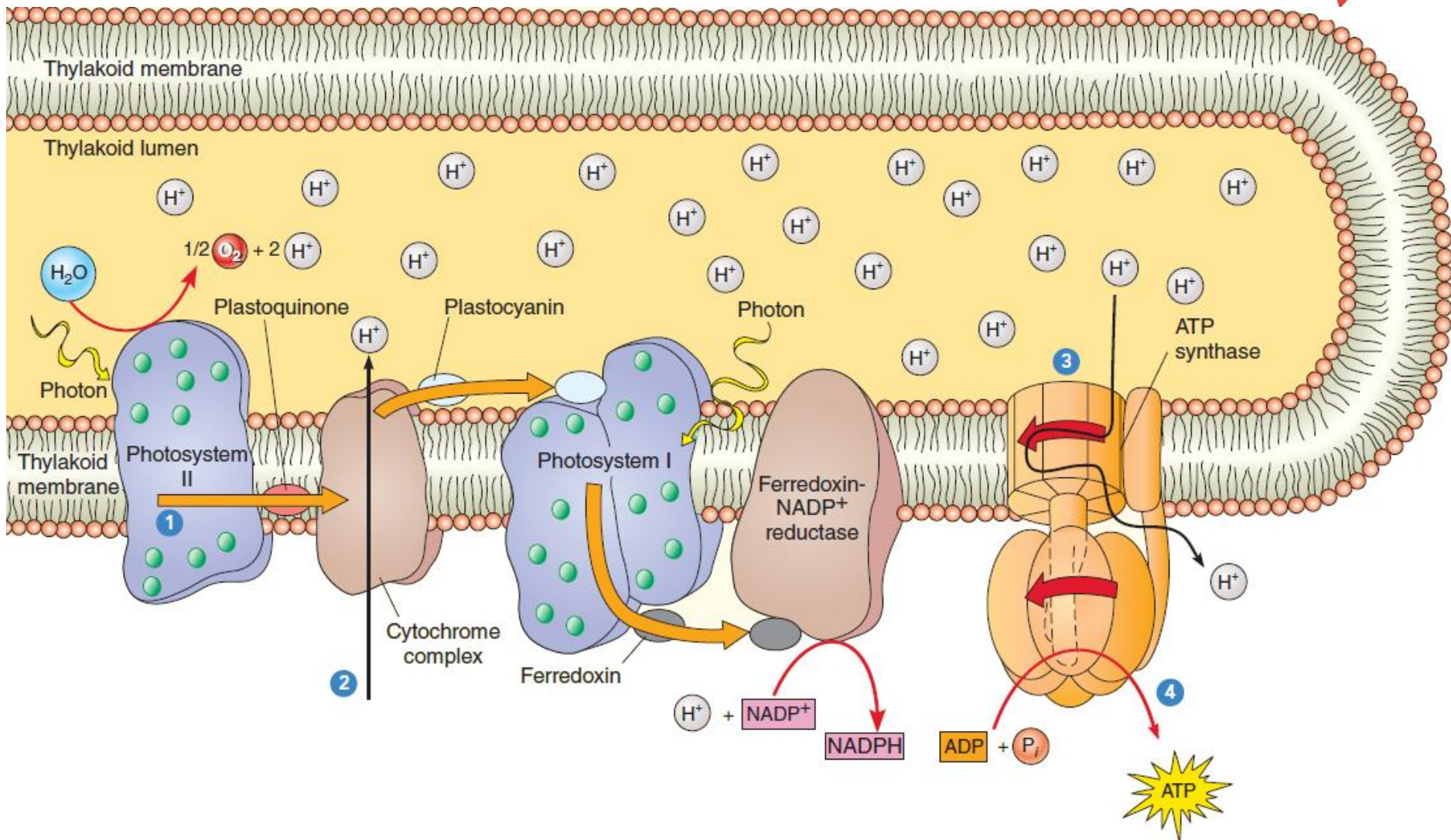
electron transfer

▶ NON-CYCLIC ELECTRON TRANSFER



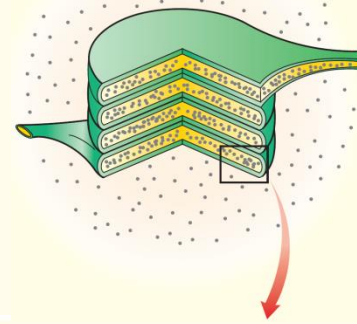


At Thylakoid membrane

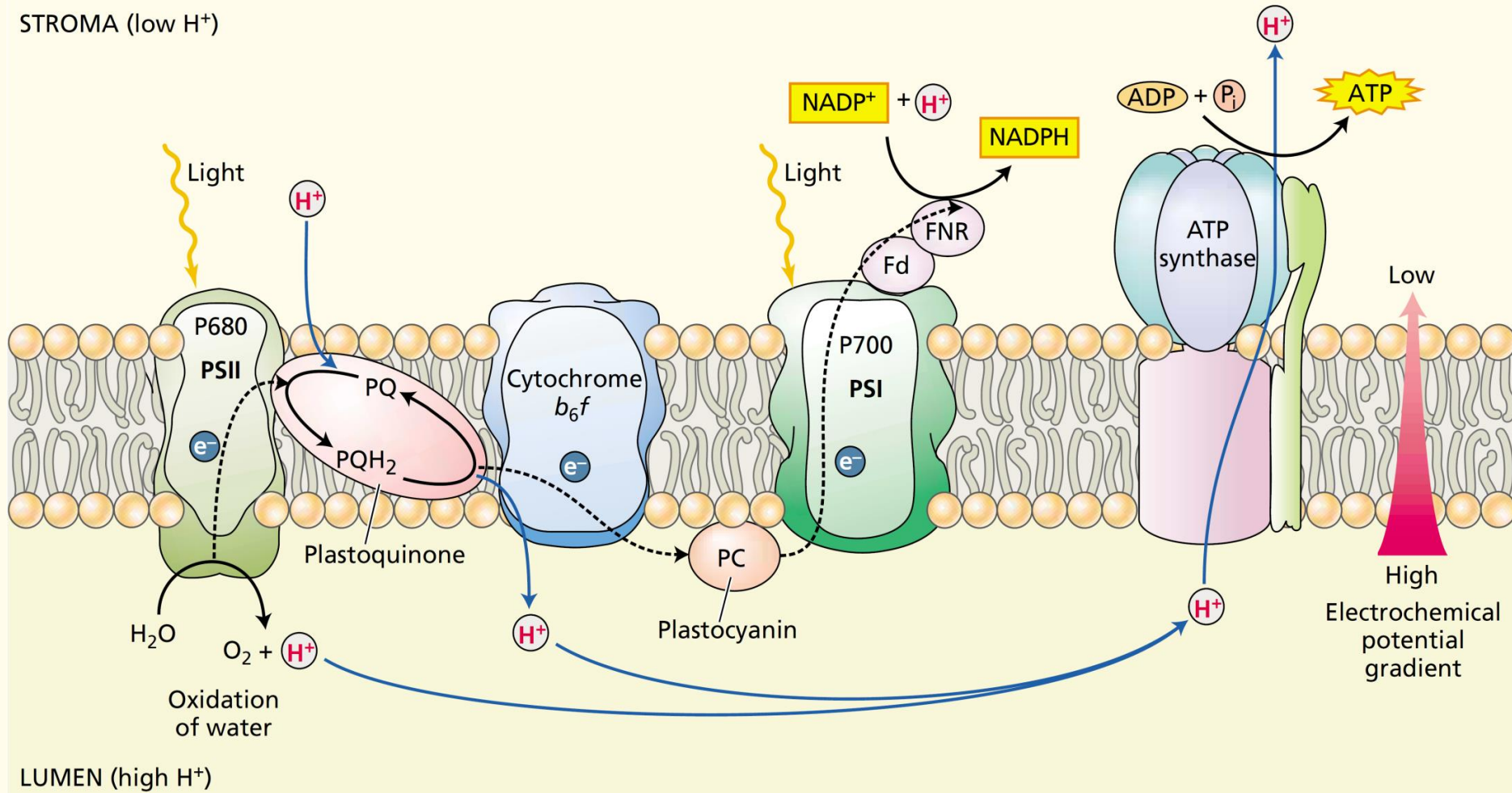


Stroma

At Thylakoid membrane

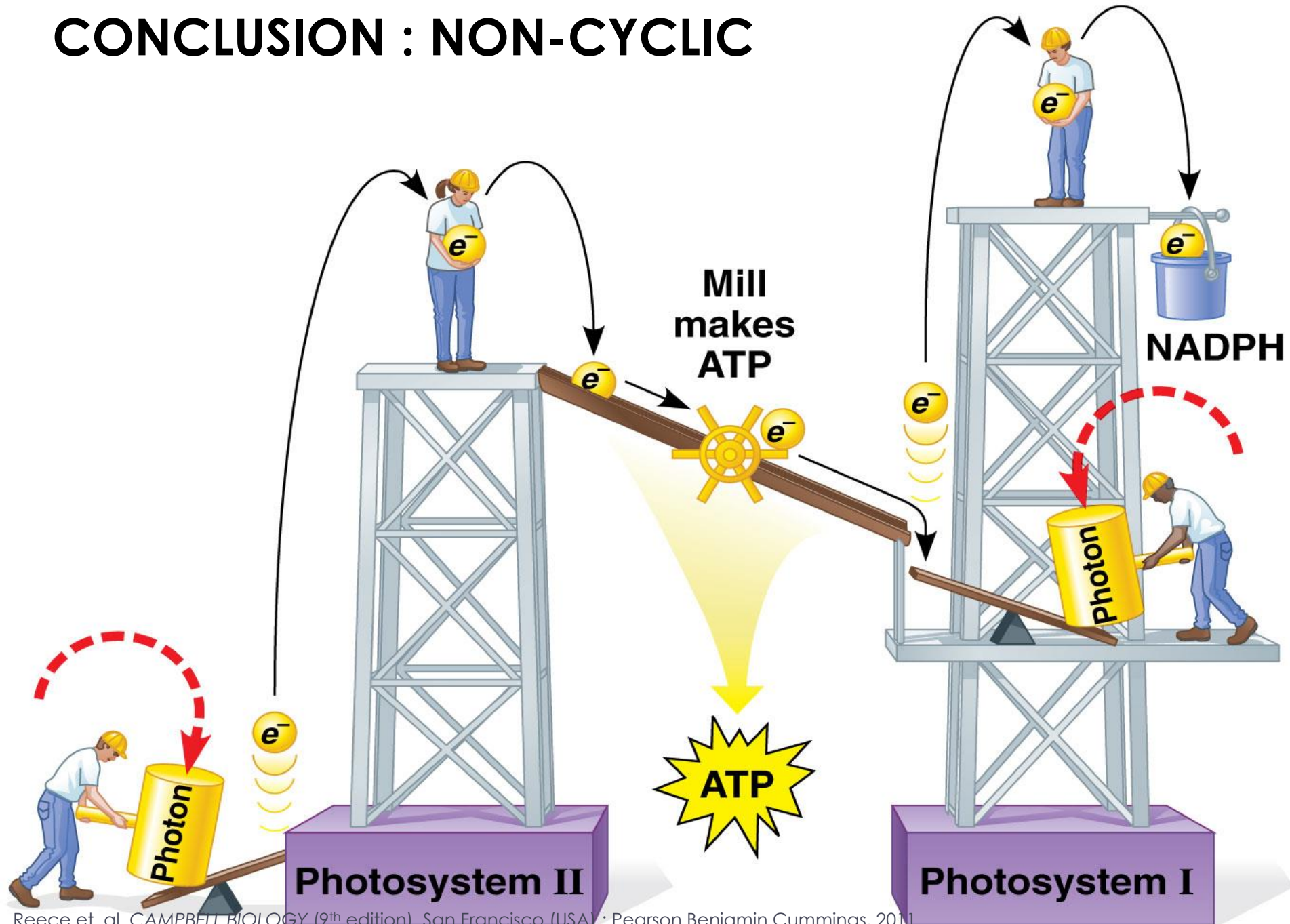


STROMA (low H^+)



LUMEN (high H^+)

CONCLUSION : NON-CYCLIC

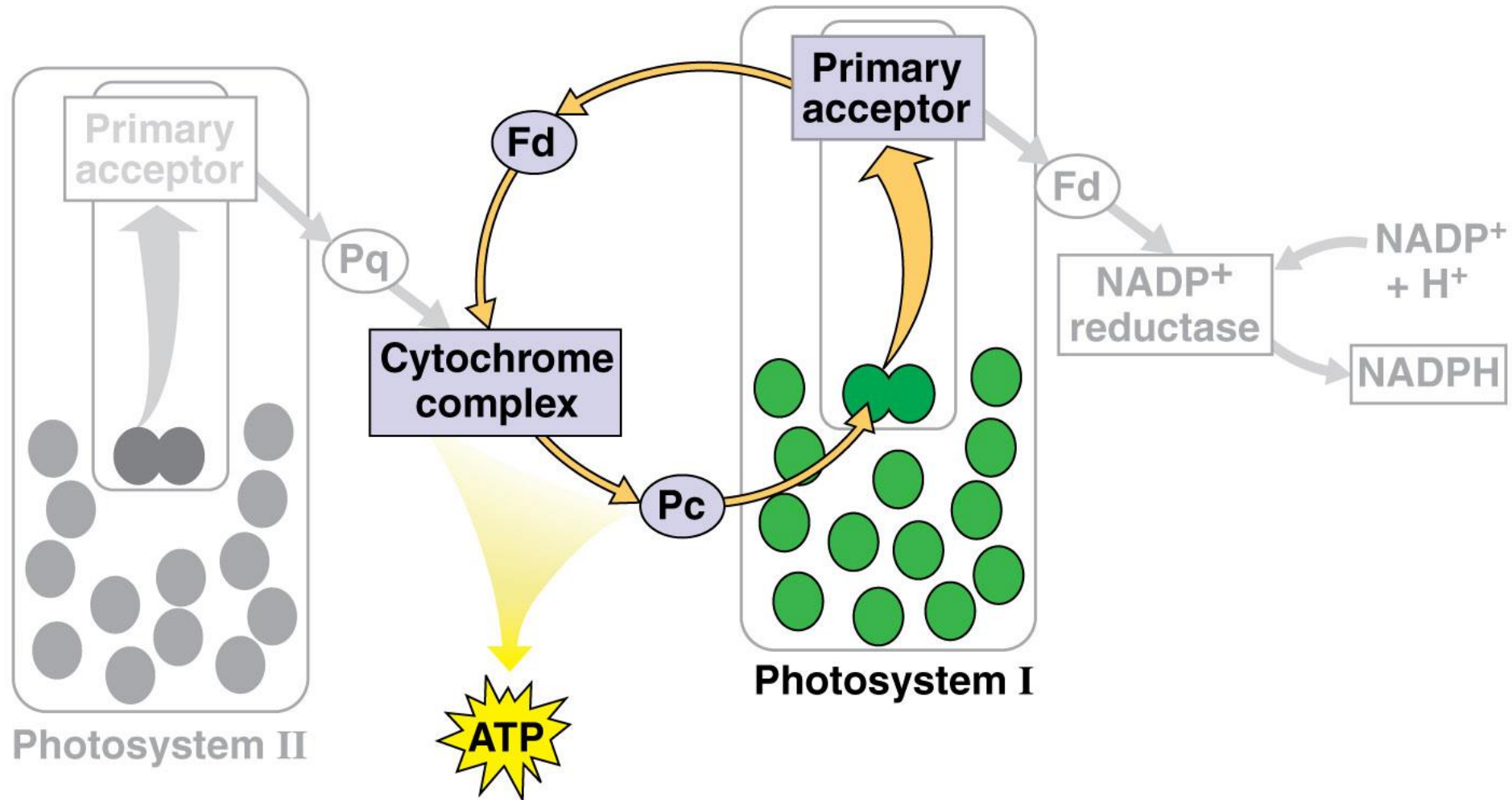


▶ LIGHT REACTION

CYCLIC

electron transfer

▶ CYCLIC ELECTRON TRANSFER



▶ LIGHT REACTION

CONCLUSION

► CONCLUSION

PROCESS	NON-CYCLIC	CYCLIC
1. Photosystem	PSI & PSII	PSI
2. Photolysis (Hill's reaction)	✓	✗
3. Reduction of NADP ⁺	✓	✗
4. Photophosphorylation (ATP synthesis)	✓	✓
5. Product	NADPH, ATP	ATP

▶ CO₂ FIXATION

CALVIN - BENSON cycle

▶ CO₂ FIXATION



Melvin Ellis Calvin



Andrew Alm Benson

▶ OVERVIEW

Calvin – Benson cycle

↓ Consist of

Step 1

Carboxylation



PGA

Phosphoglycerate (3C)



Step 2

Reduction



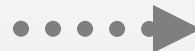
PGAL

phosphoglyceraldehyde
; glyceraldehydes-3-
phosphate ; G3P



Step 3

Regeneration

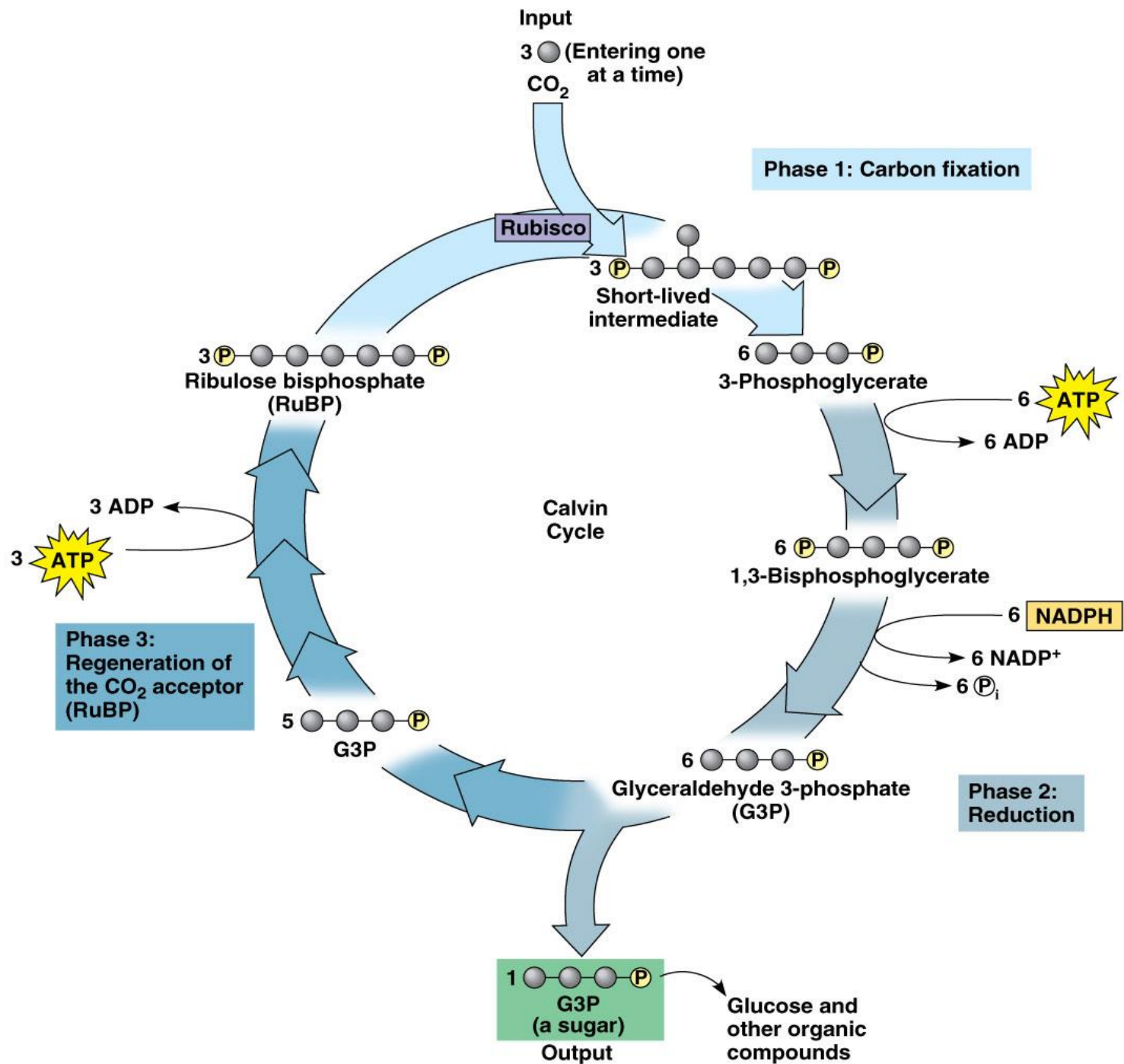


RuBP

Ribulose-1,5-bisphosphate

Location :

STROMA



▶ QUIZ

ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าว**ถูกต้อง**สำหรับวัฏจักรคัลวิน

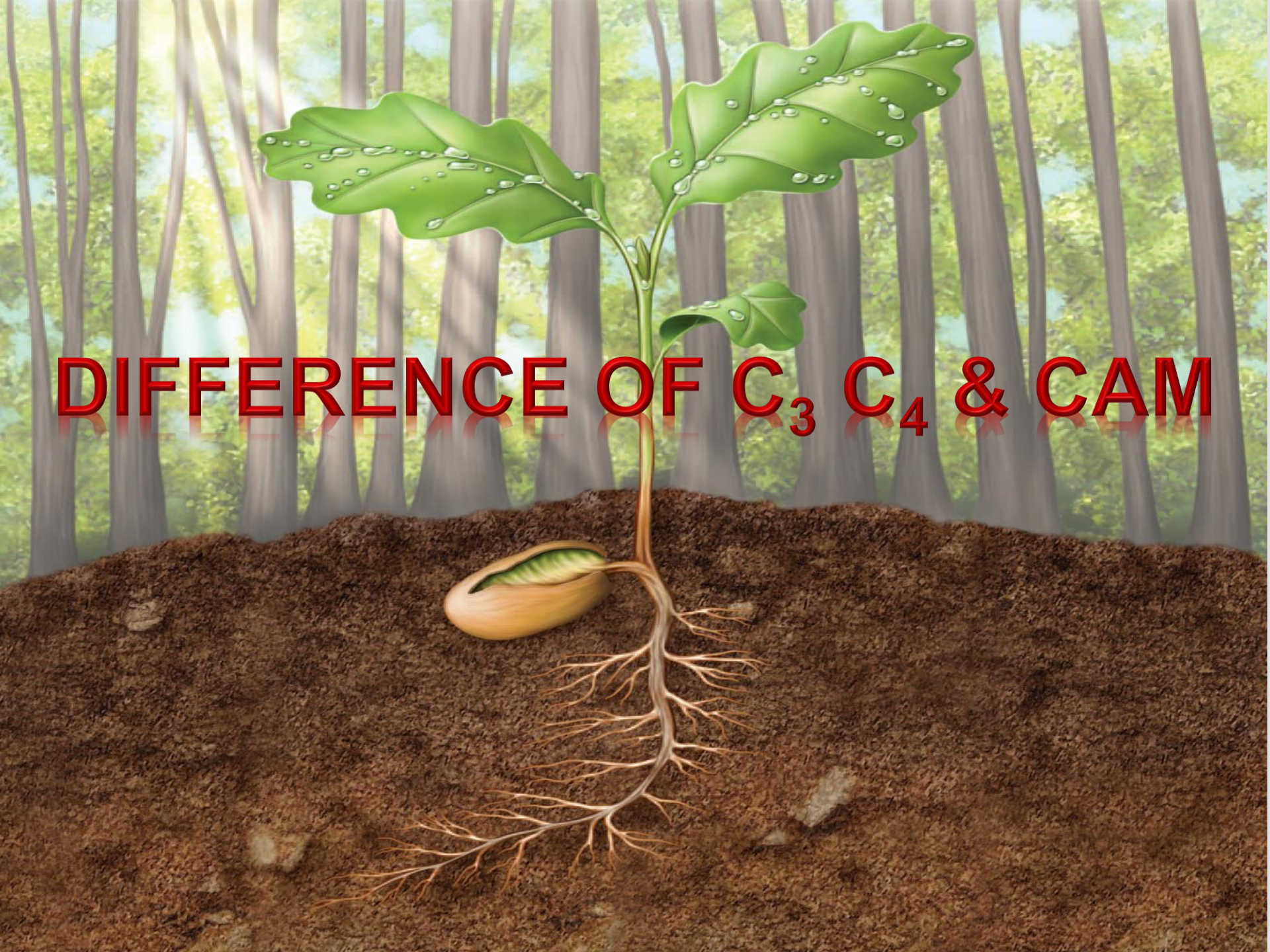
ก. ผลผลิตที่ได้ คือ ATP และ NADPH

ข. น้ำจะแตกตัวกลายเป็นโปรตอน อิเล็กตรอน
และแก๊สออกซิเจน

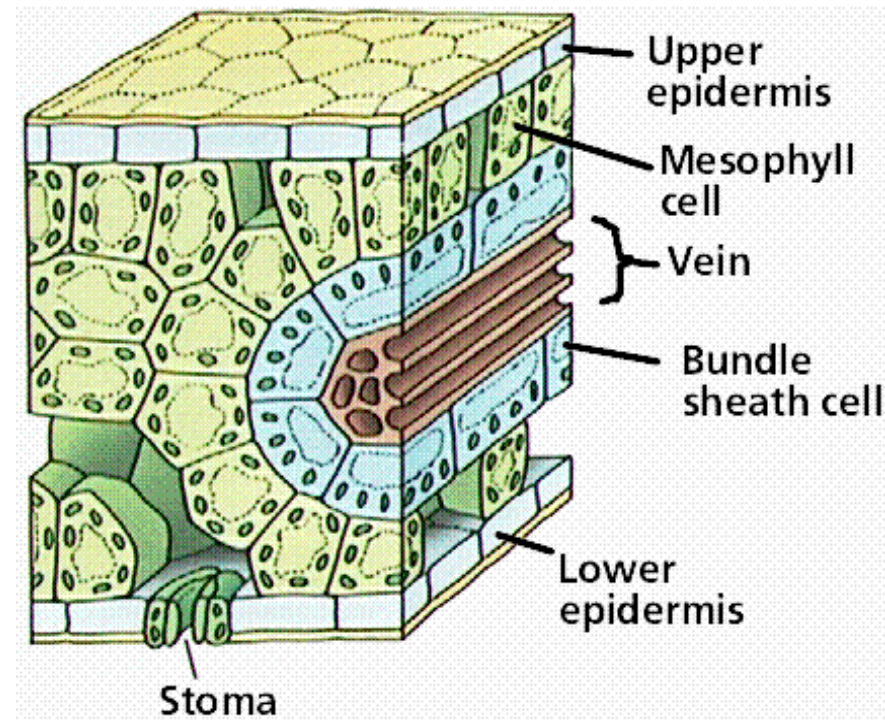
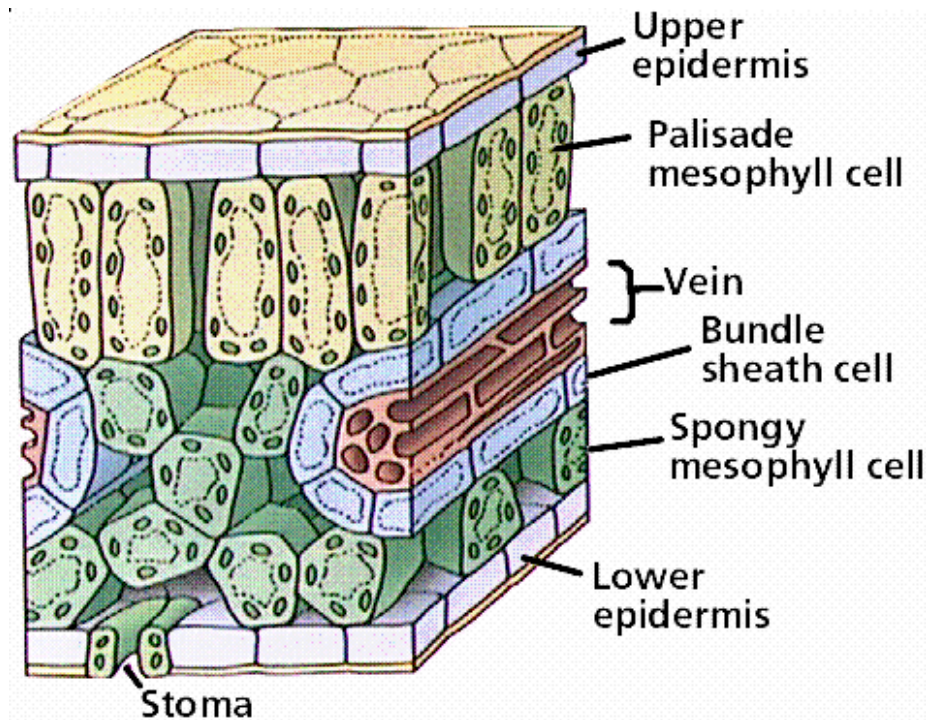
ค. เกิดบริเวณเยื่อหุ้มไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์

ง. เกิดการสร้างน้ำตาลในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

DIFFERENCE OF C_3 C_4 & CAM



▶ DIFFERENCE OF C_3 & C_4

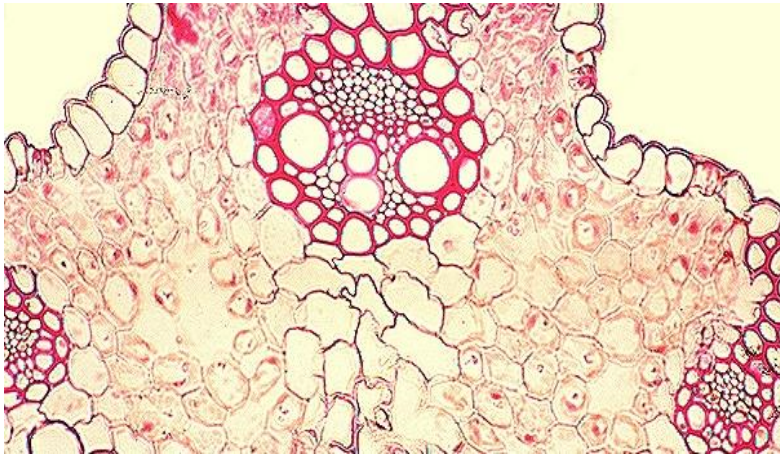


Hint: ดูการปรากฏของคลอโรพลาสต์ที่เซลล์รอบท่อลำเลียง (Bundle sheath cell)

C_3

C_4

▶ C₃ PLANT



CO₂ fixation by Calvin cycle : 1 #

Location : **Stroma in Chloroplast**

Enzyme : **Rubisco (5C)**

First product : PGA (3C)

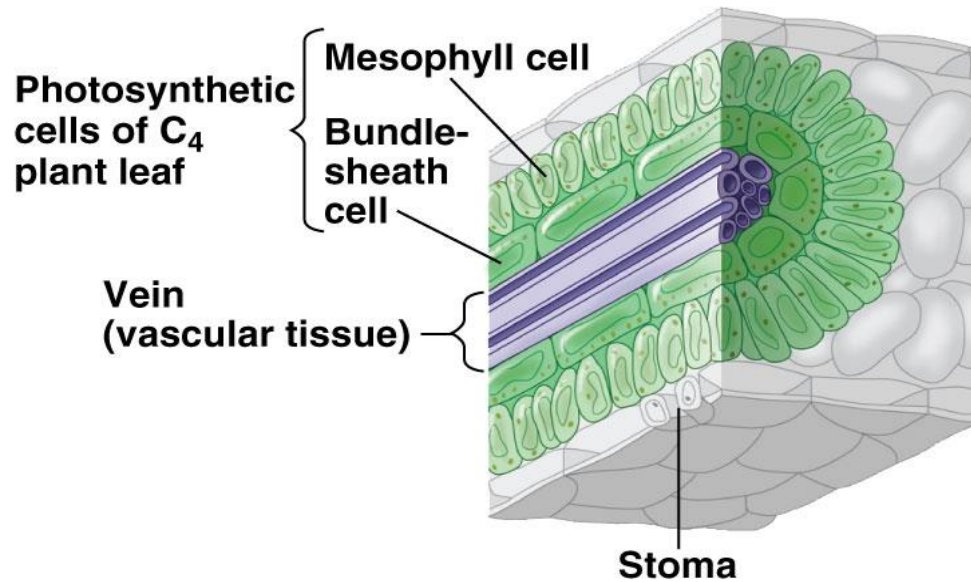
Problem : Photorespiration

▶ C₄ PLANT

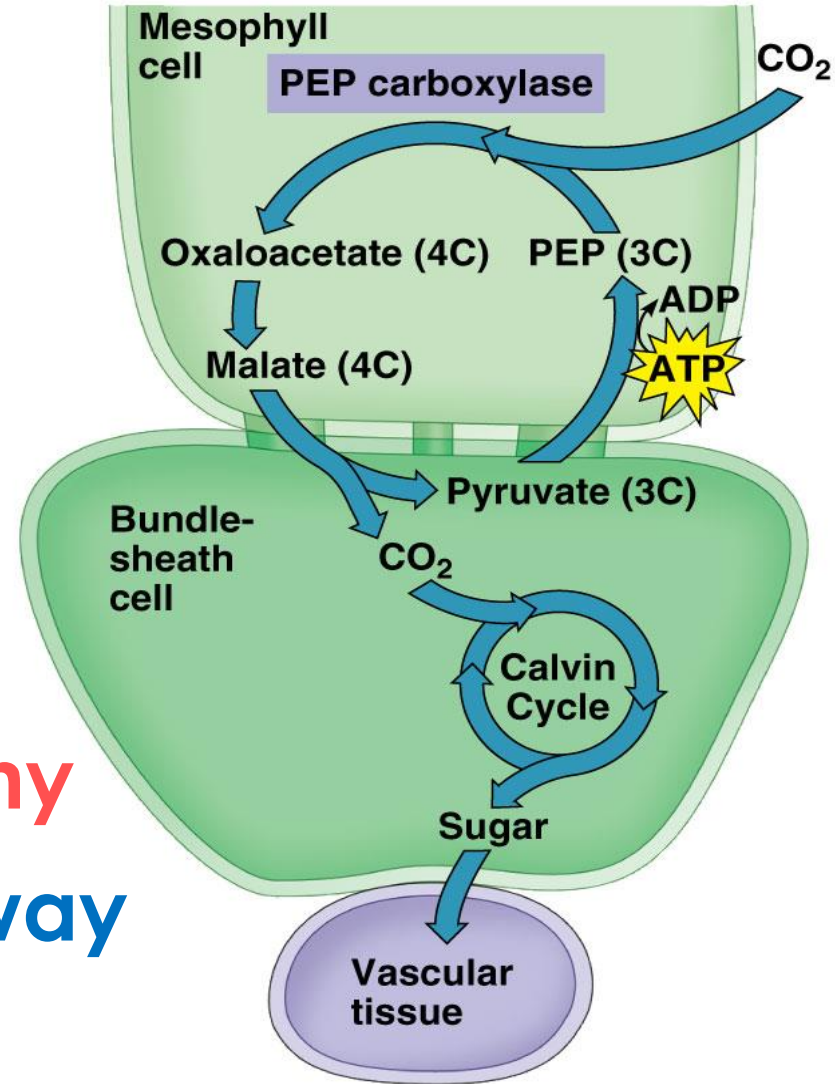


CO₂ fixation by Calvin cycle : 2 #
1st (Air) at Mesophyll
2nd (without Air) at Bundle sheath
Location : Stroma in Chloroplast
Enzyme : 1st = PEP carboxylase
2nd = Rubisco
First product : OAA (4C)
Problem : NO

C₄ leaf anatomy



The C₄ pathway



LEAF CHARACTER : Kranz anatomy

PROCESS : Hatch-Slack Pathway

▶ CAM PLANT



CO₂ fixation by Calvin cycle : 2 #

1st (Air) at Mesophyll - Night

2nd (No Air) at Mesophyll - Day

Location : Stroma in Chloroplast

Enzyme : 1st = PEP carboxylase

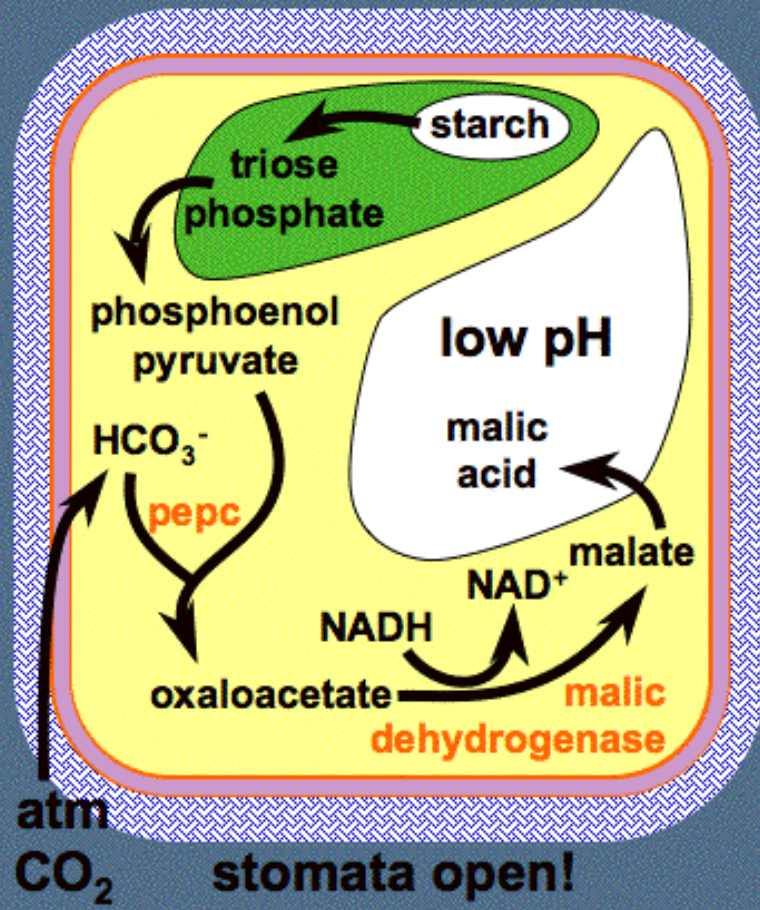
2nd = Rubisco

First product : OAA (4C)

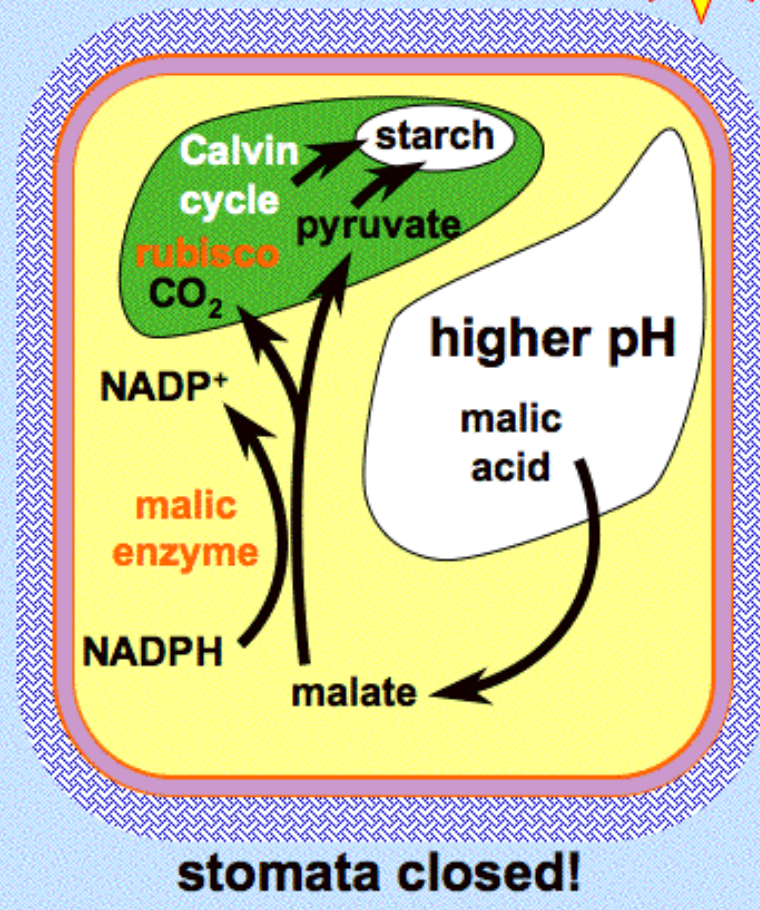
Problem : NO

CAM Photosynthesis: Crassulacean Acid Metabolism

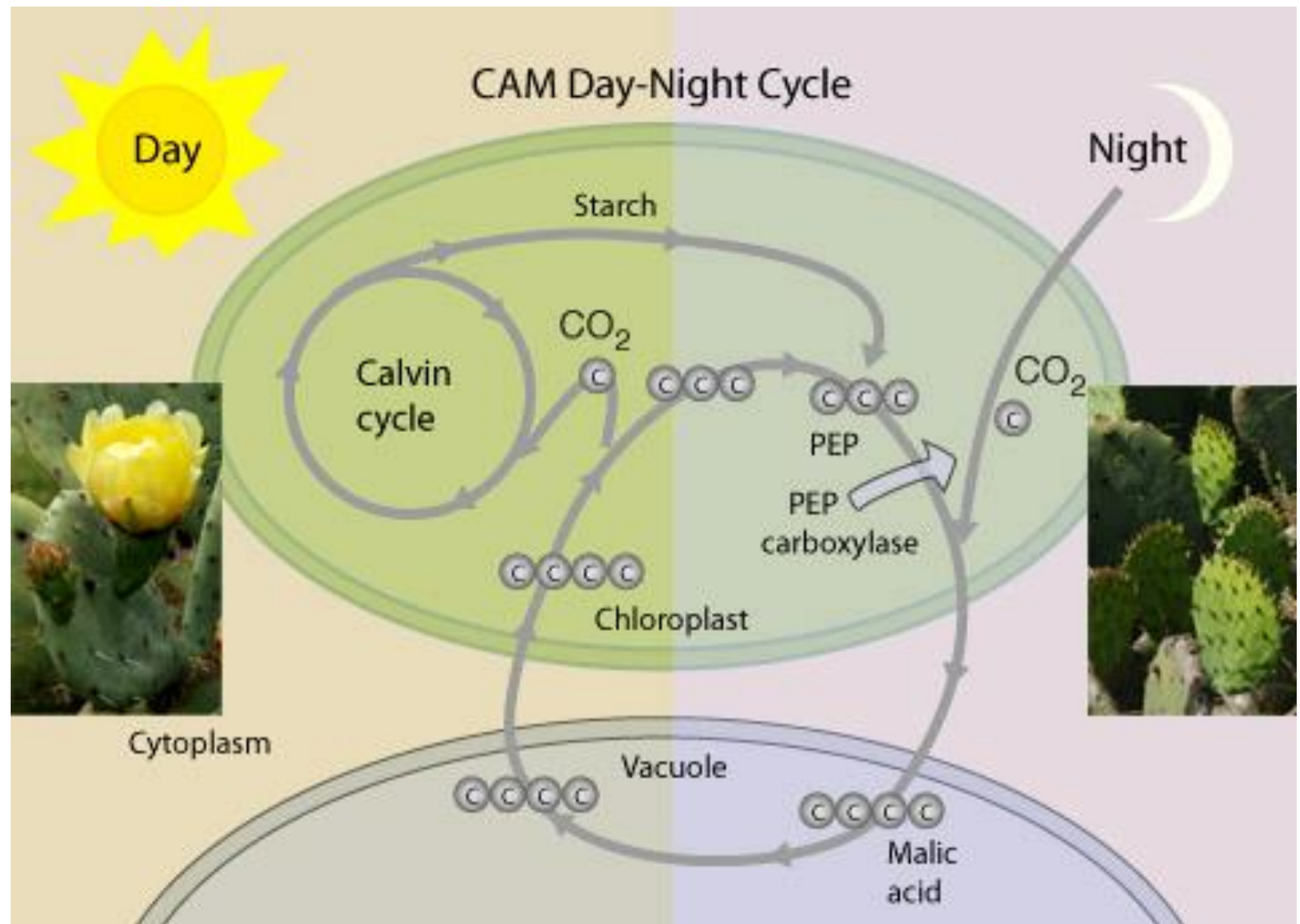
At Night



In Daylight



The C₄ and C₃ reactions are **temporally** separated



► QUIZ

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

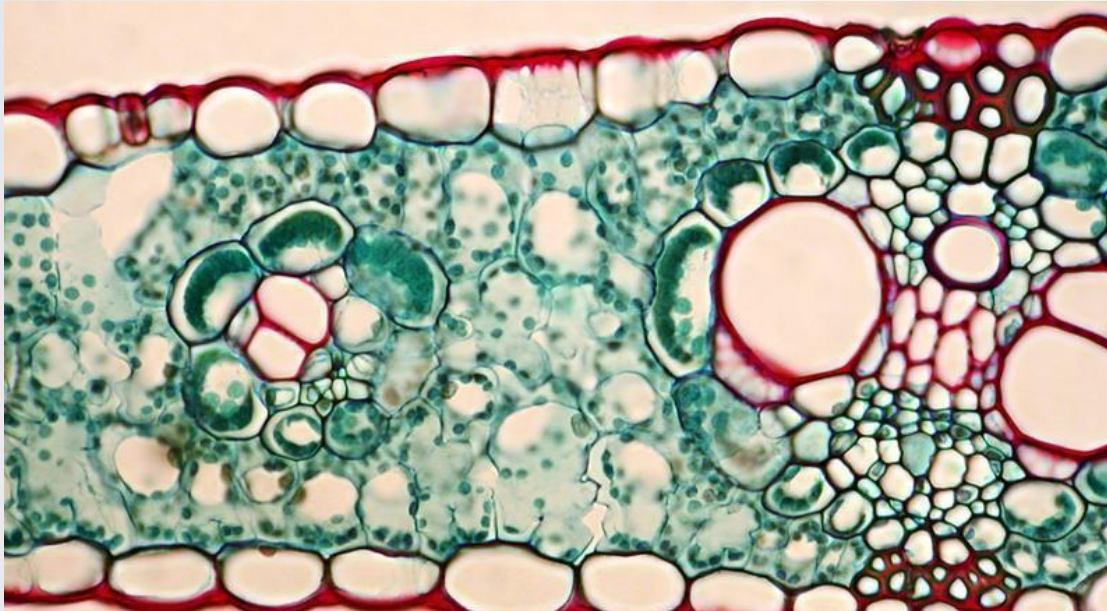
พืชเขตร้อน(C_4) เป็นพืชที่มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศจำนวน 2 ครั้ง
ก.

มีลักษณะเด่นคือ ในเซลล์มีไซฟิลล์จะมีคลอโรพลาสต์ โดย สามารถระบุได้ ว่าเป็น palisade
ข.

mesophyll หรือ spongy mesophyll ที่สำคัญการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ จากอากาศยัง
เกิดขึ้นที่เซลล์มีไซฟิลล์เท่านั้น นอกจากนี้แล้วการที่มีใบที่มีลักษณะพิเศษ จะเรียกใบแบบนี้ว่า
ค.

Sunken stomata โดยพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และ กล้วยไม้
ง. จ.

▶ QUIZ

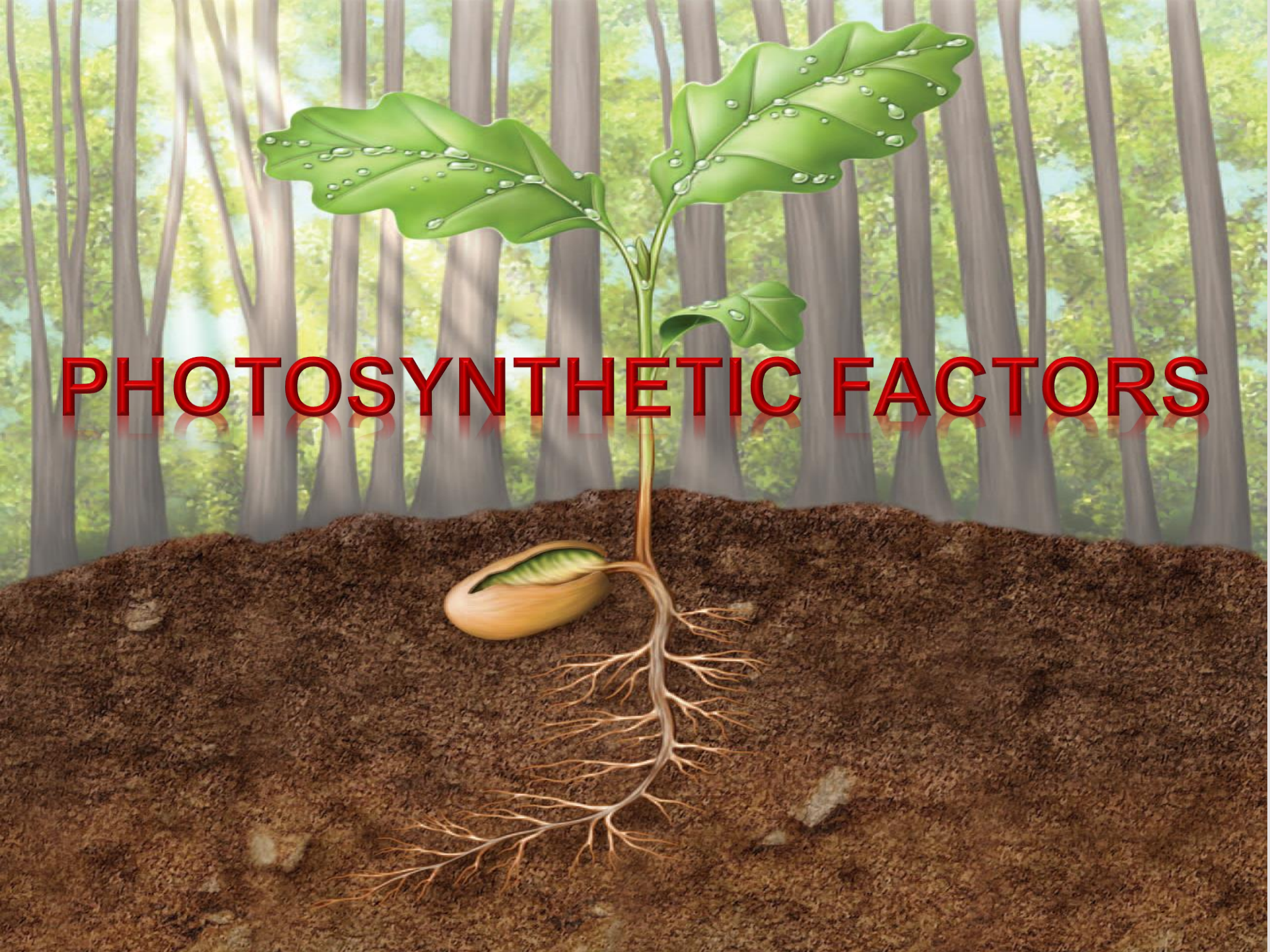


T = ถูก

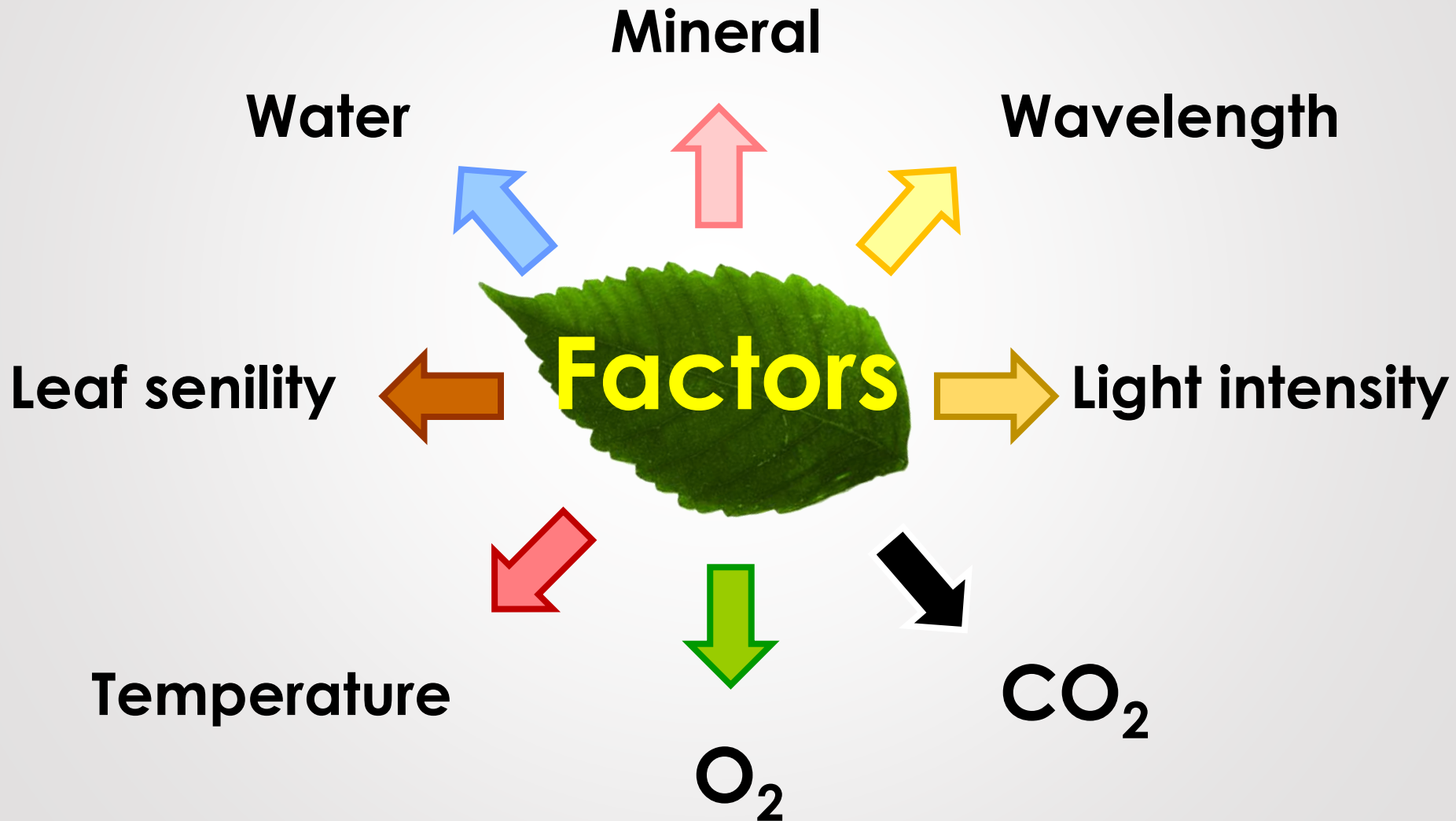
F = ผิด

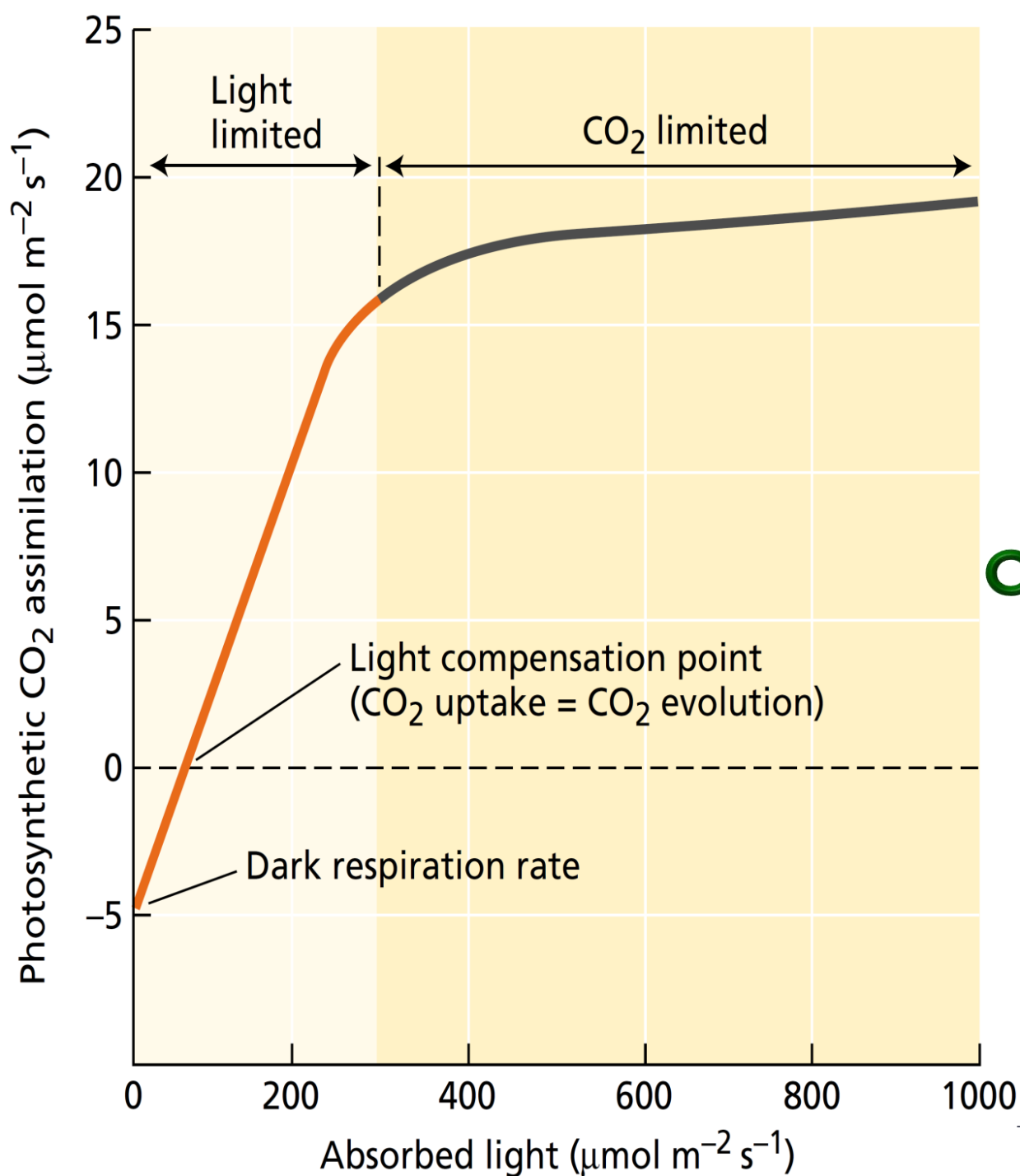
- ...T....1. เซลล์รอบท่อลำเลียงมีลักษณะพิเศษที่เรียกว่า Kranz leaf
- ...F....2. เกิด Phosphorylation ที่เซลล์มีโซฟิลล์เท่านั้น กระบวนการที่ทำให้ได้พลังงาน จะเกิดในทุกเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ แต่ในมีโซฟิลล์เกิดได้เยอะสุด
- ...F....3. หากเซลล์รอบท่อลำเลียงถูกทำลาย จะไม่สามารถเกิด Photolysis ได้ ยังมีบริเวณอื่นที่มี light reaction ได้ ทำให้เกิด photolysis ได้
- ...T....4. ไม่ค่อยพบการเกิด Photorespiration (พบน้อยมาก จนถือว่าไม่เกิด)
- ...F....5. มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ 2 ครั้ง (จากอากาศแค่ 1 ครั้ง)

PHOTOSYNTHETIC FACTORS



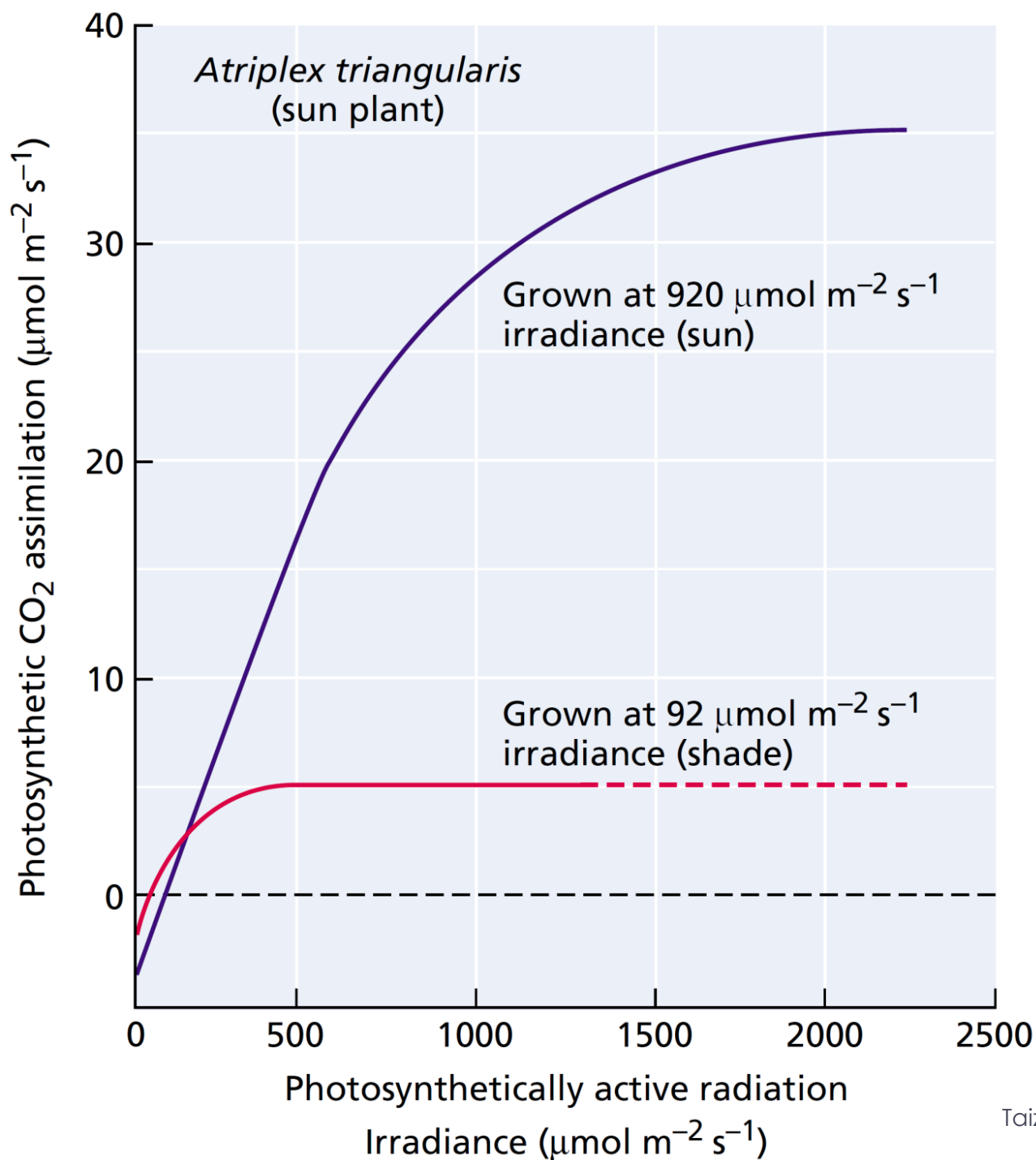
▶ PHOTOSYNTHETIC FACTORS





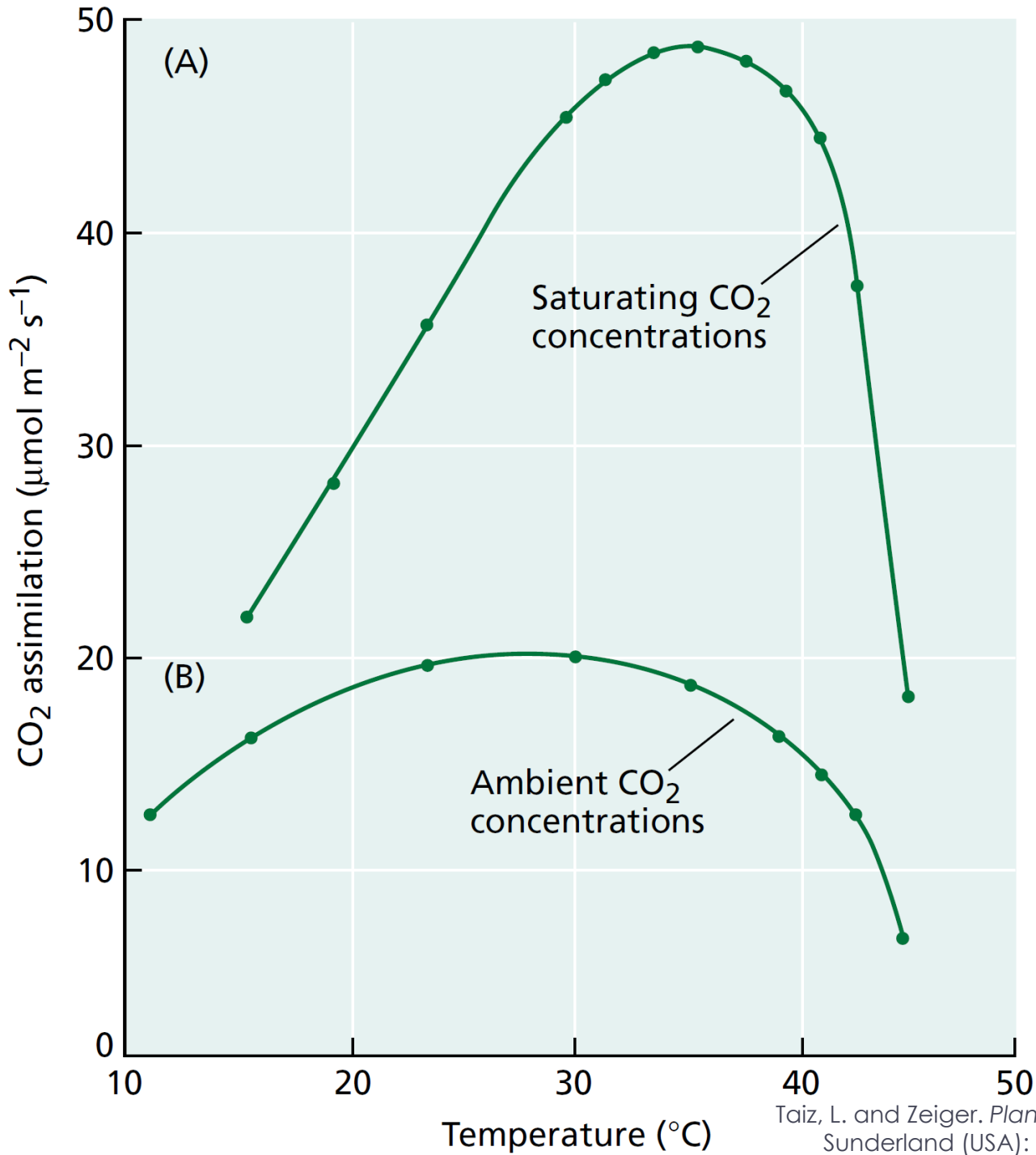
**Light
compensation
point**

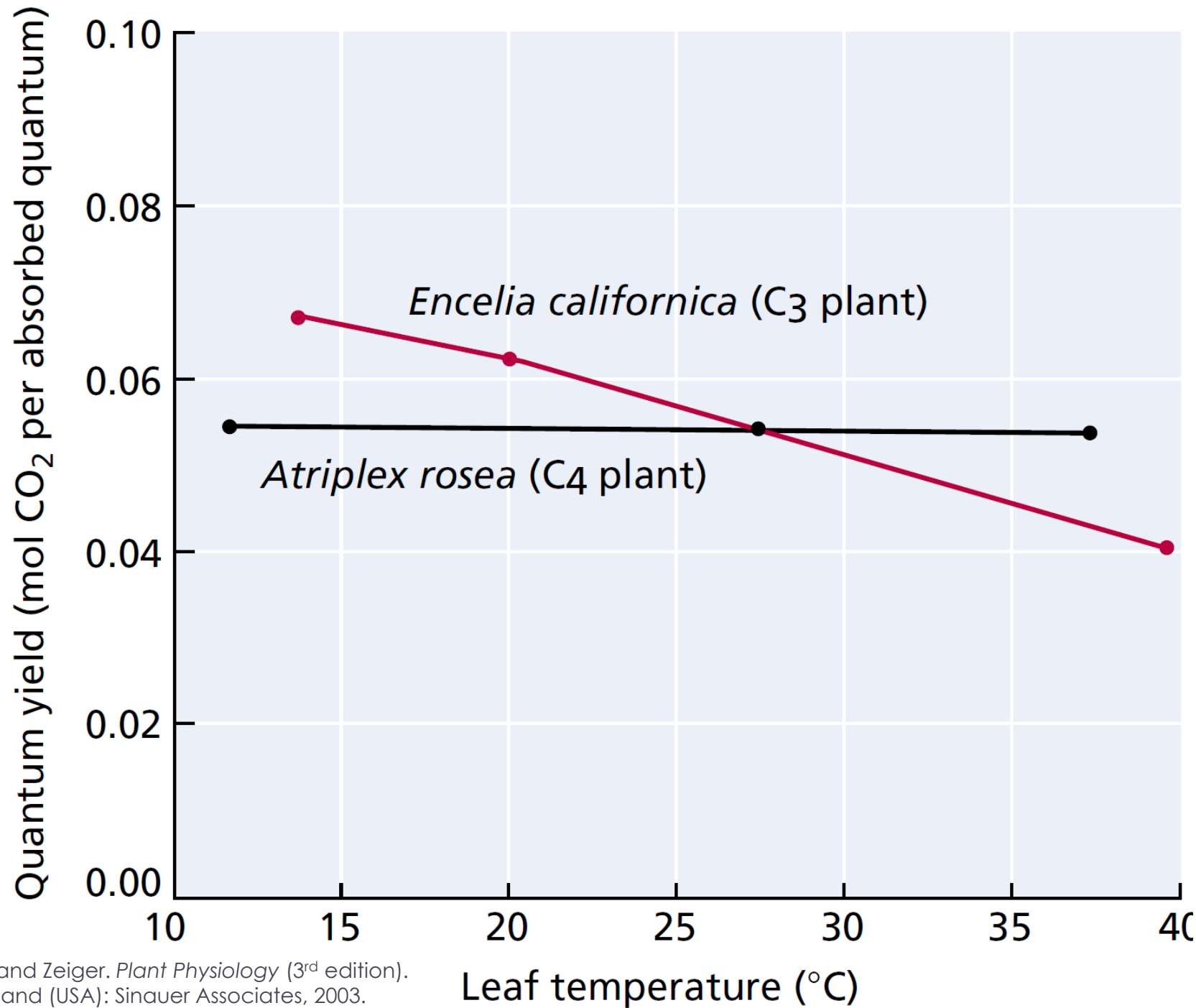
จุดต่ำสุดหรือจุดแรกสุด
ของการเริ่มการตรึง CO₂



Light
saturation
point

จุดอิ่มแสง





มีคนจำนวนมากที่ไปไม่ถึงความฝันของตัวเอง

ไม่ใช่ เพราะเขาด้อยกว่าผู้อื่น

“

แต่ทว่า...เพราะเขาเหล่านั้นละทิ้งความพยายาม

ไว้ท่ามกลางทางต่างหาก ”