

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΩΤΕΡΑ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΙΔΡΥΜΑΤΑ

Μάθημα: ΒΙΟΛΟΓΙΑ - ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Τετάρτη, 30 Ιουνίου 2004.

7:30 π.μ. – 10:30 π.μ.

ΜΕΡΟΣ Α´

Αποτελείται από **έξι** ερωτήσεις των **πέντε** μονάδων η καθεμιά.

1. (α) i. A: φωσφορικό οξύ
B: δεσοξυριβόζη
Γ: αζωτούχα βάση (αδενίνη ή θυμίνη) (Μονάδες 1,5)
ii. Η δομική μονάδα του DNA λέγεται νουκλεοτίδιο. (Μονάδες 0,5)
- (β) Τα ζεύγη των αζωτούχων βάσεων είναι:
Δ: αδενίνη – θυμίνη
Ε: κυτοσίνη – γουανίνη.
Η αδενίνη συνδέεται με τη θυμίνη με δύο δεσμούς υδρογόνου, ενώ η κυτοσίνη και η γουανίνη με τρεις δεσμούς υδρογόνου. (Μονάδες 2)
- (γ) Επειδή το ποσοστό της γουανίνης (20%) είναι ίσο με το ποσοστό της κυτοσίνης (20%), το ποσοστό της αδενίνης και της θυμίνης είναι $100 - (20+20) = 60\%$. Το ποσοστό της αδενίνης είναι το ίδιο με εκείνο της θυμίνης, δηλ. $60\% / 2 = 30\%$ (Μονάδα 1)
2. (α) Η συγκέντρωση των ιόντων Na^+ στο πλάσμα του αίματος είναι μεγαλύτερη παρά στο εσωτερικό των αιμοσφαιρίων, επειδή οι αντλίες $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ βγάζουν συνεχώς ιόντα Na^+ από το εσωτερικό των ερυθρών αιμοσφαιρίων στο πλάσμα. (Μονάδες 2)
- (β) i. Οι αντλίες $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ λειτουργούν με κατανάλωση ενέργειας. Επομένως η έλλειψη ATP (πηγή ενέργειας) θα οδηγήσει στον τερματισμό της λειτουργίας των αντλιών $\text{Na}^+ - \text{K}^+$. (Μονάδα 1)
- ii. Η αύξηση της συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου ($\text{Na}^+ \text{Cl}^-$) στο εσωτερικό των ερυθρών αιμοσφαιρίων δημιούργησε υπέρτονο περιβάλλον στο εσωτερικό των αιμοσφαιρίων, με αποτέλεσμα την είσοδο μεγάλης ποσότητας νερού στα κύτταρα. Αυτό προκάλεσε αύξηση του όγκου και της πίεσης στην κυτταρική μεμβράνη, με αποτέλεσμα τη ρήξη και τη διάλυσή της. (Μονάδες 2)
3. (α) i. φωσφορολιπίδια (Μονάδα 0,5)
ii. A.: υδρόφιλος πόλος

B.: υδρόφοβος πόλος.

(Μονάδα 1)

(β) Δύο από τις πιο κάτω ιδιότητες των λιπών και η βιολογική σημασία τους.

- i. Κακοί αγωγοί της θερμότητας - θερμομονωτικά υλικά
- ii. Αδιάβροχα – παρεμπόδιση εξάτμισης νερού
- iii. Περιβάλλουν διάφορα όργανα – προστασία τους
- iv. Αποταμιευτικά – ενεργειακά υλικά – παραγωγή ενέργειας.
- v. Δομικά υλικά – σταθερότητα κυτταρικής μεμβράνης

(Μονάδες 2)

(γ) Η χοληστερίνη είναι στεροειδές λιπίδιο.

Θεωρείται αναγκαίο για τον οργανισμό του ανθρώπου, επειδή (ένα από τα πιο κάτω)

- i. αποτελεί δομικό συστατικό ζωικών κυττάρων
- ii. αποτελεί πρώτη ύλη για την παραγωγή κάποιων ορμονών.
Θεωρείται επιβλαβής, γιατί επικάθεται στο εσωτερικό των αρτηριών και προκαλεί αθηροσκλήρωση.

(Μονάδες 1,5)

4. (α) i. Η αύξηση της θερμοκρασίας στο τμήμα AB της γραφικής παράστασης προκαλεί αύξηση της ταχύτητας αντίδρασης, ενώ στο τμήμα ΔΕ προκαλεί μείωση της ταχύτητας αντίδρασης.

(Μονάδα 1)

ii. Σημείο Γ: Άριστη τιμή. Γιατί στη θερμοκρασία αυτή η ταχύτητα της αντίδρασης γίνεται μέγιστη.

(Μονάδα 1)

iii. Στο σημείο Z η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ίση με μηδέν.

(Μονάδα 0,5)

(β) Η αύξηση της θερμοκρασίας πέραν ενός ορισμένου ορίου (άριστη τιμή) προκαλεί αλλαγές στη στερεοχημική δομή των ενζύμων και στο ενεργό τους κέντρο, με αποτέλεσμα τα ένζυμα να γίνονται ανενεργά και να μην καθαρίσουν τα ρούχα.

Τα ρούχα θα καθάριζαν με χλιαρό νερό, γιατί η θερμοκρασία θα πλησίαζε την άριστη τιμή και τα ένζυμα του απορρυπαντικού θα δρούσαν αποτελεσματικά.

(Μονάδες 2,5)

5. (α) Το κύτταρο είναι ευκαρυωτικό. Αυτό φαίνεται με την παρουσία (τρία από τα εξής):

- i. πυρηνικής μεμβράνης
- ii. μιτοχονδρίου
- iii. συσκευής Golgi
- iv. αδρού ενδοπλασματικού δικτύου
- v. μεγάλου χυμοτοπίου.

(Μονάδες 2)

(β) Η λανθασμένη ονομασία είναι για το αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο, το οποίο σημειώνεται στο σχεδιάγραμμα ως συσκευή Golgi. Ο ρόλος του είναι η πρωτεϊνοσύνθεση.

(Μονάδα 1)

- (γ) Οργανίδιο X (συσσκευή Golgi): Ο ρόλος του είναι η συγκέντρωση και η τροποποίηση πρωτεϊνών και λιπιδίων. (Μονάδα 1)
- (δ) Η μεγάλη εξωτερική επιφάνεια των κυττάρων επιταχύνει την επικοινωνία και την ανταλλαγή ουσιών με το περιβάλλον, ενώ ο μικρός όγκος διευκολύνει τη γρήγορη μεταβίβαση των μηνυμάτων στο εσωτερικό του κυττάρου. (Μονάδα 1)

6. (α) i. A: κεφαλή
B: αυχένας
Γ: ουρά
Δ: κυτταρική μεμβράνη
E: μιτοχόνδρια
Z: κεντροσωμάτιο
H: πυρήνας
Θ: ακρόσωμα (Μονάδες 2)

- ii. Ρόλος κεντροσωματίου (Z): Μετά τη γονιμοποίηση είναι απαραίτητο για τη διαίρεση του ζυγωτού.
Ρόλος ακροσώματος (Θ): Περιέχει λυτικά ένζυμα για τη διάλυση των προστατευτικών στρωμάτων του ωαρίου (ωοκυττάρου Β΄ τάξης). (Μονάδα 1)

- (β) Ο αριθμός των μιτοχονδρίων στα σπερματοζωάρια είναι μεγάλος, γιατί τα σπερματοζωάρια χρειάζονται μεγάλο ποσό ενέργειας λόγω της κίνησής τους. (Μονάδα 1)

- (γ) Θα γονιμοποιηθεί μόνο το ωοκύτταρο Β΄ τάξης της γυναίκας, επειδή τα ανθρώπινα σπερματοζωάρια αναγνωρίζονται μόνο από ένα είδος γλυκοπρωτεΐνης (υποδοχέα) που βρίσκεται στο ωοκύτταρο Β΄ τάξης της γυναίκας και έτσι μπαίνουν στο ωοκύτταρο, ενώ δεν αναγνωρίζονται από τα ωοκύτταρα Β΄ τάξης του προβάτου. (Μονάδα 1)

ΜΕΡΟΣ Β΄

Αποτελείται από **τέσσερις** ερωτήσεις των **δέκα** μονάδων η καθεμιά.

7. (α) A: προγόμφιοι - αλέθουν την τροφή
B: τομείς (κοπτήρες) – κατατεμαχίζουν την τροφή
Γ: κυνόδοντες – κόβουν και κατατεμαχίζουν την τροφή
Δ: γομφίοι – αλέθουν την τροφή. (Μονάδες 4)
- (β) 1: μύλη 6. πολφός
2: αυχένας 7. οστό
3: ρίζα 8. οστεΐνη
4: αδαμαντίνη
5: οδοντίνη (Μονάδες 2)

(γ) Η πέψη των λιπών αρχίζει στο δωδεκαδάκτυλο, όπου γίνεται γαλακτωματοποίησή τους με την επίδραση της χολής. Αυτό διευκολύνει την επίδραση του ενζύμου παγκρεατική λιπάση, το οποίο υδρολύει τα λίπη σε μονογλυκερίδια, λιπαρά οξέα και γλυκερόλη. Η απορρόφηση των πιο πάνω προϊόντων της διάσπασης των λιπών γίνεται με παθητική διάχυση από τα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου του λεπτού εντέρου. Στα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου γίνεται επανασύνθεση τριγλυκεριδίων και σχηματισμός χυλομικρών. Στη συνέχεια με εξωκύτωση τα χυλομικρά μεταφέρονται στα λεμφαγγεία. (Μονάδες 4)

8. (α) Α: πρωτεϊνικός υποδοχέας της αδρεναλίνης ή σύμπλοκο αδρεναλίνης-υποδοχέα
 Β: ενεργοποιητής
 Γ: αδενυλική κυκλάση
 Δ: ενεργοποίηση ανενεργών ενζύμων (κινάσες)
 Ε: γλυκογόνο. (Μονάδες 2,5)
- (β) Ο πρωτεϊνικός υποδοχέας αναγνωρίζει την αδρεναλίνη και σχηματίζουν το σύμπλοκο αδρεναλίνης-υποδοχέα το οποίο προκαλεί δραστηριοποίηση του ενζύμου αδενυλική κυκλάση, που στη συνέχεια καταλύει τη μετατροπή της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) σε κυκλική μονοφωσφορική αδενοσίνη (cAMP). Η τελευταία ενεργοποιεί τα ειδικά ένζυμα (κινάσες, φωσφορυλάσες), που είναι αναγκαία για τη μετατροπή του γλυκογόνου σε γλυκόζη. (Μονάδες 3,5)
- (γ) Η τεστοστερόνη μπορεί να διαπεράσει την κυτταρική μεμβράνη, γιατί λόγω της λιπιδικής σύστασής της περνά μέσα από το διπλό στρώμα λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης. Αντίθετα η αυξητική ορμόνη, ως πρωτεΐνη, χρειάζεται βοήθεια. (Μονάδα 1)
- (δ) Κάθε κύτταρο-στόχος έχει συγκεκριμένους πρωτεϊνικούς υποδοχείς, που αναγνωρίζουν συγκεκριμένες ορμόνες. Κύτταρα που δεν έχουν τους υποδοχείς, δεν μπορούν να αναγνωρίσουν και να προσλάβουν τις ορμόνες αυτές. (Μονάδα 1)
- (ε) Η ακρομεγαλία οφείλεται σε υπερέκκριση της αυξητικής ορμόνης σε άτομα που έχουν συμπληρώσει την ανάπτυξη του σκελετού τους. (Μονάδες 2)
9. (α) 1: προσυναπτική μεμβράνη
 2: μετασυναπτική μεμβράνη
 3: συναπτική σχισμή
 4: πρωτεϊνικό κανάλι (υποδοχέας)
 5: συναπτικά κυστίδια
 6: νευροδιαβιβαστής (Μονάδες 3)
- (β) Όταν η νευρική ώση φτάσει στο συναπτικό άκρο του νευρώνα, εκπολώνεται η προσυναπτική μεμβράνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την είσοδο ιόντων Ca^{++} στο προσυναπτικό άκρο του νευρώνα μέσα από κανάλια διαμεμβρανικών πρωτεϊνών. Η παρουσία των ιόντων Ca^{++} στο κύτταρο διεγείρει τα συναπτικά κυστίδια, ώστε αυτά

να προχωρήσουν προς την προσυναπτική μεμβράνη και να συνενωθούν μαζί της, με αποτέλεσμα ο νευροδιαβιβαστής που περιέχουν να ελευθερωθεί στη συναπτική σχισμή.

Διαμεμβρανικές πρωτεΐνες που βρίσκονται στη μετασυναπτική μεμβράνη έχουν υποδοχείς, οι οποίοι δεσμεύουν τα μόρια του νευροδιαβιβαστή. Μόλις συμβεί αυτό, ανοίγουν στη μετασυναπτική μεμβράνη οι πύλες των καναλιών Na^+ , με αποτέλεσμα να εισχωρήσουν τα ιόντα Na^+ στο εσωτερικό του μετασυναπτικού νευρώνα και να προκαλέσουν εκπόλωση και δημιουργία δυναμικού ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο η διέγερση μεταδίδεται από τον ένα νευρώνα στον άλλο. (Μονάδες 4)

(γ) Η μεταβίβαση της νευρικής ώσης στις συνάψεις γίνεται προς μια κατεύθυνση, γιατί τα συναπτικά κυστίδια βρίσκονται μόνο στη μια πλευρά του συναπτικού χώρου (προσυναπτικό άκρο). (Μονάδες 1,5)

(δ) Τα κύτταρα Schwann είναι είδος νευρογλοιακών κυττάρων, τα οποία περιβάλλουν τους νευράξονες ορισμένων νευρικών κυττάρων. Προσδίδουν στα νευρικά κύτταρα (δύο από τα πιο κάτω):

α. υποστηρικτικές ιδιότητες

β. ανοσοποιητικές ιδιότητες

γ. μονωτικές ιδιότητες

δ. ρυθμίζουν τη σύσταση του χημικού περιβάλλοντος του νευρικού ιστού.

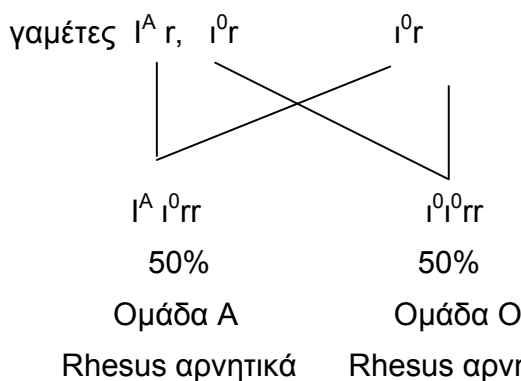
ε. αυξάνουν την ταχύτητα με την οποία μεταδίδεται η νευρική ώση. (Μονάδες 1,5)

- 10.(α). 1. Ομάδα αίματος A, Rhesus αρνητικό
2. Ομάδα αίματος B, Rhesus θετικό
3. Ομάδα αίματος AB, Rhesus θετικό
4. Ομάδα αίματος O, Rhesus αρνητικό.

(Μονάδες 2)

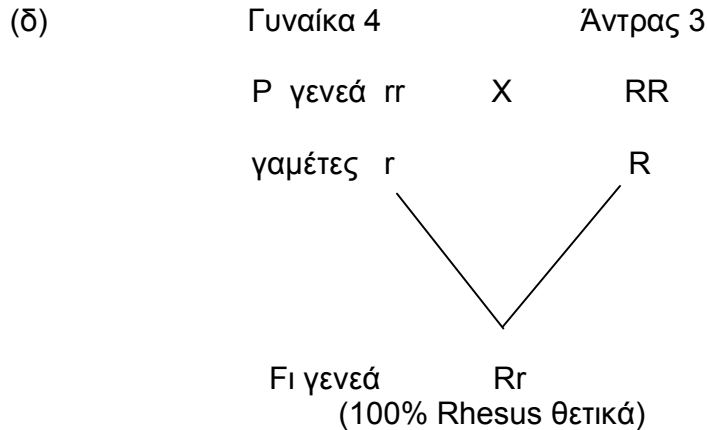
(β) Άτομο 1 Άτομο 4

$I^A i^0 rr$ X $i^0 i^0 rr$



(Μονάδες 3)

(γ) Αίμα σ' όλα τα άλλα άτομα μπορεί να δώσει το άτομο 4 (ομάδα αίματος O, Rhesus αρνητικό), γιατί δεν έχει αντιγόνα (A, B και Rhesus). (Μονάδες 1,5)



Εφόσον τα παιδιά τους θα είναι Rhesus θετικά, υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ερυθρά αιμοσφαίρια του παιδιού με τον παράγοντα Rhesus να περάσουν στο αίμα της μητέρας και να προκαλέσουν την παραγωγή αντισωμάτων αντι-Rhesus, τα οποία περνώντας στο έμβρυο, συνήθως σε μετέπειτα κύηση, θα του προκαλέσουν ερυθροβλάστωση. (Μονάδες 3,5)

ΜΕΡΟΣ Γ΄

Αποτελείται από **δύο** ερωτήσεις των **δεκαπέντε** μονάδων η καθεμιά.

11. (α) Το NADH που βρίσκεται στη μήτρα του μιτοχονδρίου οξειδώνεται και χάνει το υδρογόνο του. Το υδρογόνο αποτελείται από ένα πρωτόνιο και ένα ηλεκτρόνιο. Τα ηλεκτρόνια δεσμεύονται και μεταφέρονται από τα κυτταροχρώματα στην **κυτταροχρωμική οξειδάση**. Όταν τα ηλεκτρόνια μεταφέρονται από το ένα κυτταρόχρωμα στο άλλο, χάνουν ενέργεια, η οποία χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση αντλιών πρωτονίων, που εξάγουν πρωτόνια από τη μήτρα στο μεσομεμβρανικό χώρο του μιτοχονδρίου. Τα πρωτόνια, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσής τους στο μεσομεμβρανικό χώρο σε σχέση με το εσωτερικό του μιτοχονδρίου (μήτρα), ξαναεπιστρέφουν στο εσωτερικό του μιτοχονδρίου μέσω του καναλιού της ATP-συνθετάσης. Καθώς τα πρωτόνια διέρχονται από το κανάλι, σχηματίζεται ATP, ένα μόριο ανά πρωτόνιο. Δηλαδή διερχόμενο το πρωτόνιο από περιοχή υψηλής συγκέντρωσης σε περιοχή χαμηλής συγκέντρωσης, δίνει την απαιτούμενη ενέργεια που χρειάζεται ένα μόριο ADP για να ενωθεί με φωσφορική ομάδα προς σχηματισμό ATP (**οξειδωτική φωσφορυλίωση – χημειώσμωση**).

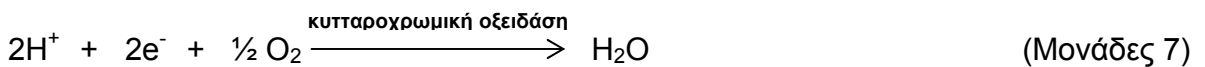
Το FADH₂ μεταφέρει λιγότερη ενέργεια και έτσι μπαίνει αργότερα στην αναπνευστική αλυσίδα.

Πρέπει να τονιστεί ότι τα ηλεκτρόνια που δίνονται από κάθε NADH ενεργοποιούν τρεις αντλίες πρωτονίων, ενώ τα ηλεκτρόνια που δίνονται από κάθε FADH₂

ενεργοποιούν μόνο δύο αντλίες πρωτονίων. Έτσι από την οξειδωτική φωσφορυλίωση ενός NADH παράγονται 3 ATP, ενώ από την οξειδωτική φωσφορυλίωση ενός FADH₂ παράγονται 2 ATP.

Να σημειωθεί ότι από τα 2 NADH που λαμβάνονται από τη γλυκόλυση παράγονται μόνο 4 μόρια ATP.

Συγχρόνως τα ηλεκτρόνια, αφού καταλήξουν μέσω διάφορων κυτταροχρωμάτων στην κυτταροχρωμική οξειδάση και αφού ήδη ενεργοποίησαν τις αντλίες πρωτονίων, επανέρχονται στη μήτρα του μιτοχονδρίου. Εκεί, αφού δεσμευτούν από το οξυγόνο, που ενεργοποιείται και ενώνεται με ελεύθερα ιόντα υδρογόνου, σχηματίζεται νερό κατά την αντίδραση:



- (β) Η αναπνευστική αλυσίδα είναι μια σειρά από κυτταροχρώματα (μεταφορείς ηλεκτρονίων) και ένζυμα, τα οποία βρίσκονται στην εσωτερική μεμβράνη των μιτοχονδρίων. (Μονάδες 2)
- (γ) Η μεταφορά του γαλακτικού οξέος στο ήπαρ είναι σημαντική για τους εξής λόγους:
- Απομακρύνεται από τα κύτταρα ως τοξική (καματογόνο) ουσία.
 - Μετατρέπεται σε γλυκόζη, η οποία χρησιμοποιείται για επιπρόσθετη παραγωγή ενέργειας. (Μονάδες 2)
- (δ) Ο ρόλος του οξαλοξικού οξέος στον κύκλο του Krebs είναι σημαντικός, γιατί αντιδρά με το ακετυλοσυνένζυμο Α και σχηματίζεται κιτρικό οξύ, από το οποίο αρχίζει ο κύκλος του Krebs. (Μονάδες 2)
- (ε) i. Θα θολώσει το ασβεστόνερο, γιατί παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, από αλκοολική ζύμωση. (Μονάδα 1)
- ii. Το ενεργειακό κέρδος από τη βιοχημική αντίδραση (αλκοολική ζύμωση) είναι δύο μόρια ATP κατά τον καταβολισμό ενός μορίου γλυκόζης. (Μονάδες 1)

12. (α) Α: Φωτοσύστημα II
 Β: Πρωτογενής δέκτης
 Γ: Φωτοσύστημα I
 Δ: Πρωτογενής δέκτης
 Ε: NADP-αναγωγίαση. (Μονάδες 2,5)

- (β) Η χλωροφύλλη α P680 του φωτοσυστήματος II απορροφά φωτόνια, διεγείρεται και στη συνέχεια αποβάλλει ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια αυτά παραλαμβάνονται από τον πρωτογενή δέκτη και στη συνέχεια μεταβιβάζονται στους διάφορους μεταφορείς ηλεκτρονίων (αλυσίδα μεταφοράς e⁻). Κάθε φορά που γίνεται μεταβίβαση των ηλεκτρονίων από τον ένα μεταφορέα στον άλλο, αποβάλλεται και ένα μέρος της

ενέργειάς τους. Με την ενέργεια αυτή γίνεται η φωσφορυλίωση της ADP και ο σχηματισμός της ATP (χημειώσμωση). Τα ηλεκτρόνια από τη χλωροφύλλη α P680 τελικά καταλήγουν στη χλωροφύλλη α P700 του φωτοσυστήματος I, η οποία είχε ήδη απορροφήσει φωτόνια, διεγέρθηκε και τελικά απέβαλε ηλεκτρόνια. Έτσι η χλωροφύλλη α P700, με την πρόσληψη των ηλεκτρονίων αυτών, αποϊονίζεται. Τα ηλεκτρόνια που αποβάλλονται από τη χλωροφύλλη α P700 του φωτοσυστήματος I παραλαμβάνονται από τον πρωτογενή δέκτη και καταλήγουν, μέσω της φερρεδοξίνης, στο NADP^+ . Αυτό, προσλαμβάνοντας δύο ηλεκτρόνια, καθώς και δύο πρωτόνια (H^+) από τη διάσπαση του νερού, με τη βοήθεια του ενζύμου NADP-αναγωγάση, ανάγεται σε NADPH. Για να επανέλθει η χλωροφύλλη α P680 στη θεμελιώδη κατάσταση (αποϊονισμός), αποσπά ηλεκτρόνια από το νερό, προκαλώντας τη φωτόλυσή του. (Μονάδες 6,5)

- (γ) Διαφορές μεταξύ κυκλικής και μη κυκλικής φωτοφωσφορυλίωσης.
Τρεις από τις πιο κάτω:
- i. Στη μη κυκλική συμμετέχουν δύο φωτοσυστήματα, ενώ στην κυκλική ένα.
 - ii. Στη μη κυκλική σχηματίζεται NADPH, ενώ στην κυκλική όχι.
 - iii. Στη μη κυκλική γίνεται φωτόλυση του νερού, ενώ στην κυκλική όχι.
 - iv. Στη μη κυκλική τα ηλεκτρόνια δεν επιστρέφουν στο φωτοσύστημα II, από το οποίο ξεκίνησαν, ενώ στην κυκλική καταλήγουν στο φωτοσύστημα από το οποίο ξεκίνησαν (φωτοσύστημα I).
 - v. Στη μη κυκλική ελευθερώνεται οξυγόνο, ενώ στην κυκλική όχι. (Μονάδες 3)
- (δ) Τρεις από τους πιο κάτω:
- i. Παράγονται οργανικές ουσίες, με τις οποίες τρέφονται άμεσα ή έμμεσα οι οργανισμοί του οικοσυστήματος.
 - ii. Δεσμεύονται τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και έτσι καθαρίζεται η ατμόσφαιρα από αυτό.
 - iii. Εμπλουτίζεται η ατμόσφαιρα και η υδρόσφαιρα με οξυγόνο, απαραίτητο για την επιβίωση των οργανισμών (οξειδωση οργανικών ουσιών και παραγωγή ενέργειας).
 - iv. Δέσμευση της φωτεινής ενέργειας και μετατροπή της σε χημική (οργανικές ουσίες). (Μονάδες 3)

----- ΤΕΛΟΣ -----