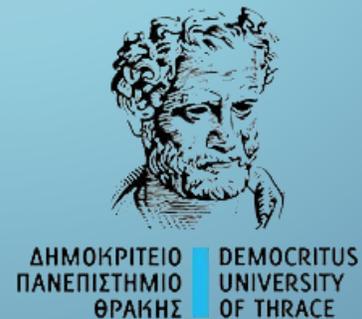


ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΑΝΔΡΗΣ

ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ



Είναι ίδιος ο μεταβολισμός σε διαφορετικούς οργανισμούς;

ΠΙΝΑΚΑΣ 17.1

Μεταβολική ταξινόμηση των οργανισμών με βάση τις ανάγκες τους για άνθρακα και ενέργεια

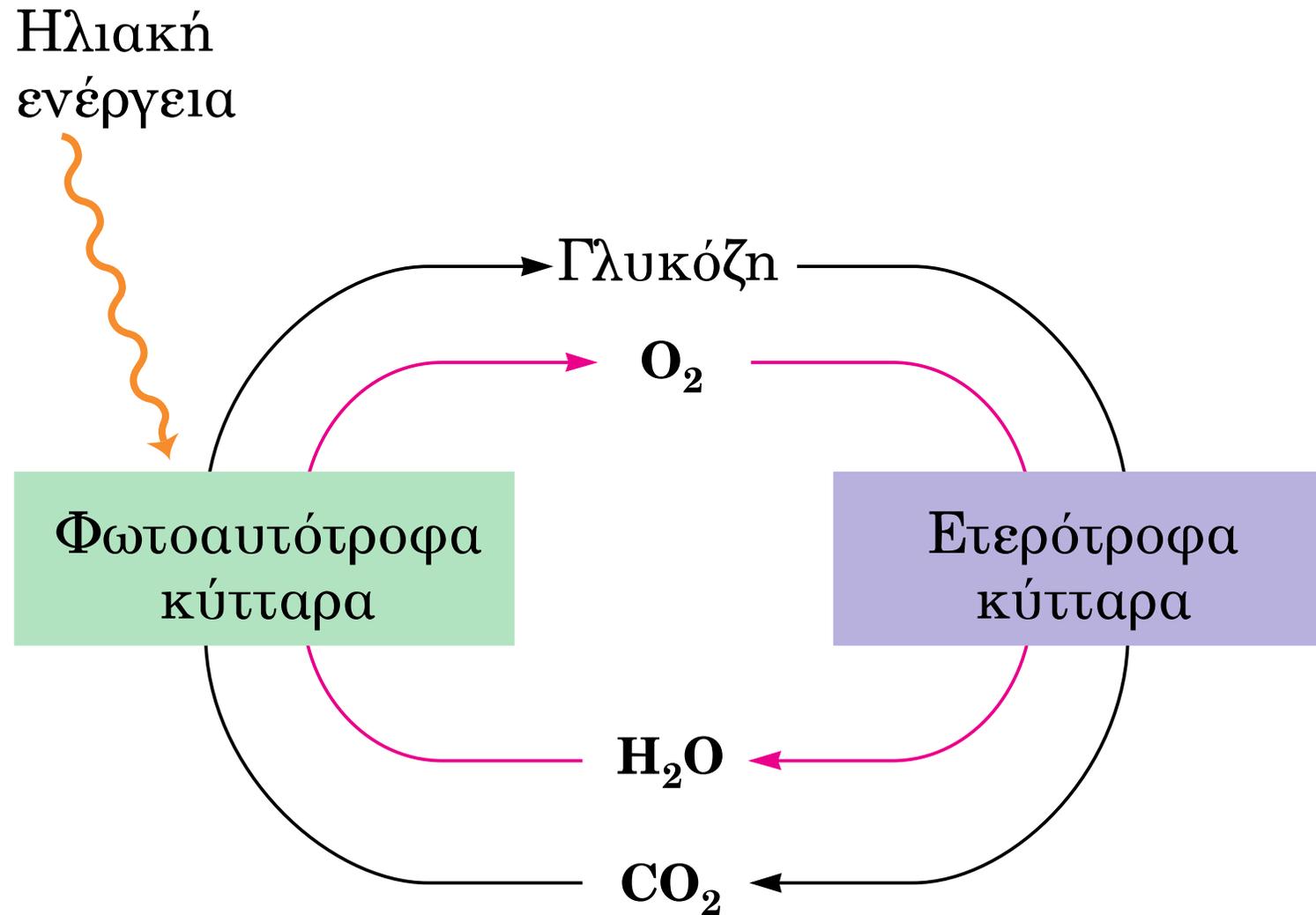
Ταξινόμηση	Πηγή άνθρακα	Πηγή ενέργειας	Δότες ηλεκτρονίων	Παραδείγματα
Φωτοαυτότροφα	CO ₂	Φως	H ₂ O, H ₂ S, S, άλλες ανόργανες ενώσεις	Φυτά, φύκη, κυανοβακτήρια, φωτοσυνθετικά βακτήρια
Φωτοετερότροφα	Οργανικές ενώσεις	Φως	Οργανικές ενώσεις	Μη θειούχα ροδοβακτήρια
Χημειοαυτότροφα	CO ₂	Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις	Ανόργανες ενώσεις: H ₂ , H ₂ S, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺	Νιτροποιητικά βακτήρια, υδρογόνο, θείο, και σιδηροβακτήρια
Χημειοετερότροφα	Οργανικές ενώσεις	Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις	Οργανικές ενώσεις (π.χ. γλυκόζη)	Όλα τα ζώα, οι περισσότεροι μικροοργανισμοί, μη-φωτοσυνθετικοί ιστοί φυτών π.χ. οι ρίζες, φωτοσυνθετικά κύτταρα στο σκοτάδι.

Οι αυτότροφοι χρησιμοποιούν CO₂. οι ετερότροφοι χρησιμοποιούν οργανικό άνθρακα. οι φωτότροφοι χρησιμοποιούν το φως. οι χημειότροφοι χρησιμοποιούν οργανικούς και ανόργανους δότες ηλεκτρονίων.

ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ

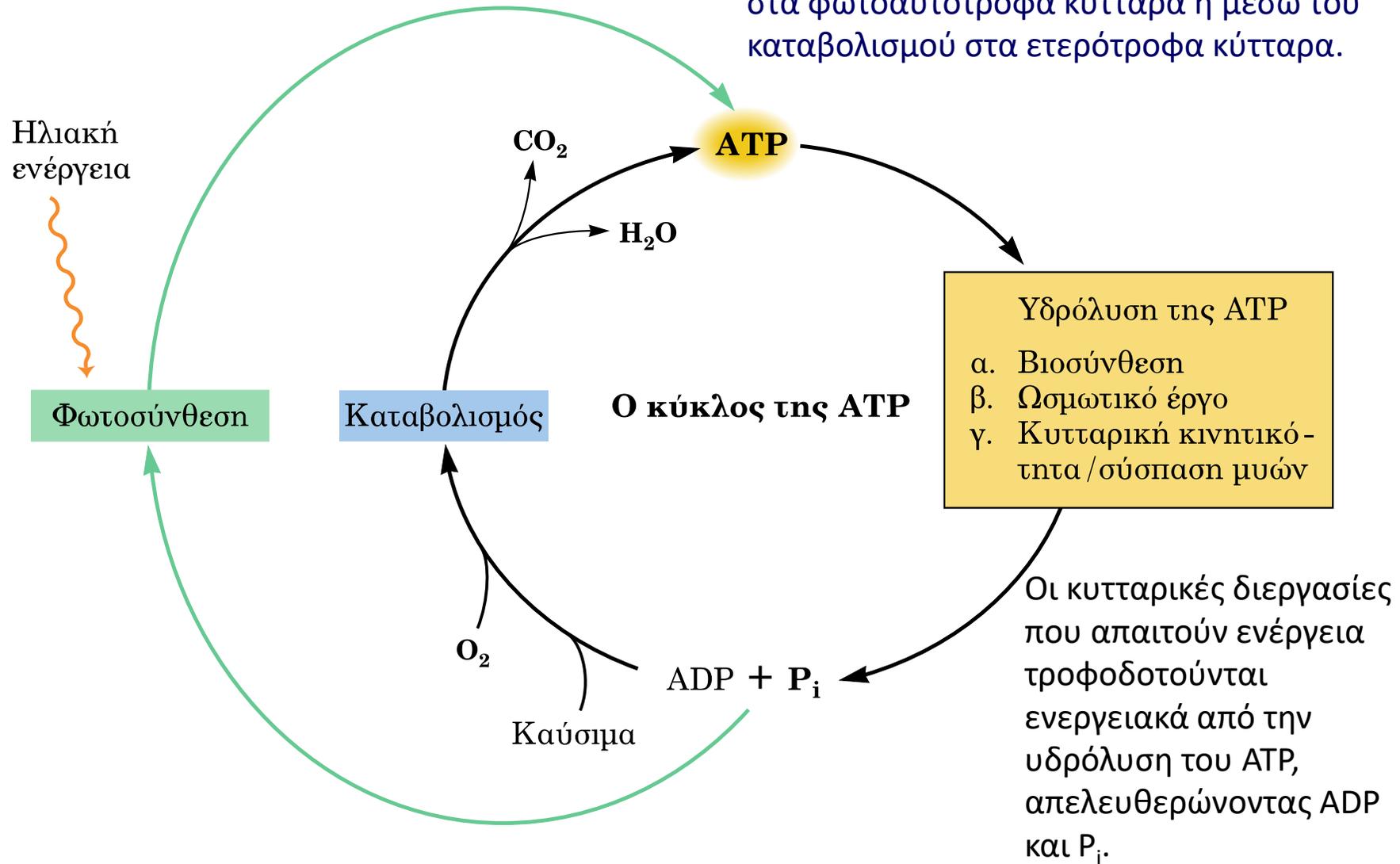
- Διαδικασία με την οποία οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, παράγουν τη δική τους τροφή
- *Απαιτεί διοξείδιο του άνθρακα, νερό, μέταλλα και ηλιακό φως*
- Αποβάλλει οξυγόνο
- Εν τέλει, μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε χημική η οποία αποθηκεύεται σε έναν υδατάνθρακα
- Όλη η ζωή στη γη βασίζεται σε αυτή τη διαδικασία

Η ροή της ενέργειας στη βιόσφαιρα είναι συζευγμένη με τους κύκλους του άνθρακα και του οξυγόνου

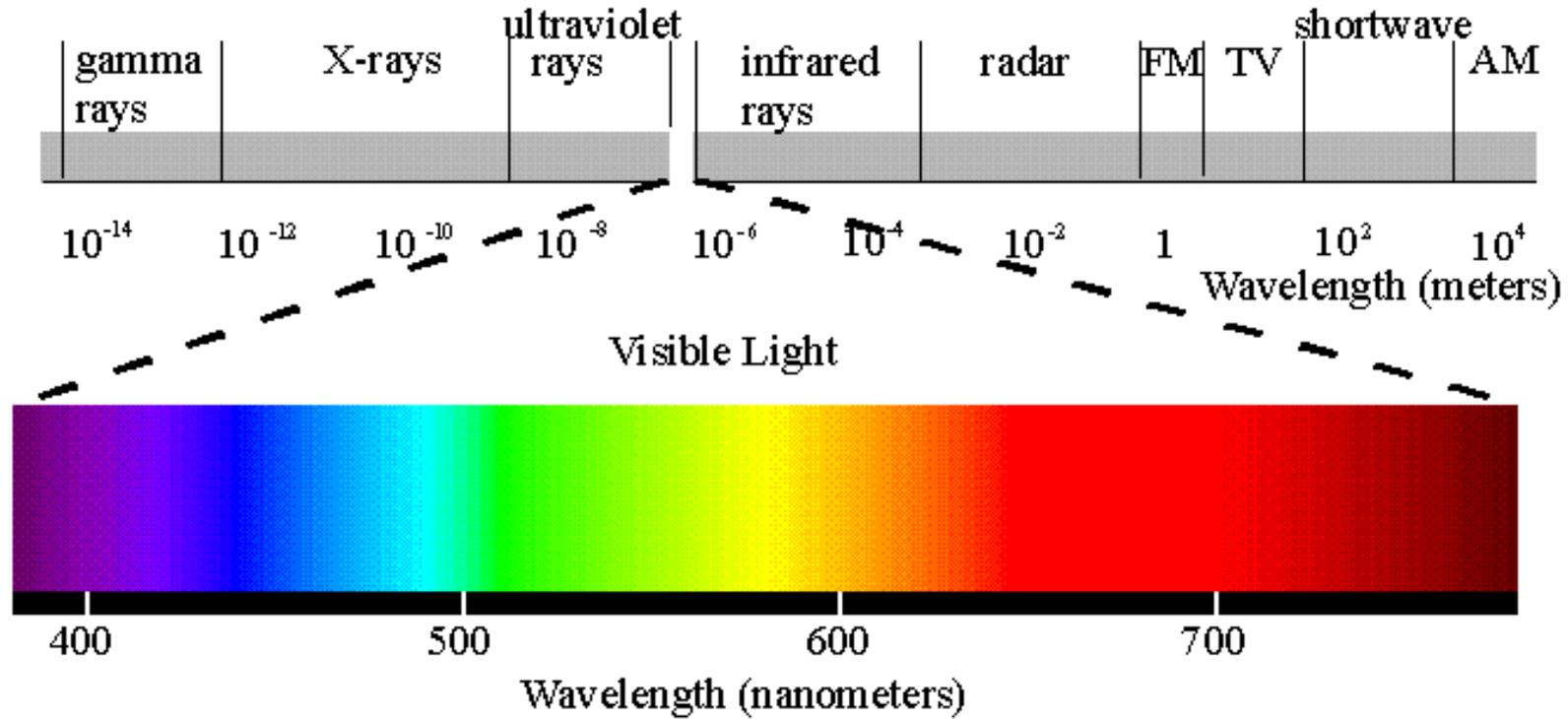


Ο κύκλος του ATP στα κύτταρα

Το ATP σχηματίζεται μέσω της φωτοσύνθεσης στα φωτοαυτότροφα κύτταρα ή μέσω του καταβολισμού στα ετερότροφα κύτταρα.



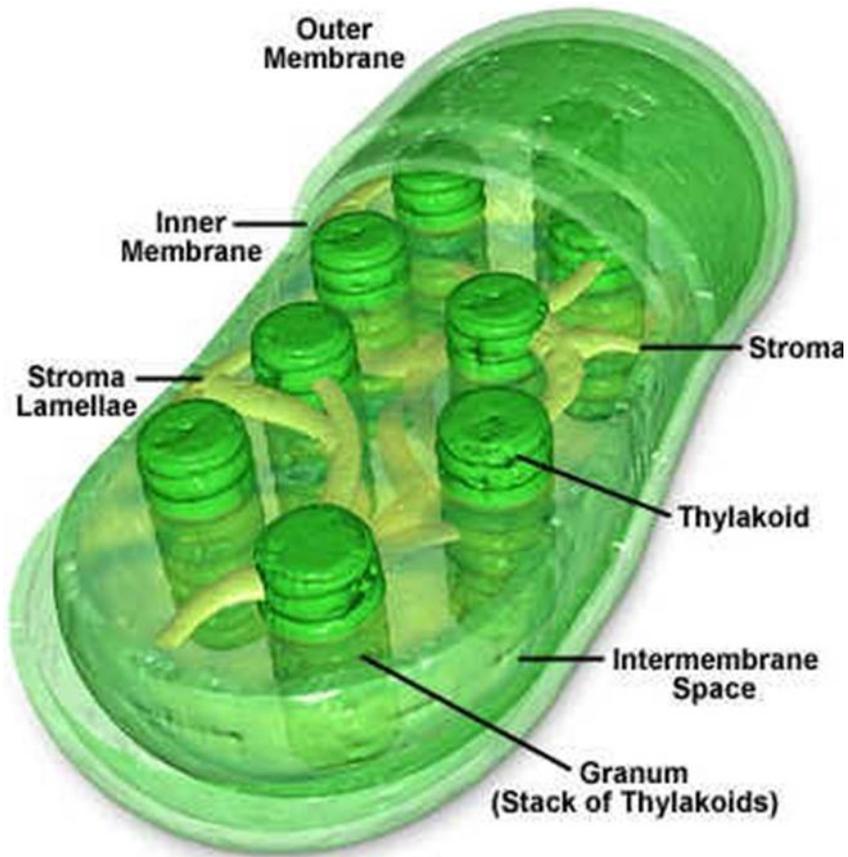
ΦΑΣΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ



Γιατί μας ενδιαφέρει το φάσμα

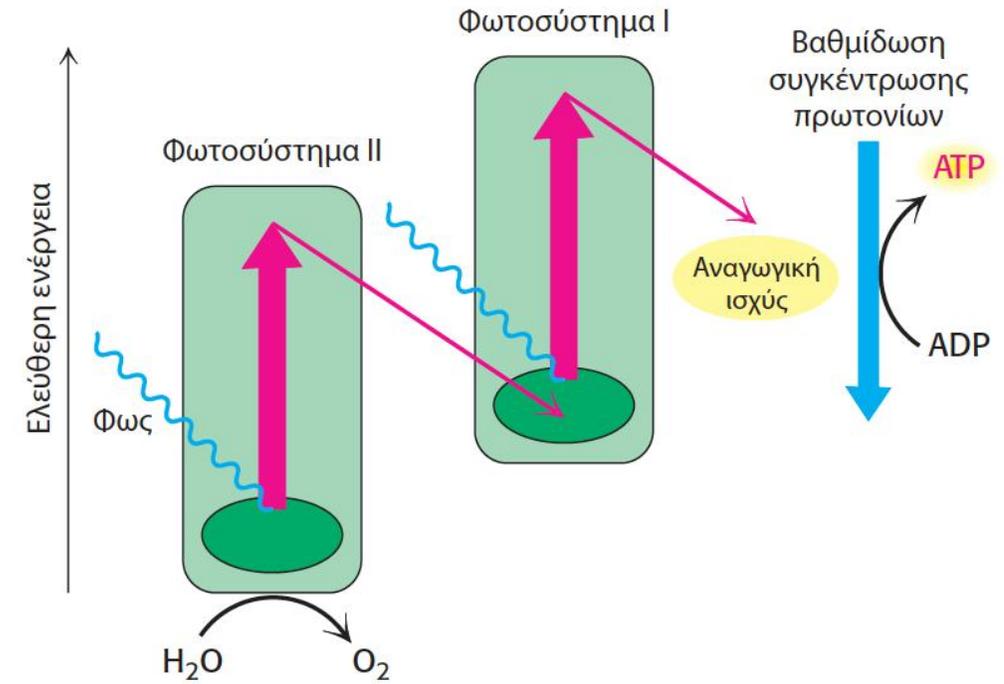
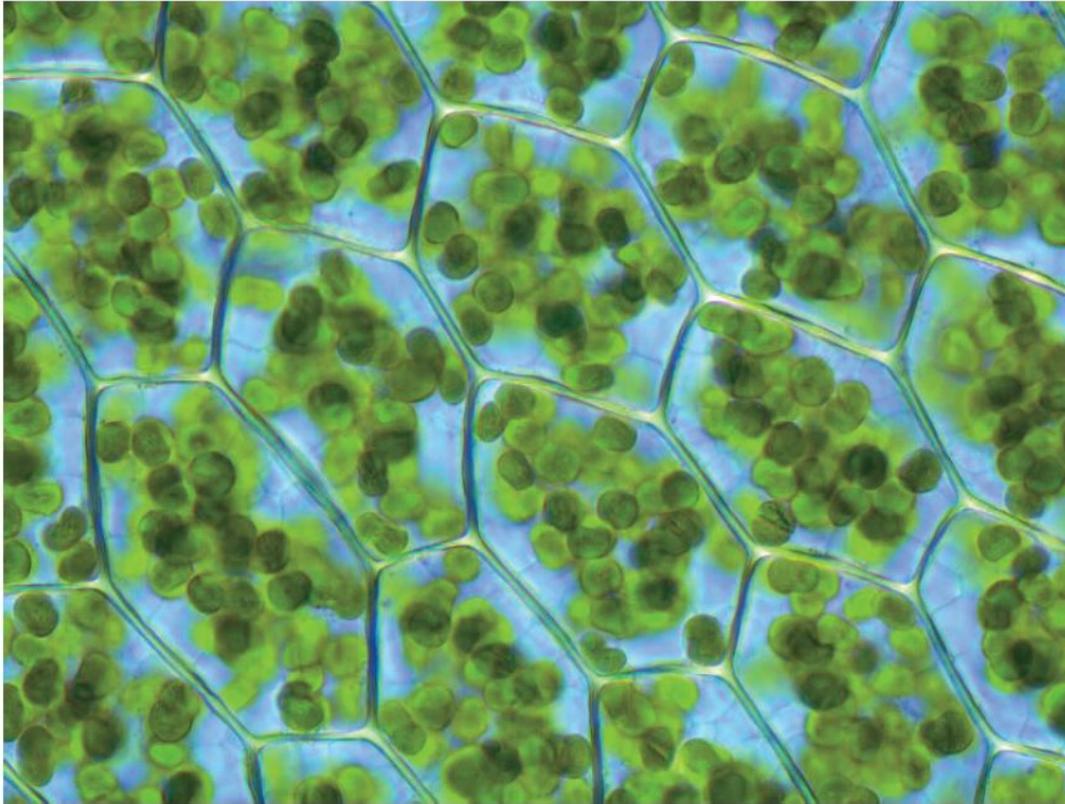
- Τα φυτά απορροφούν συγκεκριμένη φωτεινή ενέργεια από τον ήλιο.
- Η απορρόφηση των μπλε και κόκκινων χρωμάτων στο ορατό τμήμα του φάσματος οδηγεί στη φωτοσύνθεση.
- Τα φυτά είναι πράσινα επειδή αντανακλούν το πράσινο φως, αντί να το απορροφούν.

ΧΛΩΡΟΠΛΑΣΤΗΣ



- Οργανίδια που αποτελούν τη θέση της φωτοσύνθεσης
- Εξωτερική μεμβράνη
- Εσωτερική μεμβράνη
- Στρώμα-υγρό υλικό
- Κόκκο- στοίβα θυλακοειδών Θυλακοειδές

ΟΙ ΧΛΩΡΟΠΛΑΣΤΕΣ ΕΊΝΑΙ ΤΑ ΚΕΝΤΡΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Οι χλωροπλάστες (αριστερά) μετατρέπουν το φως σε χημική ενέργεια. Τα ηλεκτρόνια υψηλής ενέργειας στους χλωροπλάστες μεταφέρονται μέσω δύο φωτοσυστημάτων (δεξιά). Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς αυτής, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή αναγωγικής ισχύος, συντίθεται ATP κατά τρόπο ανάλογο με εκείνον στα μιτοχόνδρια. Ωστόσο, σε αντίθεση με τη μιτοχονδριακή μεταφορά ηλεκτρονίων, τα ηλεκτρόνια στη φωτοσύνθεση αποκτούν επιπλέον ενέργεια από το φως. [(Αριστερά) Δημιουργήθηκε από τον Kristian Peters/GNU Free Documentation Licence.]

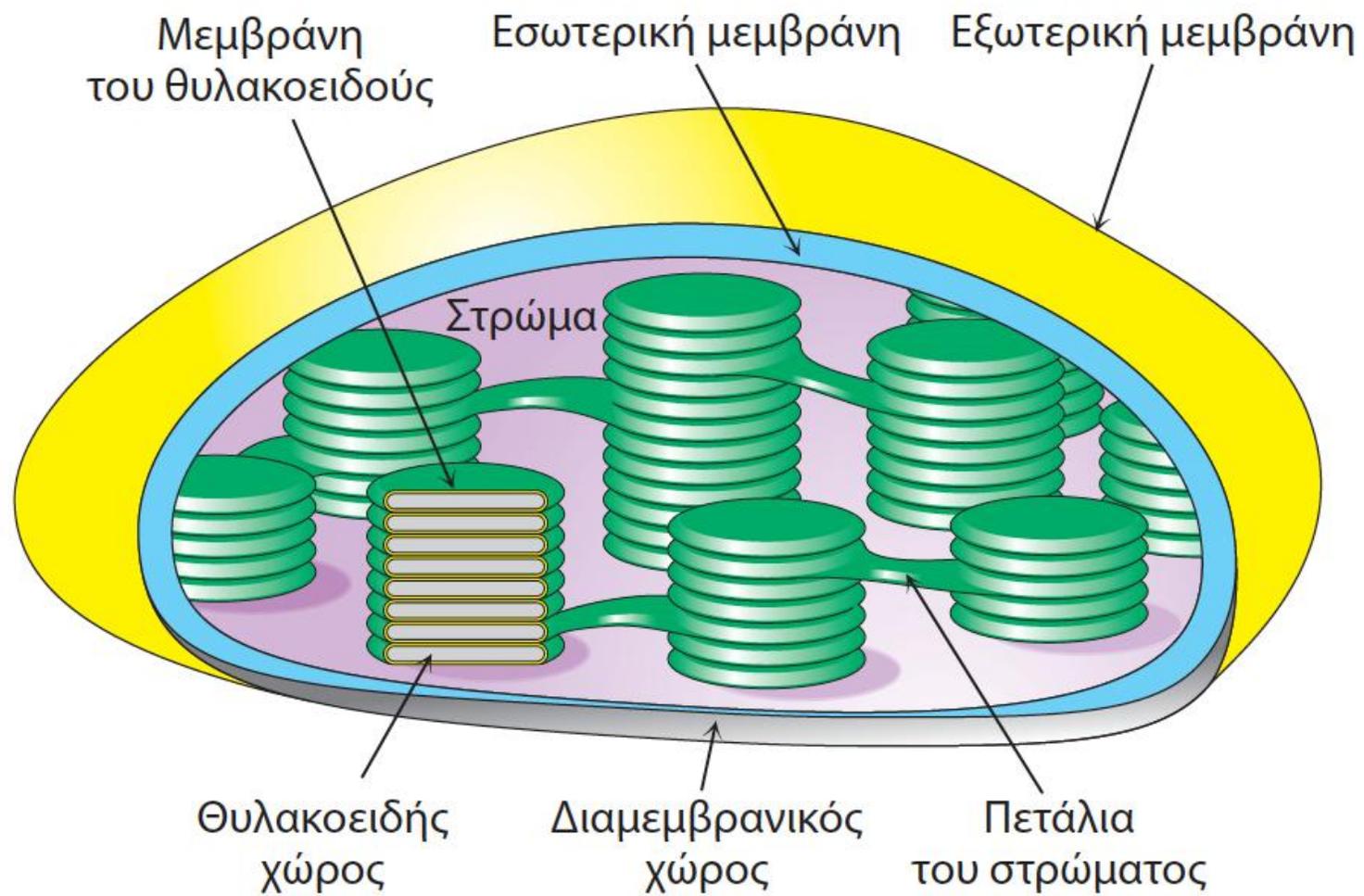
ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ

ΚΥΚΛΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ:

- ΤΕΛΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΦΩΤΟΣ
- ΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΧΩΡΑ ΣΤΙΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΤΩΝ ΘΥΛΑΚΟΕΙΔΩΝ

ΚΥΚΛΟΣ ΣΚΟΤΕΙΝΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ:

- ΕΙΝΑΙ ΓΝΩΣΤΕΣ ΚΑΙ ΩΣ “ΚΥΚΛΟΣ CALVIN”
- ΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΧΩΡΑ ΣΤΟ ΣΤΡΩΜΑ



Εικόνα 19.2 Διάγραμμα ενός χλωροπλάστη.

ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΚΑΙ ΣΚΟΤΕΙΝΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΥΣ ΧΛΩΡΟΠΛΑΣΤΕΣ

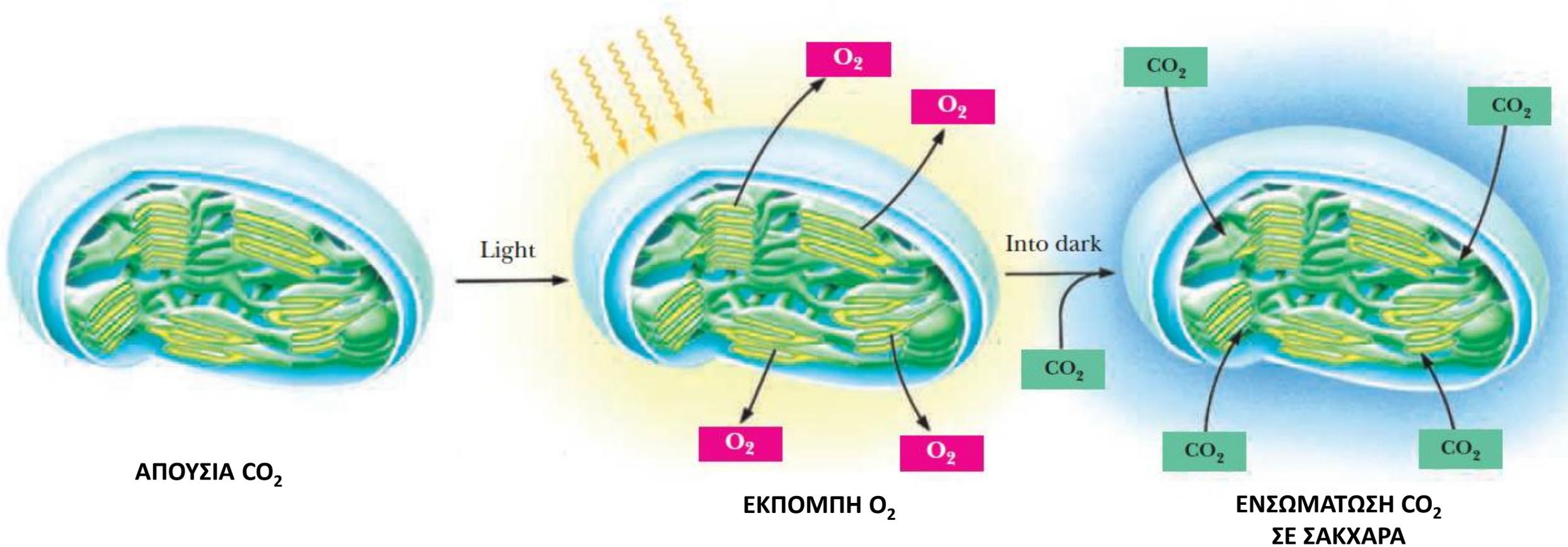
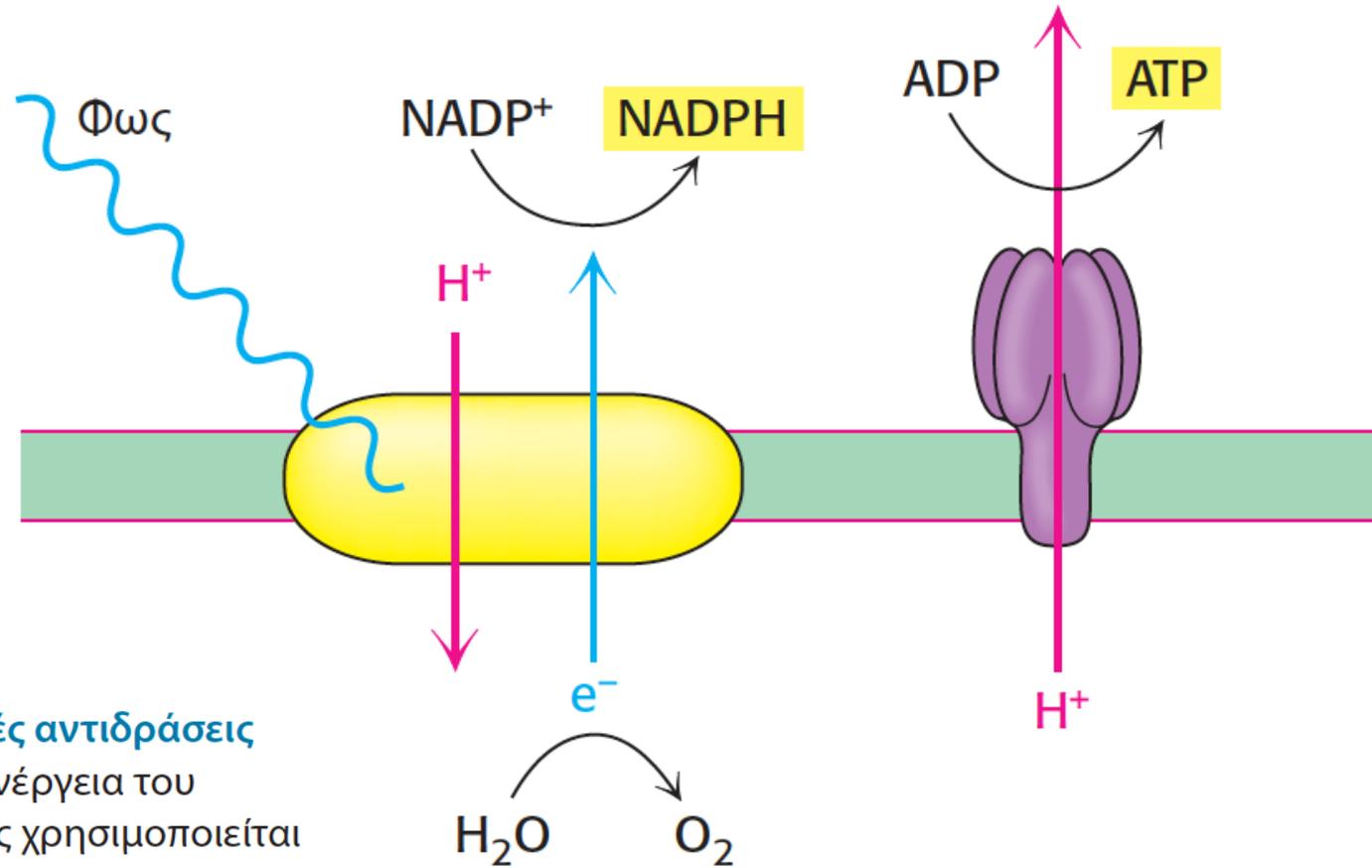
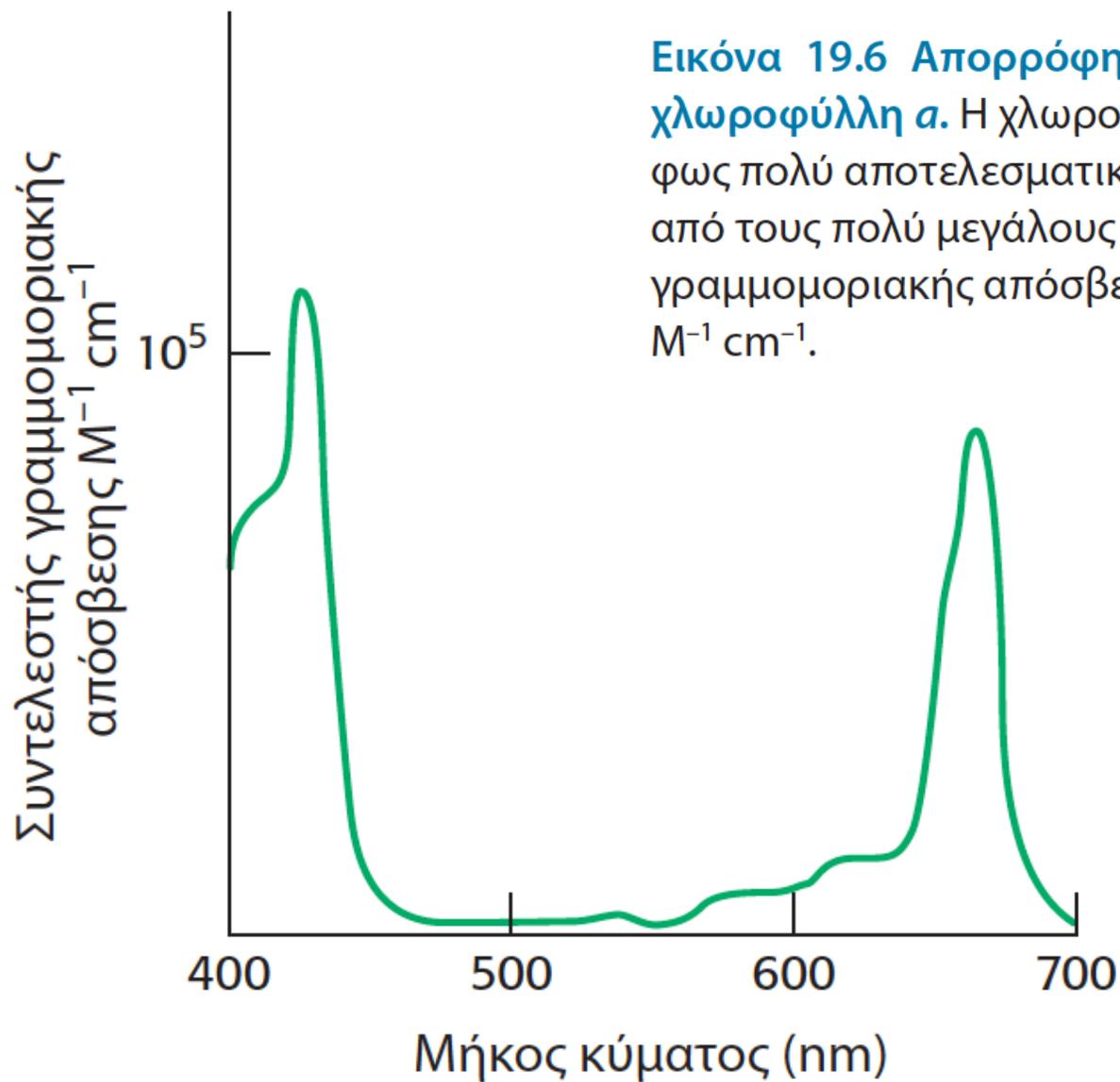
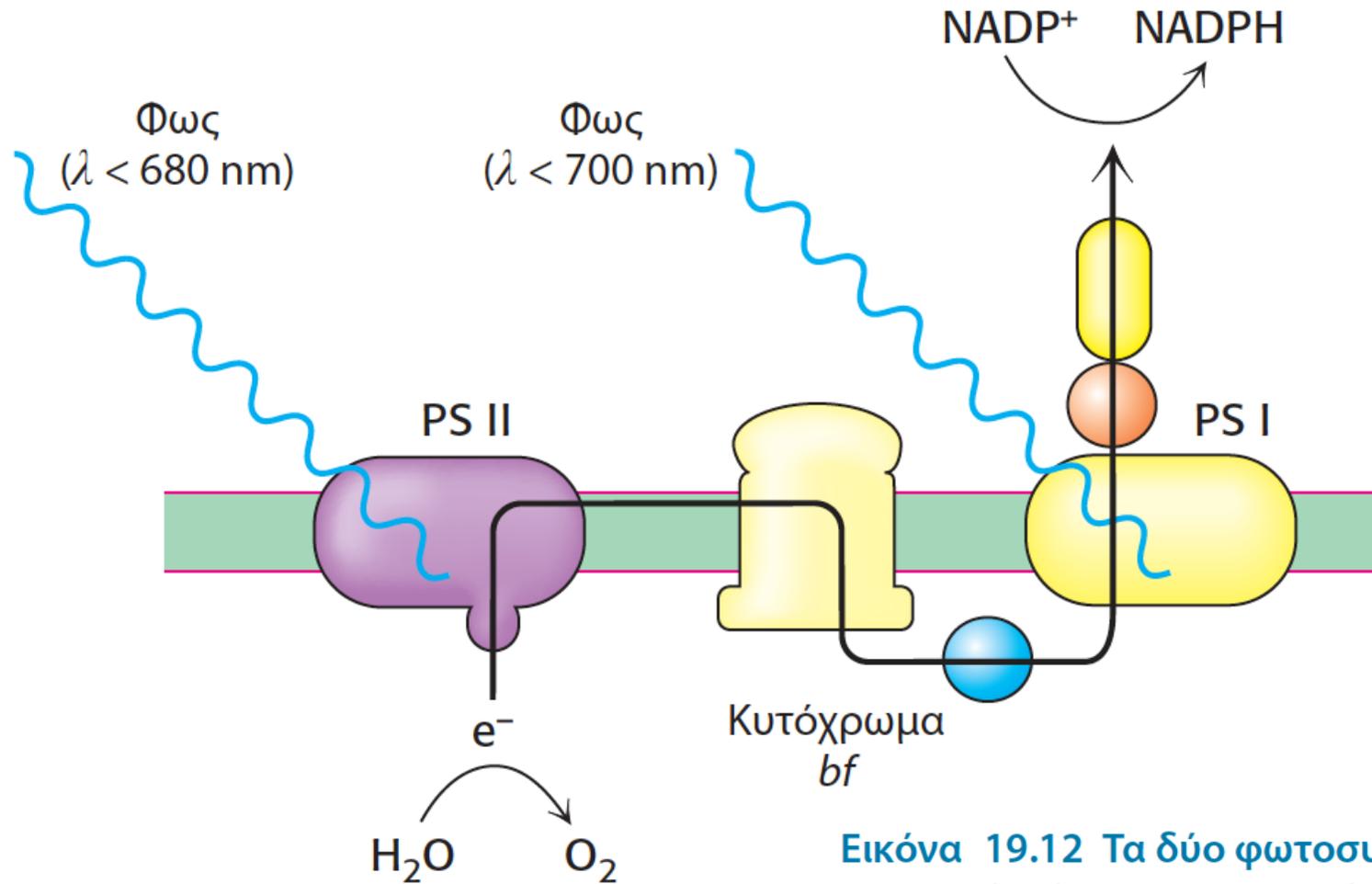


Figure 21.4 The light-dependent and light-independent reactions of photosynthesis.



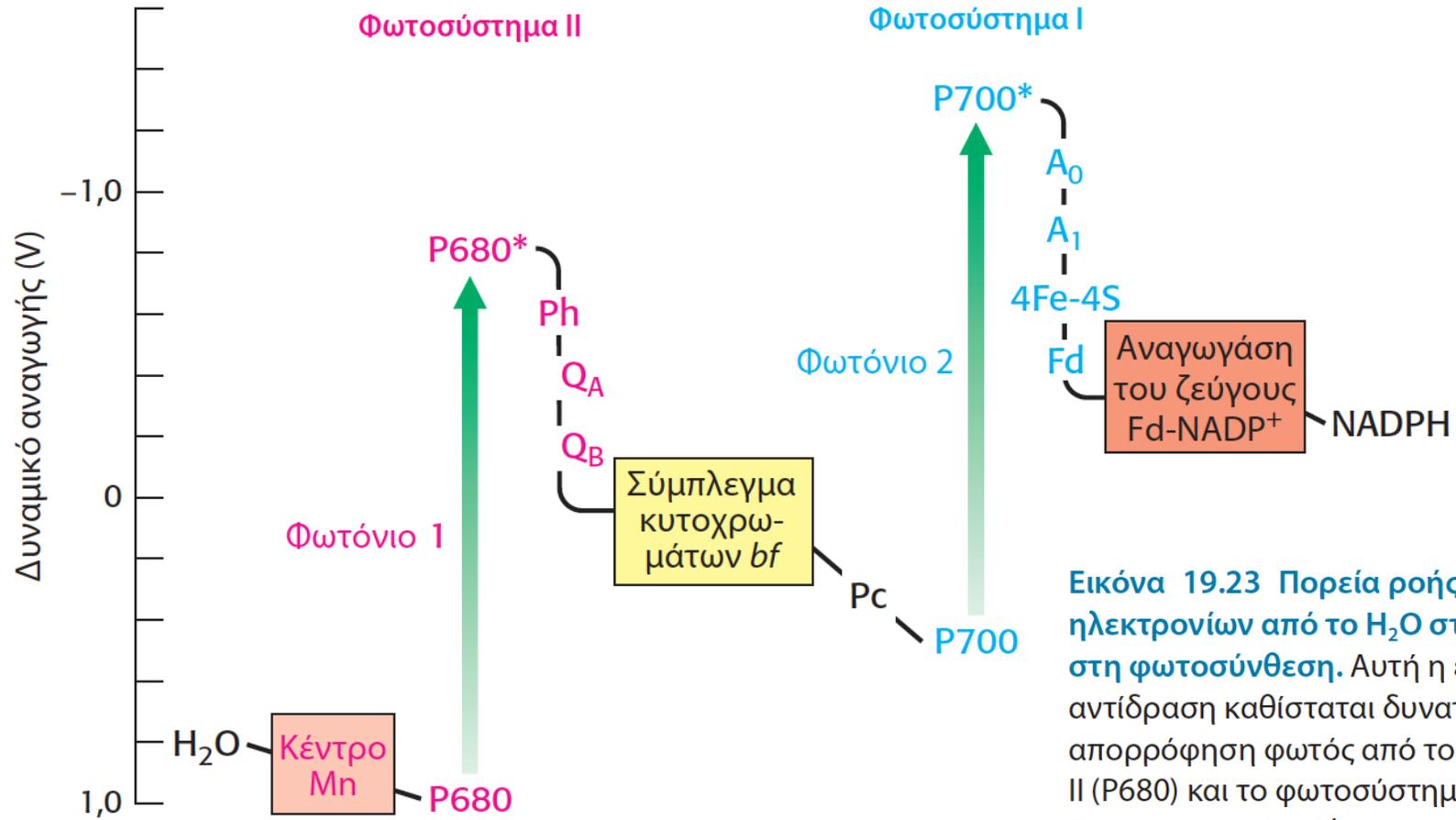
Εικόνα 19.1 Οι φωτεινές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια του απορροφούμενου φωτός χρησιμοποιείται για την ώθηση ηλεκτρονίων από το νερό για την παραγωγή NADPH και την ώθηση πρωτονίων διά μέσου μιας μεμβράνης. Αυτά τα πρωτόνια επιστρέφουν στον αρχικό χώρο τους μέσω της συνθάσης της ATP, σχηματίζοντας μόρια ATP.





Εικόνα 19.12 Τα δύο φωτοσυστήματα. Για την ολοκληρωμένη ροή ηλεκτρονίων από το νερό προς το NADP⁺ χρειάζεται η απορρόφηση φωτονίων από δύο διακριτά φωτοσυστήματα (PSI και PSII).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΣΤΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ



Εικόνα 19.23 Πορεία ροής των ηλεκτρονίων από το H_2O στο $NADP^+$ στη φωτοσύνθεση. Αυτή η ενδόεργη αντίδραση καθίσταται δυνατή με την απορρόφηση φωτός από το φωτοσύστημα II (P680) και το φωτοσύστημα I (P700). Συνομογραφίες: Ph, φαιοφυτίνη· Q_A και Q_B , πρωτεΐνες που δεσμεύουν πλαστοκινόνη· Pc, πλαστοκυανίνη· A_0 και A_1 , δέκτες ηλεκτρονίων από το P700*. Fd, φερρεδοξίνη· Mn, μαγγάνιο.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ II

- Το Φωτοσύστημα II συλλέγει ηλιακή ενέργεια
- Η ενέργεια μετατρέπεται σε χημική ενέργεια
- Τα ηλεκτρόνια γίνονται δεκτά στο κέντρο αντίδρασης

Ακολούθως η κεντρική χλωροφύλλη χάνει ηλεκτρόνια και γίνεται οξειδωτικό μέσο.

- Τα ηλεκτρόνια πηγαίνουν στην αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων
- Συνοπτικά, τα ηλεκτρόνια στο κέντρο της χλωροφύλλης αντικαθίστανται

από ηλεκτρόνια προερχόμενα από το νερό σε μια αντίδραση που ελέγχεται ενζυμικά

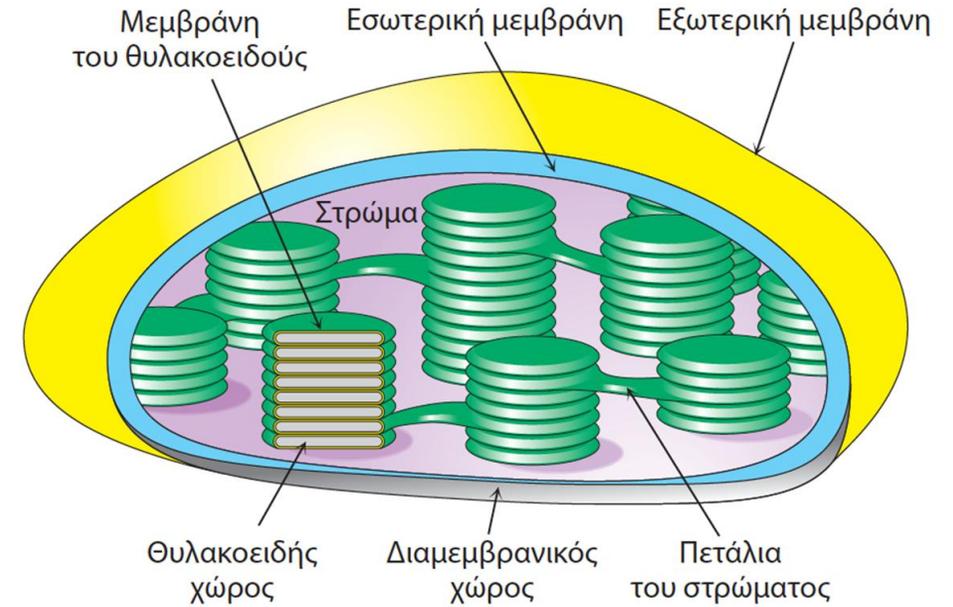
ΣΣ. ΤΟ ΝΕΡΟ ΕΙΝΑΙ ΑΝΤΙΔΡΟΝ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ!!

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ I

- Δέχεται ηλεκτρόνια *χαμηλής ενέργειας* από την αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων του φωτοσυστήματος II (PS II).
- Συλλέγει ηλιακή ενέργεια για να επανενεργοποιήσει τα ηλεκτρόνια
- Περνά τα ηλεκτρόνια μέσω μιας άλλης αλυσίδας μεταφοράς ηλεκτρονίων στον φορέα ηλεκτρονίων NADP⁺ για να αποθηκεύσει ενέργεια σε ανηγμένη μορφή (NADPH)

Φωτεινή φάση (φωτοχημικές αντιδράσεις)

- Πού γίνεται;
- Στις θυλακοειδείς μεμβράνες των χλωροπλαστών
- Τι απαιτεί; Φως/Νερό (H_2O)/Χλωροφύλλη
- Τι συμβαίνει; Απορρόφηση φωτός από τη χλωροφύλλη
Φωτόλυση του νερού → διάσπαση H_2O
- Απελευθέρωση O_2 /Μεταφορά ηλεκτρονίων Παραγωγή:
ATP/NADPH
- Προϊόντα φωτεινής φάσης:
- ATP / NADPH / O_2 (παραπροϊόν)

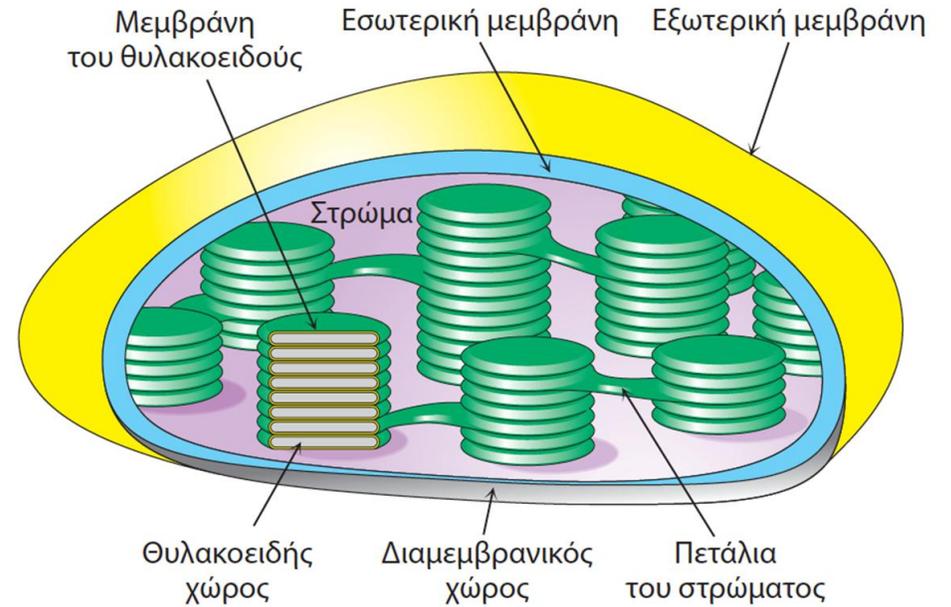


ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΦΑΣΗΣ

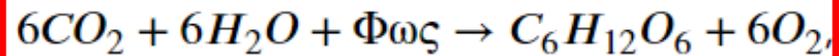
Παράγει την **ενέργεια** και τα **αναγωγικά ισοδύναμα** που χρειάζεται η σκοτεινή φάση

ΣΚΟΤΕΙΝΗ ΦΑΣΗ (ΚΥΚΛΟΣ CALVIN)

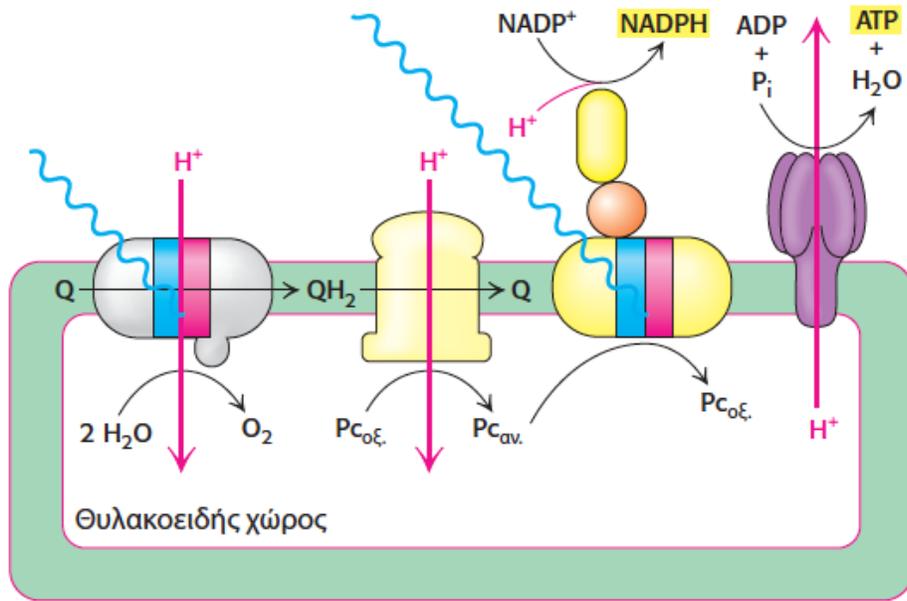
- Γίνεται στο στρώμα του χλωροπλάστη
- Δεν απαιτείται άμεσα φως
- Χρειάζεται: ATP/NADPH/CO₂
- Δεσμεύει CO₂ (με το ένζυμο Rubisco)
- Ακολουθεί αναγωγή και αναγέννηση Rubisco
- με τελικό προϊόν τη γλυκόζη



ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ

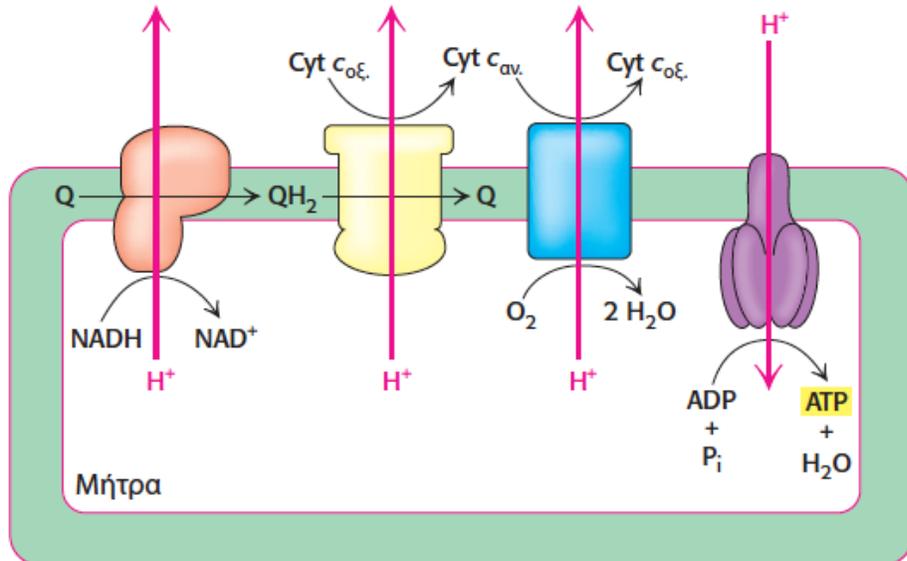


ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ



Στρώμα

ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΦΩΣΦΟΡΥΛΙΩΣΗ

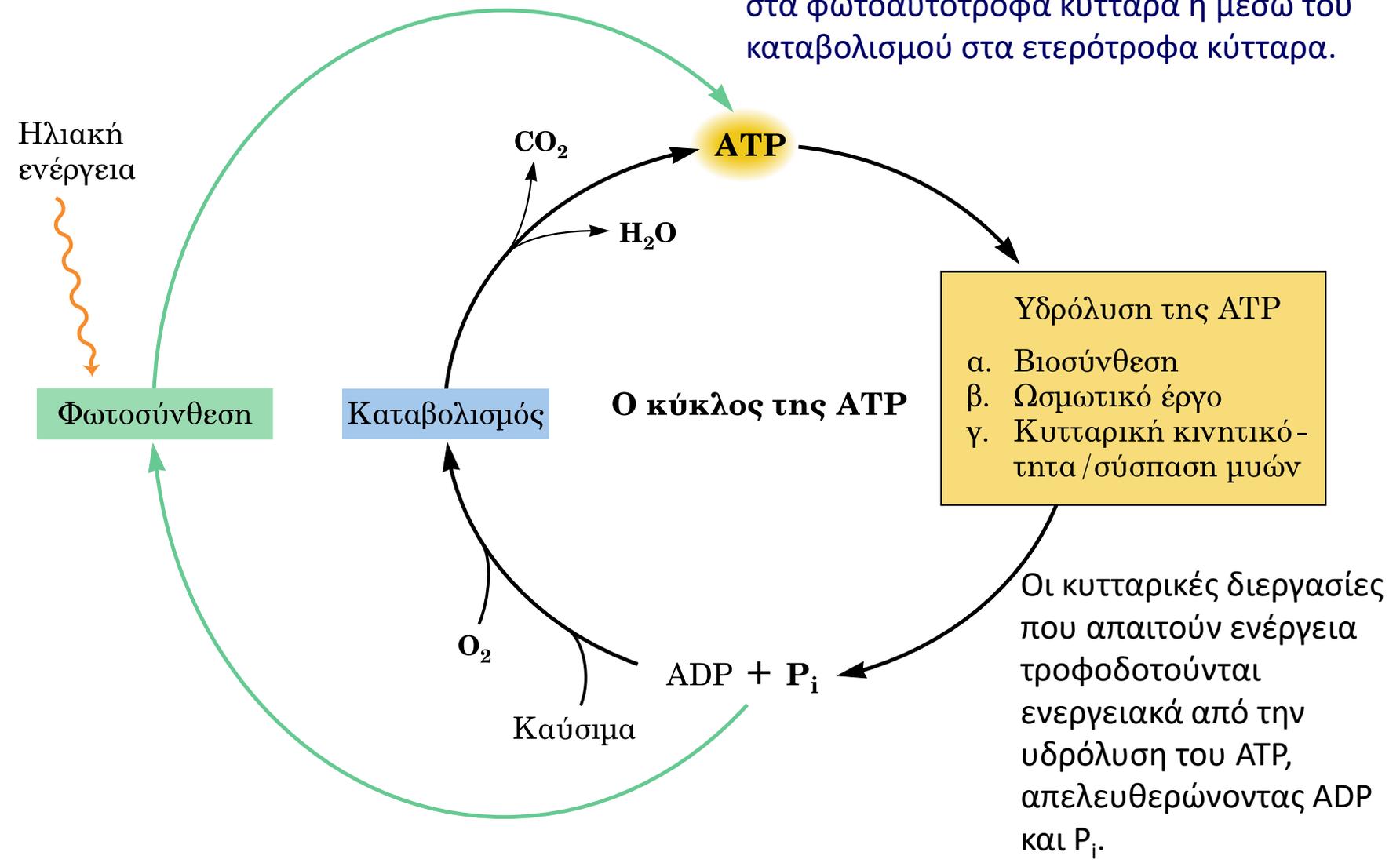


Διαμεμβρανικός χώρος

Εικόνα 19.25 Σύγκριση της φωτοσύνθεσης και της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης. Η φωτοεπαγόμενη μεταφορά ηλεκτρονίων στη φωτοσύνθεση ωθεί τα πρωτόνια στον αυλό του θυλακοειδούς. Η περίσσεια πρωτονίων ρέει έξω από τον αυλό μέσω της συνθάσης της ATP για να παραχθούν μόρια ATP στο στρώμα. Στην οξειδωτική φωσφορυλίωση, η ροή ηλεκτρονίων διά μέσου μιας αλυσίδας μεταφοράς ηλεκτρονίων αντλεί πρωτόνια από τη μιτοχονδριακή μήτρα προς τα έξω. Η περίσσεια πρωτονίων από τον διαμεμβρανικό χώρο ρέει προς τη μήτρα μέσω της συνθάσης της ATP για την παραγωγή ATP μέσα στη μήτρα.

Ο κύκλος του ATP στα κύτταρα

Το ATP σχηματίζεται μέσω της φωτοσύνθεσης στα φωτοαυτότροφα κύτταρα ή μέσω του καταβολισμού στα ετερότροφα κύτταρα.



ΤΕΛΙΚΑ ΤΙ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ?



- Η μετατροπή της ηλιακής ή φωτεινής ενέργειας σε χημική ενέργεια εκφράζεται συχνά με όρους δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα, κατά την οποία σχηματίζεται εξόζη (γλυκόζη) από διοξείδιο του άνθρακα και νερό, με ακόλουθη απελευθέρωση οξυγόνου.