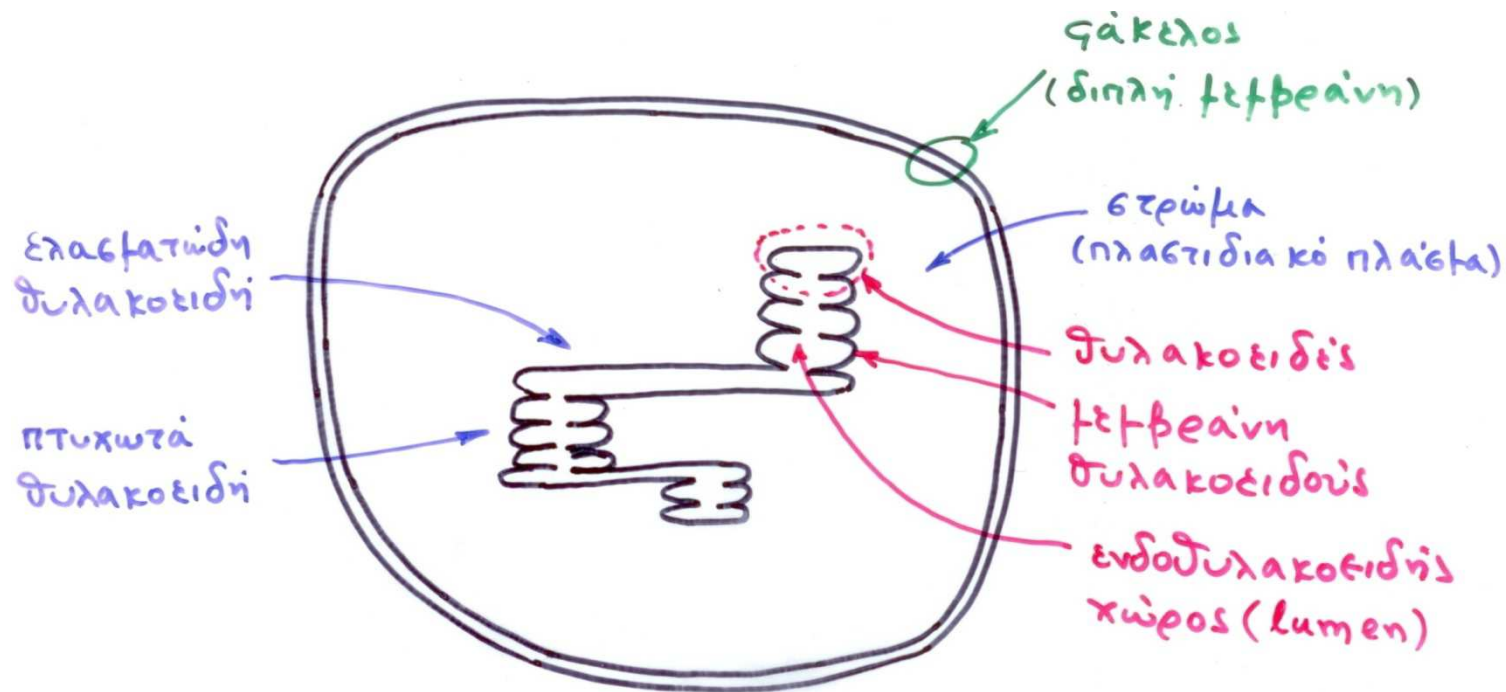


Λειτουργία

Η δέσμευση της ηλιακής ενέργειας

**Η δέσμευση και η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας
γίνεται από ένα βιολογικό σύστημα
που ονομάζεται
«Φωτοσυνθετική Αλυσίδα Μεταφοράς Ηλεκτρονίων»
(συντομογραφικά: ΦΑΜΗ)**

Η δέσμευση της φωτεινής ενέργειας γίνεται στον χλωροπλάστη



**Το σύστημα της ΦΑΜΗ αποτελείται από
4 «εξαρτήματα» ή «συμπλέγματα»:**

(1) το φωτοσύστημα II

(2) το σύμπλοκο κυτοχρωμάτων b_6f

(3) το φωτοσύστημα I

(4) την ΑΤΡαση πρωτονίων

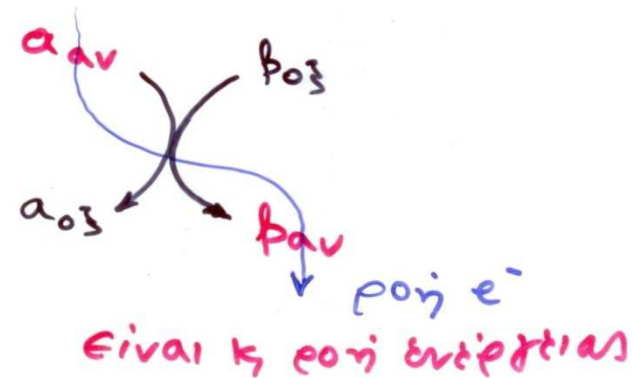
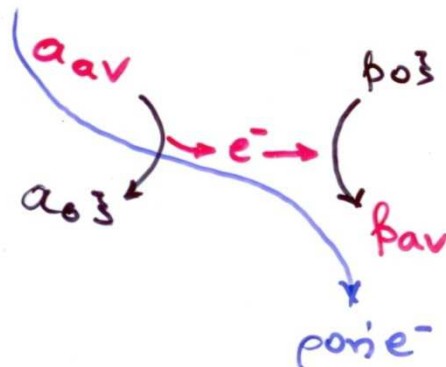
**Στο σημείο αυτό χρειαζόμαστε ένα ένθετο
για να καταλάβουμε ότι:
«η ροή ηλεκτρονίων είναι και ροή ενέργειας»**

μόρια α και β: **παίρνουν και δίνουν e^- εύκολα**

Το μόριο που έχει πάρει ένα e^- είναι **ανηγμένο**
(έχει αναχθεί)

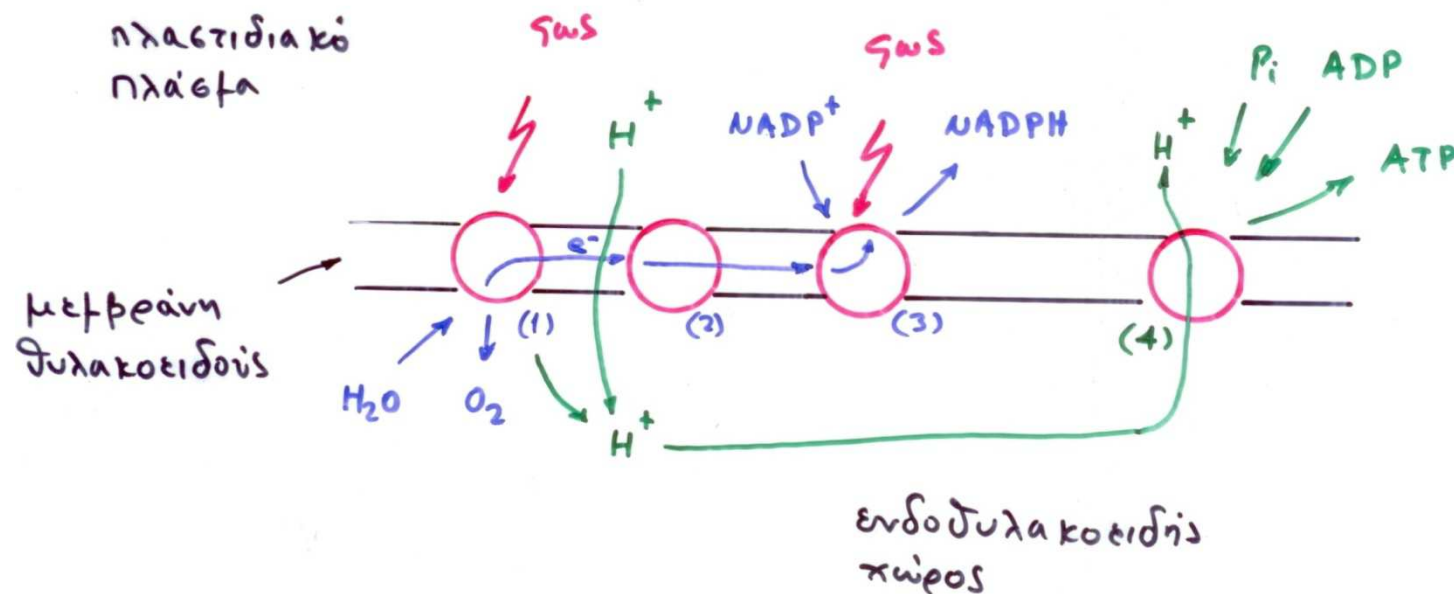
Όταν δώσει το e^- είναι **οξειδωμένο** (έχει οξειδωθεί)

Το μόριο έχει **2** καταστάσεις: την **ανηγμένη ενεργειακά υψηλότερη (αν)** και την **οξειδωμένη ενεργειακά χαμηλότερη (οξ)**



**Επανερχόμαστε τώρα στη ΦΑΜΗ
για να δούμε συνοπτικά
τι κάνει το κάθε εξάρτημα αυτού
του συστήματος και πώς**

Ο μηχανισμός με τα 4 σύμπλοκα βρίσκεται στη
μεμβράνη του θυλακοειδούς



Το **φωτοσύστημα II** **απορροφά** φωτεινή ενέργεια,
αποσπά ηλεκτρόνια από το νερό και
παράγει οξυγόνο και πρωτόνια

Η διεργασία λέγεται **φωτόλυση του νερού**

Το φωτοσύστημα II **μεταβιβάζει** τα ηλεκτρόνια αυτά
στο **σύμπλοκο κυτοχρωμάτων b_6f**

Το **φωτοσύστημα I** απορροφά φωτεινή ενέργεια, παραλαμβάνει τα ηλεκτρόνια από το σύμπλοκο κυτοχρωμάτων b_6f και τα μεταφέρει στο $NADP^+$

Το $NADP^+$ ανάγεται σε **$NADPH$**

**Στο σημείο αυτό χρειαζόμαστε ένα ένθετο
που να μας λέει τα βασικά
για τη φωτεινή ενέργεια**

φωτεινή ενέργεια: σωματίδιο και κύμα

μεγέθη που το χαρακτηρίζουν:

μήκος κύματος λ (σε nm) $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$

η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών μεγίστων

συχνότητα ν (σε s^{-1})

αριθμός μεγίστων στη μονάδα του χρόνου

δεν εκπέμπεται συνεχώς, αλλά κατά φωτεινά «πακέτα»

με πολλά και διαφορετικά μήκη κύματος

φωτεινό σωματίδιο: **φωτόνιο**

1 mol φωτονίων = 1 Einstein = $6,023 \times 10^{23}$ φωτόνια

Το φωτόνιο μεταφέρει **ενέργεια** E (σε J)

quantum: αυτό το πακέτο ενέργειας

Η ενέργεια σχετίζεται με τη συχνότητα $E=h\nu$

Η συχνότητα σχετίζεται με το μήκος κύματος $c=\lambda\nu$

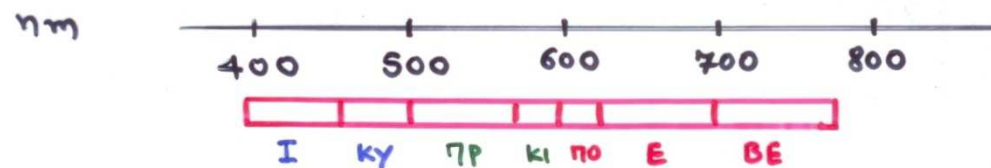
$c=3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ταχύτητα του φωτός (σταθερή)

$h=6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ (σταθερή)

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$E = \frac{119\,616}{\lambda(\text{nm})} \frac{\text{kJ}}{\text{mol φωτονίων}}$$

$$E = \frac{1241}{\lambda(\text{nm})} \frac{\text{eV}}{\text{mol φωτονίων}}$$



Χρωματικές περιοχές του ορατού φάσματος & ενεργειακό επίπεδό τους

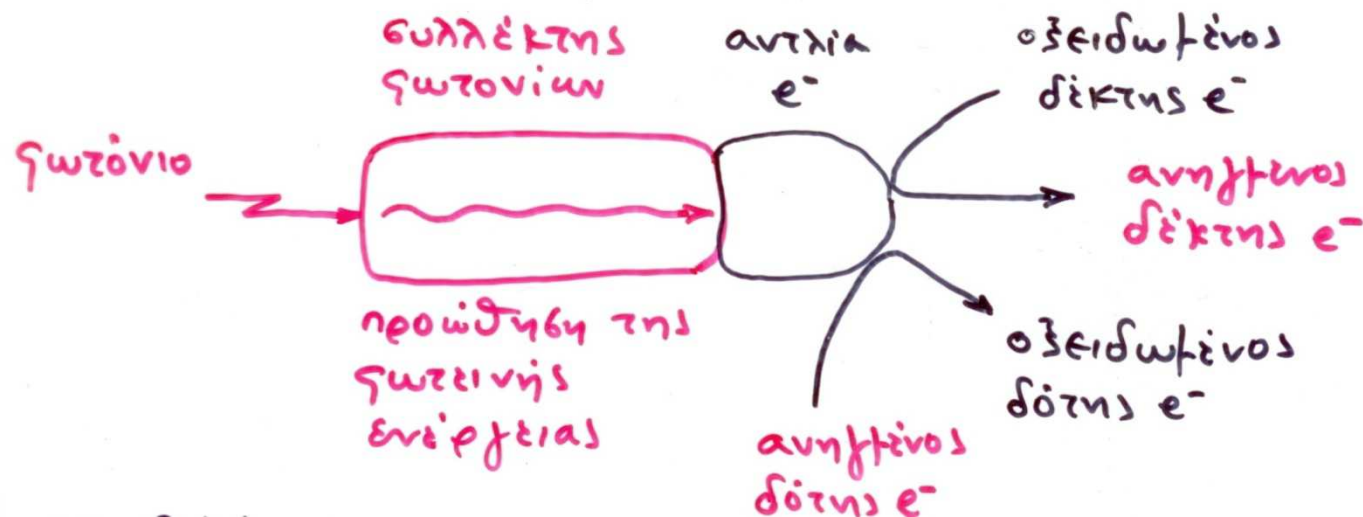
	λ (nm)	$\bar{\lambda}$	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{eV} \cdot \text{mol}^{-1}$
ιώδες	400 - 450	420	285	3
κυανό	450 - 500	480	250	2,6
πράσινο	500 - 580	540	222	2,3
κίτρινο	580 - 600	590	203	2,1
πορτοκαλί	600 - 620	610	196	2
ερυθρό	620 - 700	660	181	1,9
βαθύ ερυθρό	700 - 780	750	160	1,7

**Κλείνοντας το ένθετο για τη φωτεινή ενέργεια
πρέπει να θυμόμαστε ότι:**

**όταν μεγαλώνει το μήκος κύματος
μειώνεται το περιεχόμενο του φωτονίου
σε φωτεινή ενέργεια**

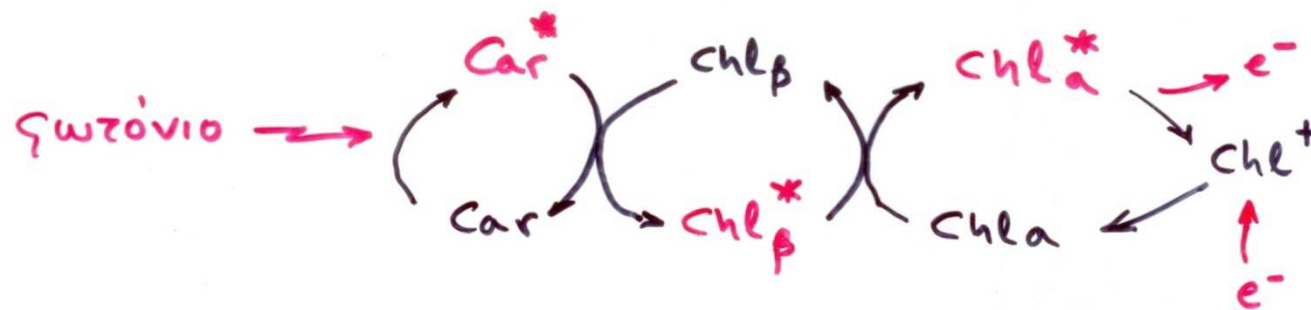
**Προχωράμε τώρα να δούμε
αναλυτικότερα
πώς λειτουργεί ένα φωτοσύστημα**

Φωτοσύστημα = συλλέκτης φωτονίων + αντλία ηλεκτρονίων



- (1) δέσμευση της φωτονιακής ενέργειας
- (2) προώθηση της φωτονιακής ενέργειας
- (3) άντληση e^-

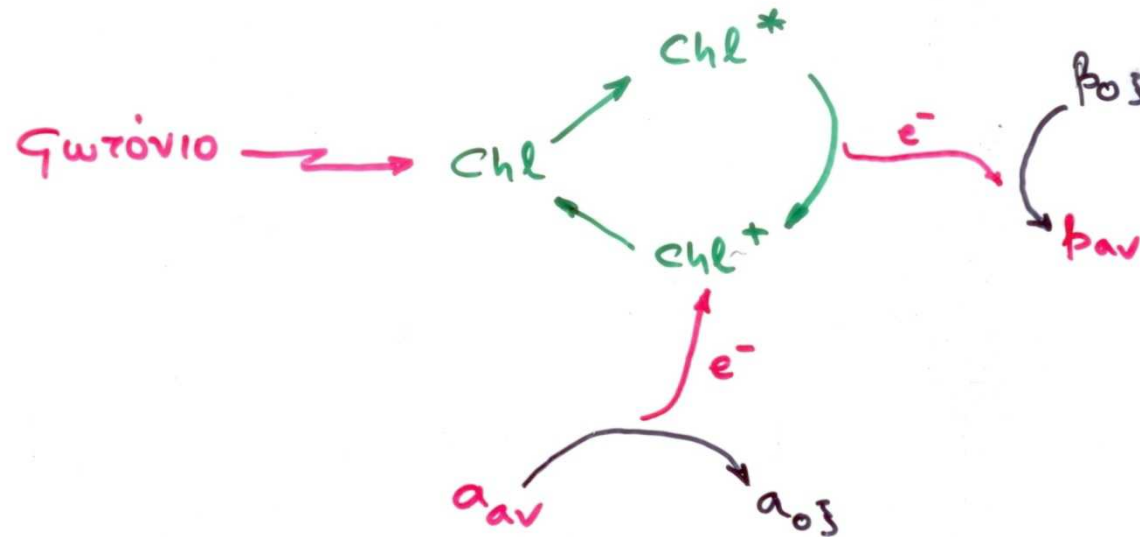
μηχανισμός προώθησης της φωτεινής ενέργειας



Car : καροτινοειδές

Car* : ενεργοποιημένο καροτινοειδές

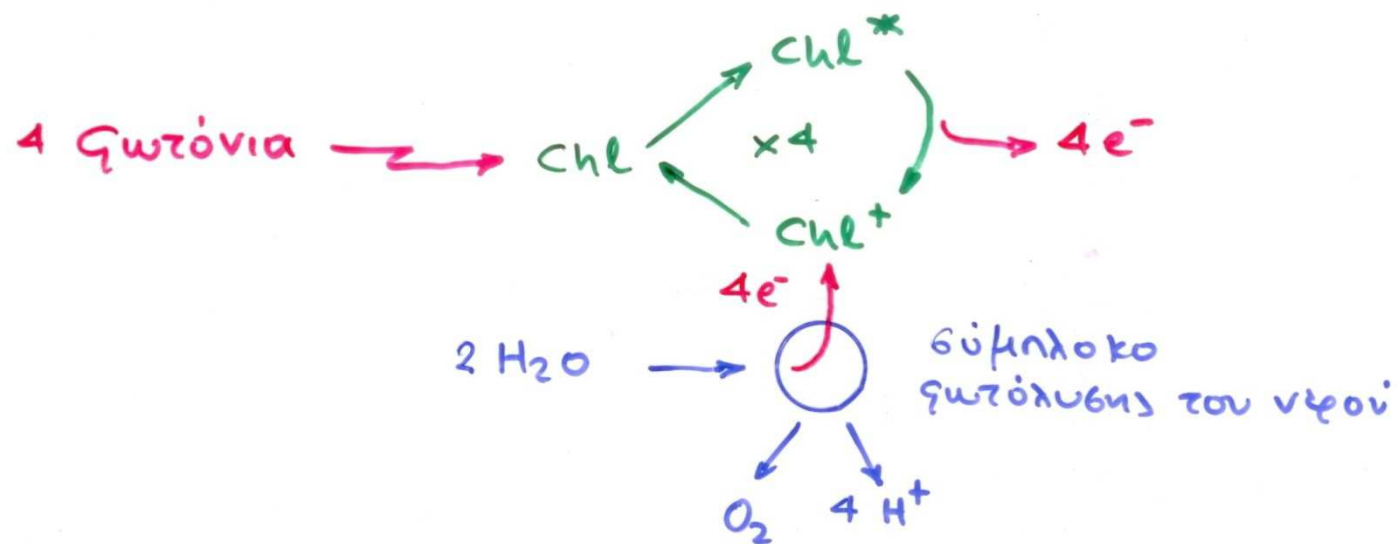
μηχανισμός διαχωρισμού του φορτίου



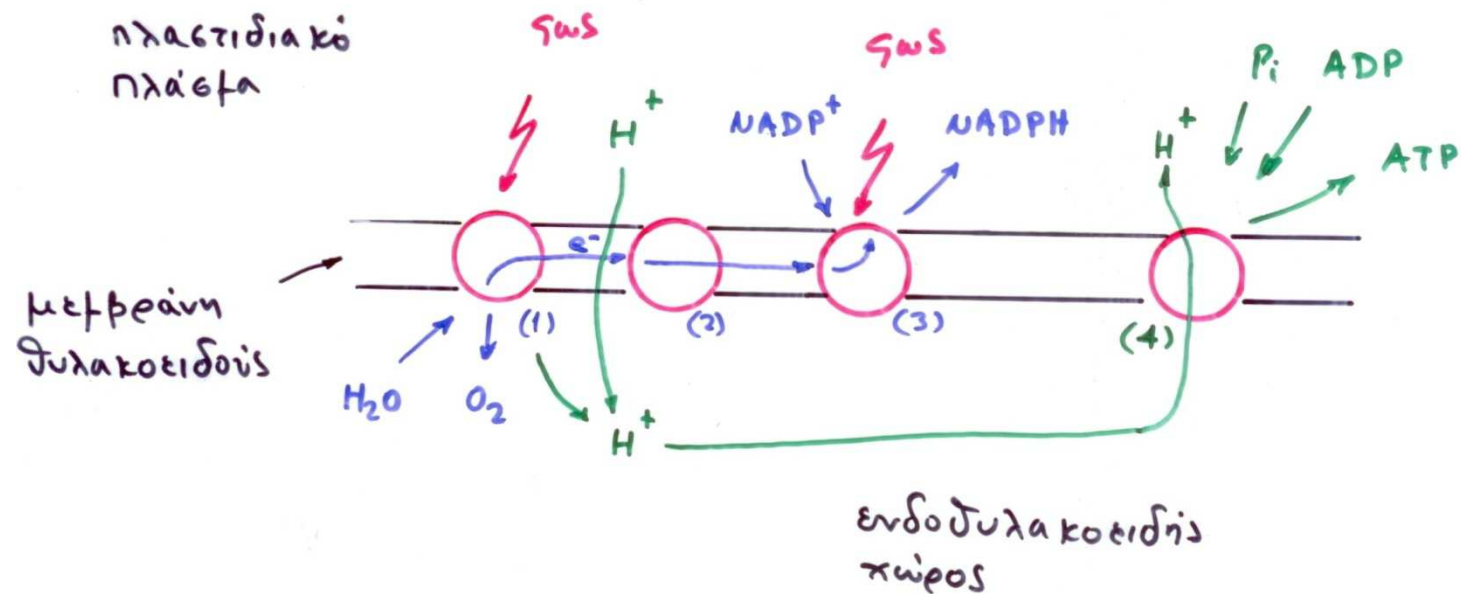
Chl : χλωροφύλλη

Chl* : ενεργοποιημένη χλωροφύλλη

Chl⁺ : οξειδωμένη χλωροφύλλη



Στο σημείο αυτό υπενθυμίζουμε το σύστημα της ΦΑΜΗ

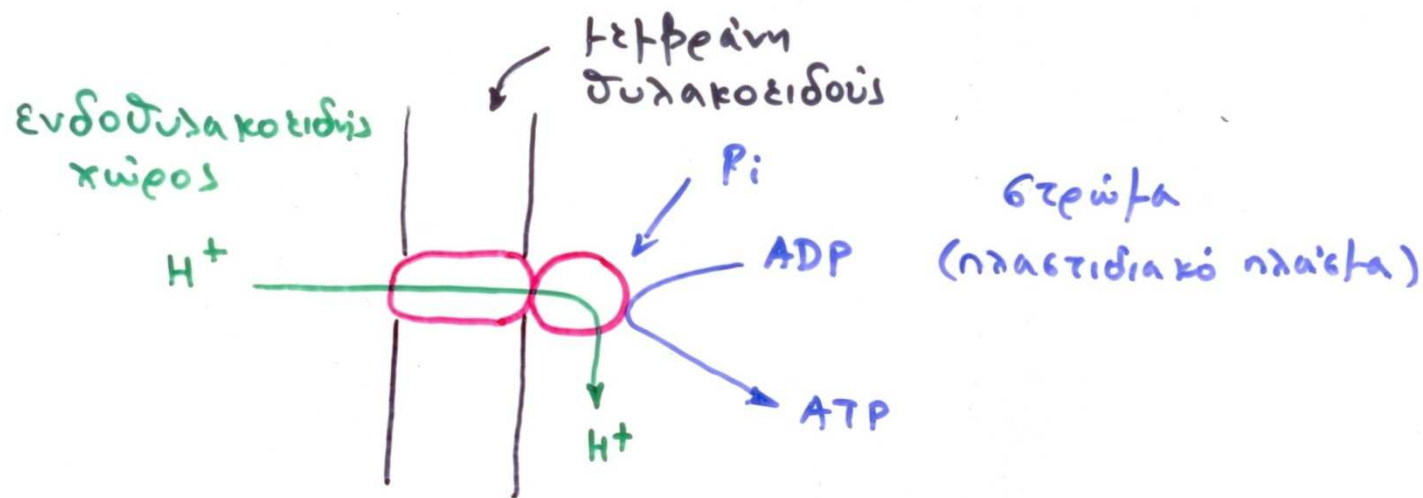


για να δούμε τι γίνεται με τα πρωτόνια

Η φωτόλυση του νερού και η μεταφορά e^- αποδεσμεύουν πρωτόνια.

Η **ΑΤΡ**αση **πρωτονίων** αντλεί τα πρωτόνια και τα μεταφέρει στην άλλη πλευρά της μεμβράνης. Συγχρόνως, προσθέτει φωσφορική ομάδα στο ADP και παράγεται **ΑΤΡ**.

Η διεργασία λέγεται **φωτοφωσφορυλίωση** του ADP.

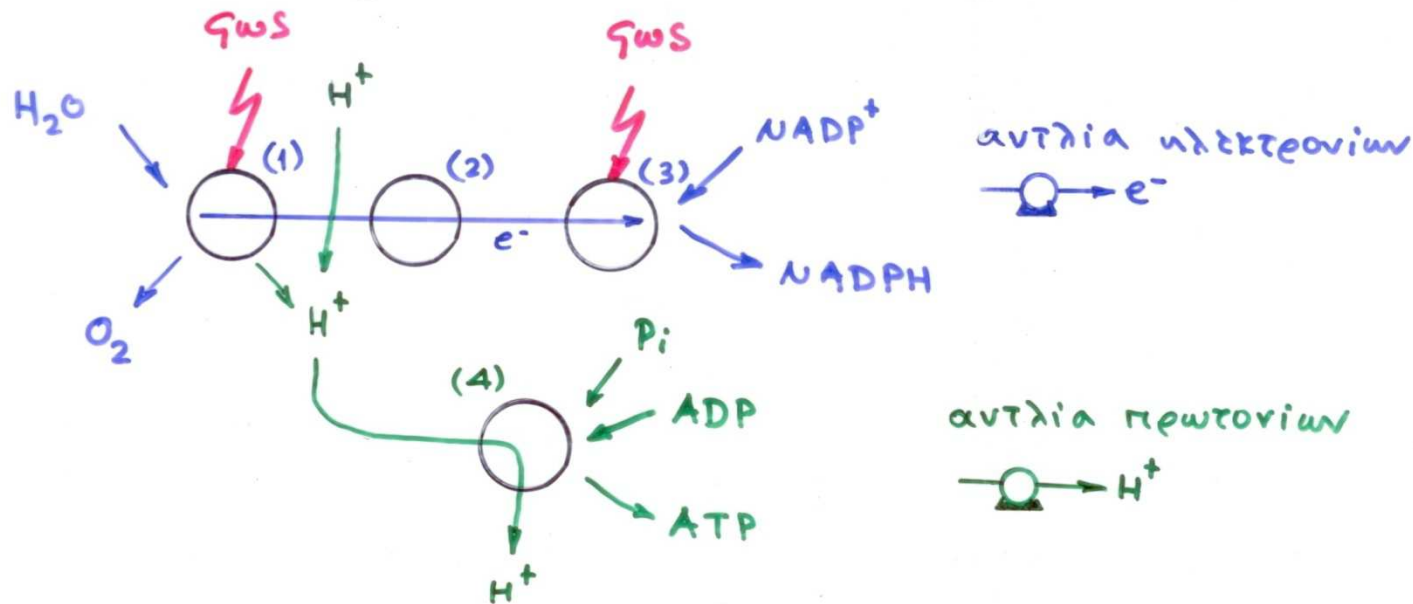


(1) μεταφορά H^+ σε άλλο
μεταβολικό διαμέρισμα

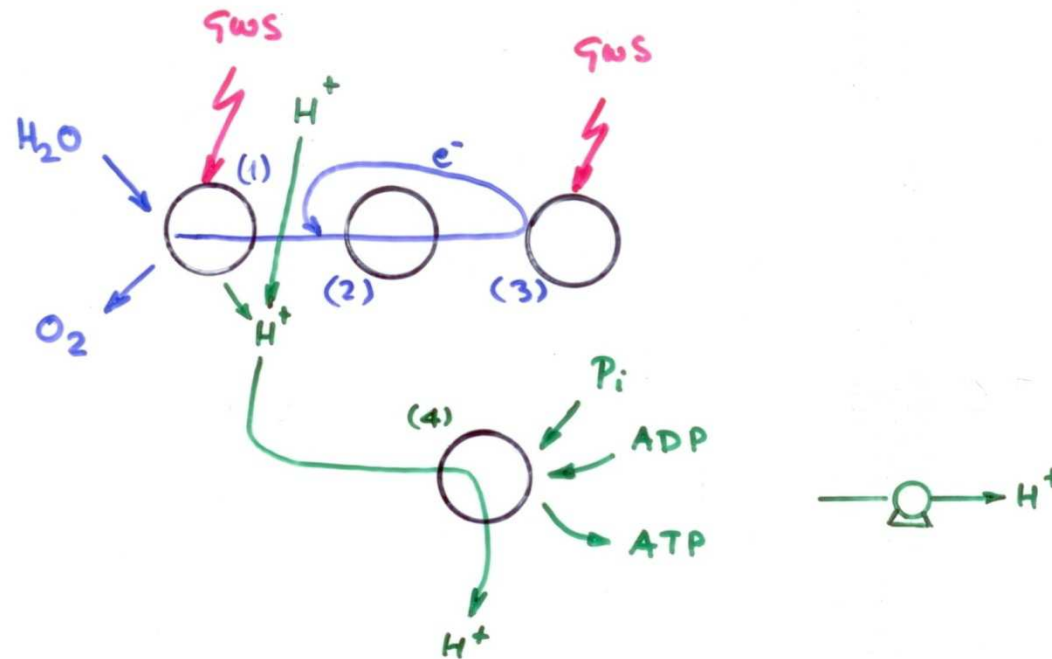
(2) Φωσφορυλίωση του ADP
 $\Rightarrow$ παραγωγή ATP
(ενεργειακή φόρτιση)

Στο σημείο αυτό πρέπει να έχουμε
κατανοήσει ότι η **ΦΑΜΗ**
λειτουργεί ως «**αντλία ηλεκτρονίων**» και
ως «**αντλία πρωτονίων**»

για να καταλάβουμε τις επόμενες δύο
περιπτώσεις λειτουργίας της



Το σύστημα μετατροπής της φωτεινής ενέργειας σε χημική παράγει **NADPH** και **ATP** όταν λειτουργεί η **γραμμική φωτοφωσφορλίωση**



Το σύστημα μετατροπής της φωτεινής ενέργειας σε χημική παράγει μόνο **ATP** όταν λειτουργεί η **κυκλική φωτοφωσφορλίωση**

Συμπερασματικά:

Το φυτό είναι **ηλιακός συλλέκτης**

(1) διαθέτει σύστημα που δεσμεύει τη φωτεινή ενέργεια

(2) διαθέτει σύστημα που μεταφέρει τη δεσμευμένη
ενέργεια και φορτίζει δύο ενεργειακά μόρια
το **NADPH** και το **ATP**

Αυτά χρησιμεύουν ως **καύσιμα** για την πραγματοποίηση
βιοχημικών αντιδράσεων

και επιγραμματικά

