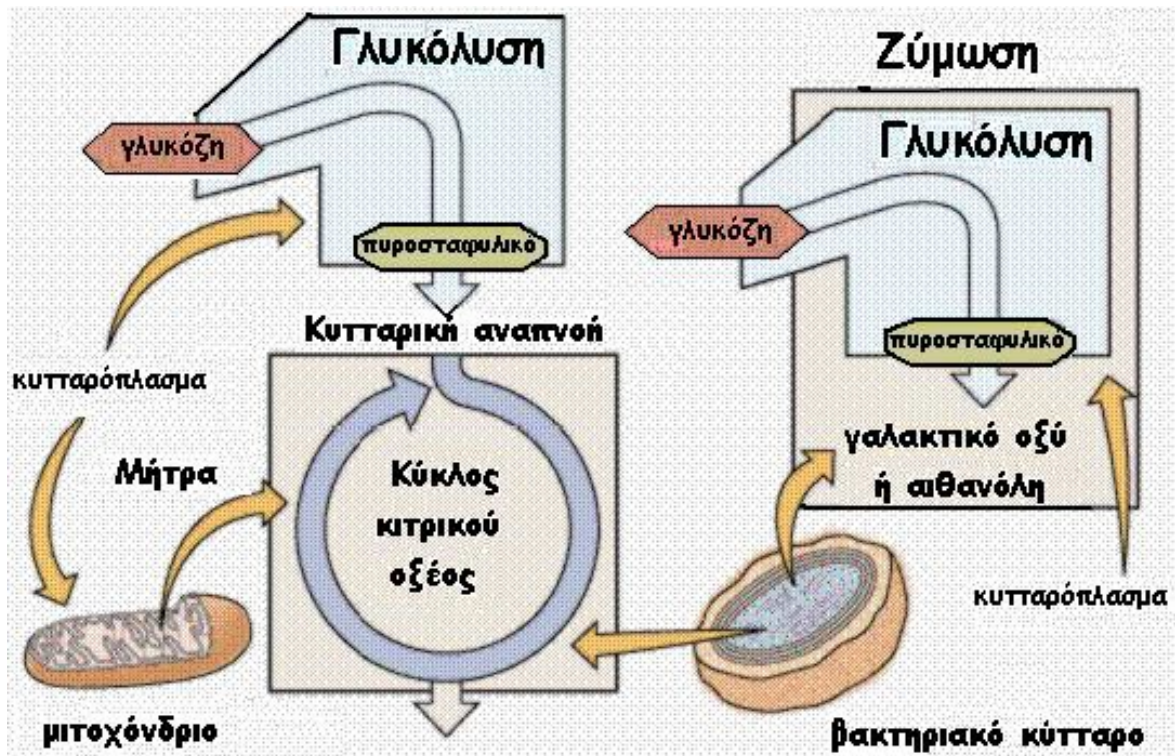


ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΝΑΠΝΟΗ



ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΝΑΠΝΟΗ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



Το αυτοκίνητο καίει βενζίνη για να πάρει ενέργεια. Ποιο είναι το καύσιμο του κυττάρου;

.....
.....
.....
.....

Με ποια αντίδραση διασπάται το καύσιμο στα κύτταρα και σε ποιο μέρος του κυττάρου γίνεται αυτό;

.....
.....
.....
.....

Σε ποιο μόριο αποθηκεύεται η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την κυτταρική αναπνοή; Με ποια αντίδραση;

.....
.....
.....
.....

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΝΑΠΝΟΗ

☞ Οι οργανισμοί χρειάζονται συνεχώς ενέργεια **(α)** για την επιτέλεση χημικών αντιδράσεων και **(β)** για την επιτέλεση άλλων λειτουργιών.

☞ Η ενέργεια αυτή εξασφαλίζεται από τη διάσπαση οργανικών ουσιών που ονομάζονται **αναπνευστικά υποστρώματα**.

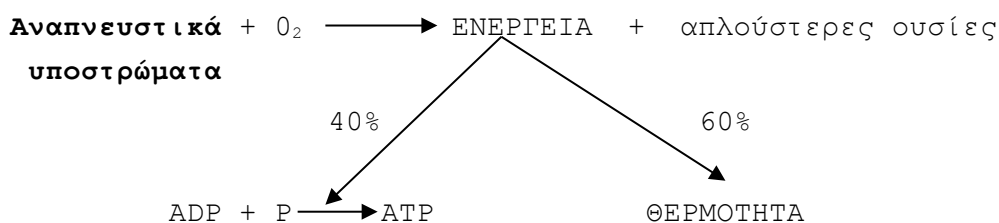
☞ Τα αναπνευστικά υποστρώματα είναι οργανικές ουσίες που οξειδώνονται απελευθερώνοντας την ενέργεια που αποθηκεύεται μέσα στους δεσμούς τους.

☞ Τρεις κατηγορίες οργανικών μακρομορίων περιλαμβάνονται στα αναπνευστικά υποστρώματα:

(α) οι υδατάνθρακες

(β) οι πρωτεΐνες

(γ) οι λιπαρές ουσίες



☞ Η απελευθέρωση της ενέργειας που εγκλείεται στα αναπνευστικά υποστρώματα γίνεται σε πολλά **στάδια** διότι μεγάλο μέρος (60%) αυτής της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα.

☞ Αν η διάσπαση των αναπνευστικών υποστρωμάτων γινόταν σε ένα και μόνο στάδιο θα απελευθερωνόταν απότομα μεγάλη ποσότητα θερμότητας και αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του κυττάρου που θα ήταν καταστροφική.

☞ Αντί να γίνει αυτό απελευθερώνεται η ίδια ποσότητα θερμότητας αλλά σταδιακά σε μικρά πακέτα που δεν μπορούν να βλάψουν το κύτταρο.

☞ Η υπόλοιπη ποσότητα της ενέργειας (40%) αποθηκεύεται στους δεσμούς της ATP σύμφωνα με την αντίδραση φωσφορυλίωσης της ADP που αναφέρεται στο προηγούμενο κεφάλαιο ως **φωτοσυνθετική φωσφορυλίωση**.



☞ Παρόλο που η αντίδραση σχηματισμού ATP είναι η ίδια με αυτήν της φωτοσύνθεσης, η διαδικασία έχει διαφορετικό όνομα σε αυτό το κεφάλαιο διότι διαφέρει η πηγή της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην πιο πάνω αντίδραση.

☞ Στο προηγούμενο κεφάλαιο η πηγή της ενέργειας για το σχηματισμό της ATP ήταν η κίνηση σωματιδίων λόγω της δράσης του φωτός πάνω σε συγκεκριμένα συστήματα μορίων.

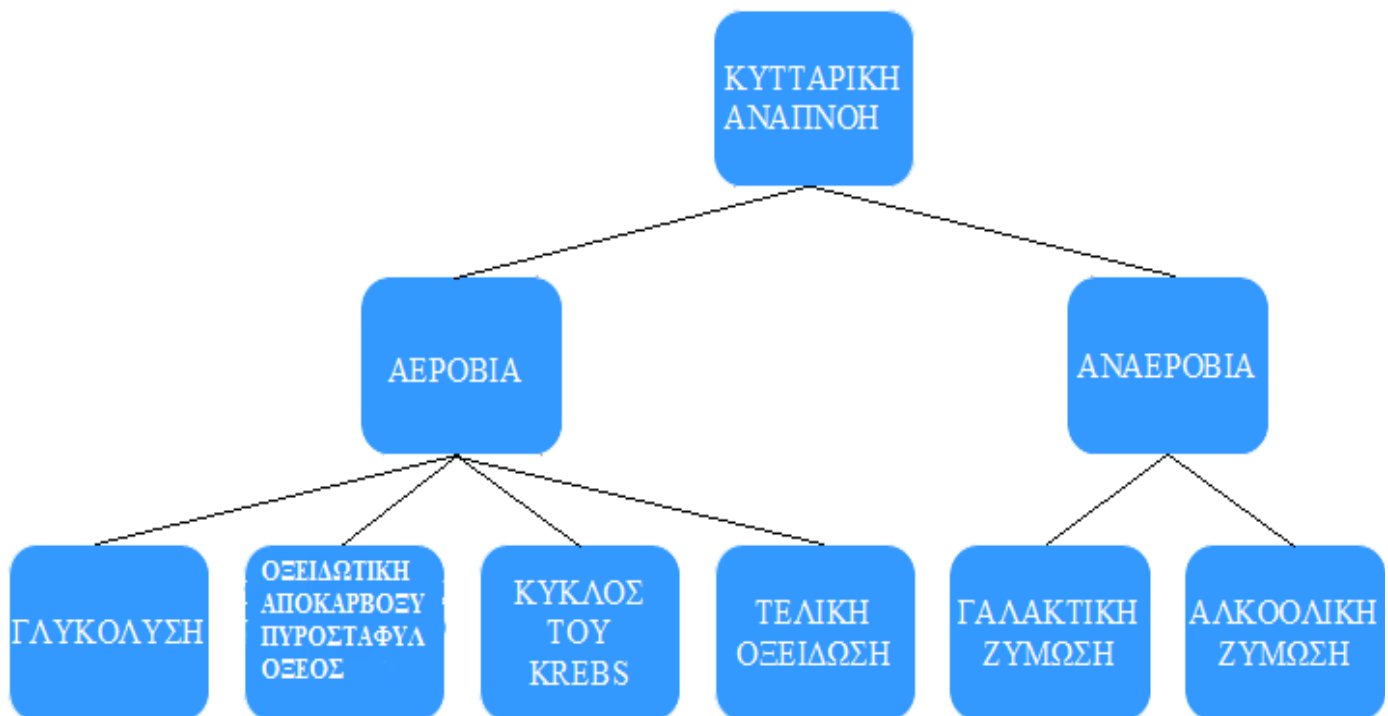
☞ Σε αυτό το κεφάλαιο ο σχηματισμός μορίων ATP γίνεται με ενέργεια που προέρχεται από τη βιολογική οξείδωση ουσιών. Γι' αυτό ονομάζεται **οξειδωτική φωσφορυλίωση**.

Ορισμός Κυτταρικής αναπνοής

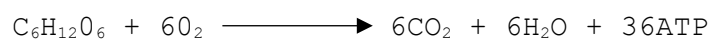
Κυτταρική αναπνοή είναι η απελευθέρωση της ενέργειας που εγκλείεται στα αναπνευστικά υποστρώματα του κυττάρου με οξείδωση των αναπνευστικών υποστρωμάτων.

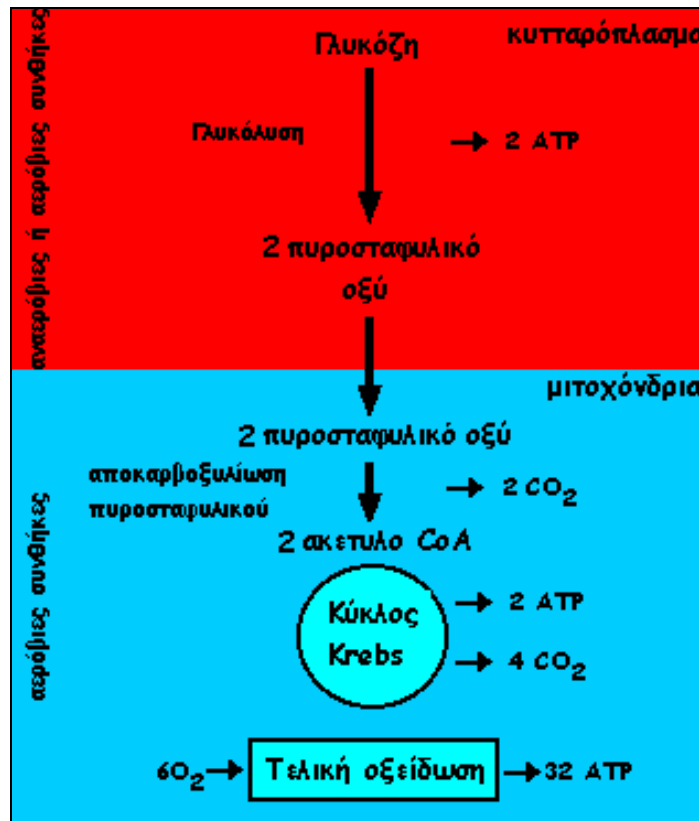
☞ Υπάρχουν δύο κατηγορίες κυτταρικής αναπνοής: **(α)** η αερόβια και **(β)** η αναερόβια.

ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΝΑΠΝΟΗ



Γενική αντίδραση αερόβιας αναπνοής



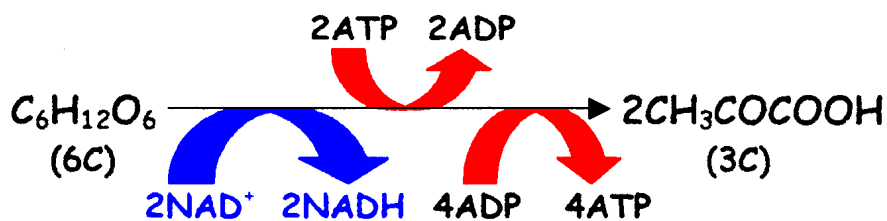


Εικόνα 1

Επισκόπηση του μεταβολισμού της γλυκόζης^β

ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ

☞ Η γλυκόλυση είναι μία βιοχημική διαδικασία που αποτελείται από πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις που οδηγούν, μέσω μιας σειράς ενδιάμεσων προϊόντων, στο σχηματισμό 2 μορίων πυροσταφυλικού οξέος (CH₃COCOOH).



☞ Σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία παίζει το ένζυμο **εξοκινάση**.

☞ Παρατηρείται μεταφορά υδρογόνου με το συνένζυμο **NAD⁺** (νικοτιναμίδο αδενίνο δινουκλεοτίδιο) που ανάγεται σε **NADH + H⁺** (ανηγμένη μορφή του νικοτιναμίδο αδενίνο δινουκλεοτιδίου).

Παράγονται 2 μόρια NADH από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης κατά τη διάρκεια της γλυκόλυσης.

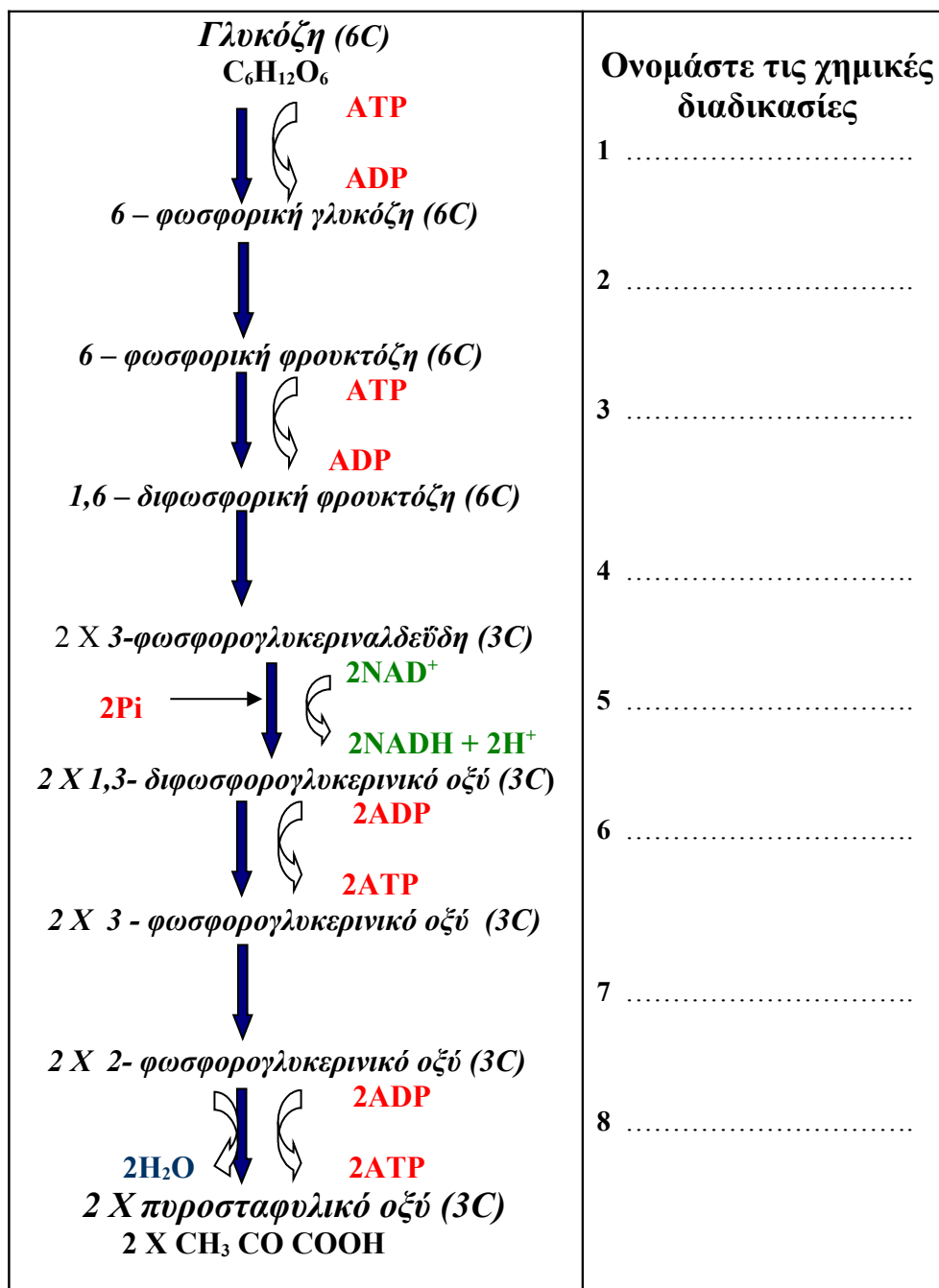
☞ Το συνολικό **κέρδος** από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης κατά τη διάρκεια της γλυκόλυσης είναι 2 μόρια ATP αφού παράγονται 4 ATP και καταναλώνονται 2.

☞ Γίνεται στο **κυτταρόπλασμα** όπου οι συνθήκες μπορεί να είναι αερόβιες ή αναερόβιες δηλαδή μπορεί να υπάρχει ή όχι οξυγόνο.

☞ Ονομάζεται και **αναερόβια φάση της αερόβιας αναπνοής** διότι το οξυγόνο δεν είναι απαραίτητο για τη διεξαγωγή της.

ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



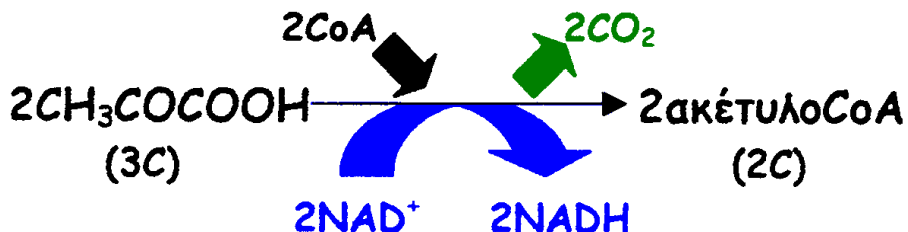
Αφού μελετήσετε τον πιο πάνω πίνακα προσπαθήστε να γράψετε τη γενική εξίσωση της γλυκόλυσης

.....

.....

ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΡΒΟΞΥΛΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΥΡΟΣΤΑΦΥΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

☞ Τα 2 μόρια του πυροσταφυλικού οξέος που παράχθηκαν κατά τη γλυκόλυση στο κυτταρόπλασμα μεταφέρονται στα μιτοχόνδρια (Εικόνα 1) όπου αντιδρούν σε αερόβιες συνθήκες με 2 μόρια συνένζυμου Α (CoA) και σχηματίζονται 2 μόρια **ακέτυλο συνένζυμου Α** (ακέτυλο CoA ή CH_3COCOA).

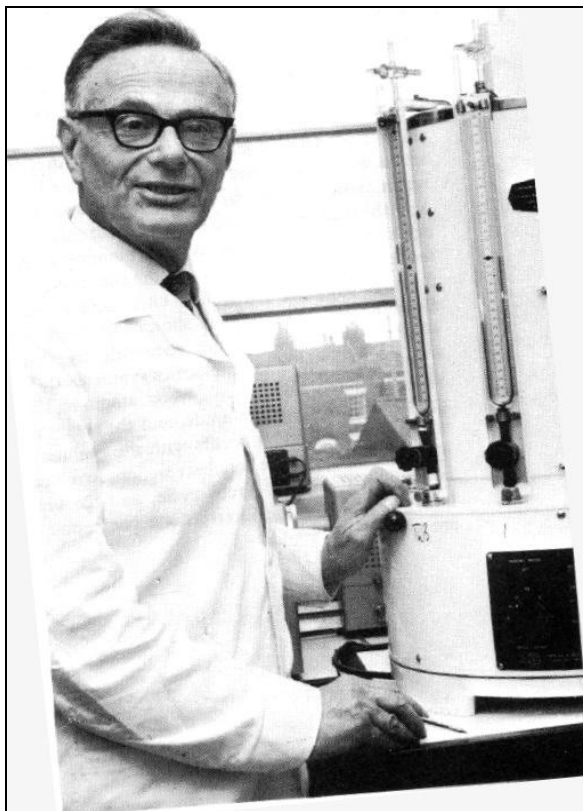


☞ Ονομάζεται αποκαρβοξυλίωση διότι απομακρύνεται η καρβοξυλομάδα ($-\text{COOH}$) του πυροσταφυλικού οξέος υπό τη μορφή CO_2 .

☞ Η διαδικασία διεξάγεται στα μιτοχόνδρια του κυττάρου και το οξυγόνο είναι απαραίτητο για τη διεξαγωγή της.

☞ Παρατηρείται μεταφορά υδρογόνου με το συνένζυμο NAD^+ που ανάγεται σε NADH .

☞ Παράγονται 2 μόρια NADH από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης κατά τη διάρκεια της οξειδωτικής αποκαρβοξυλίωσης του πυροσταφυλικού οξέος.

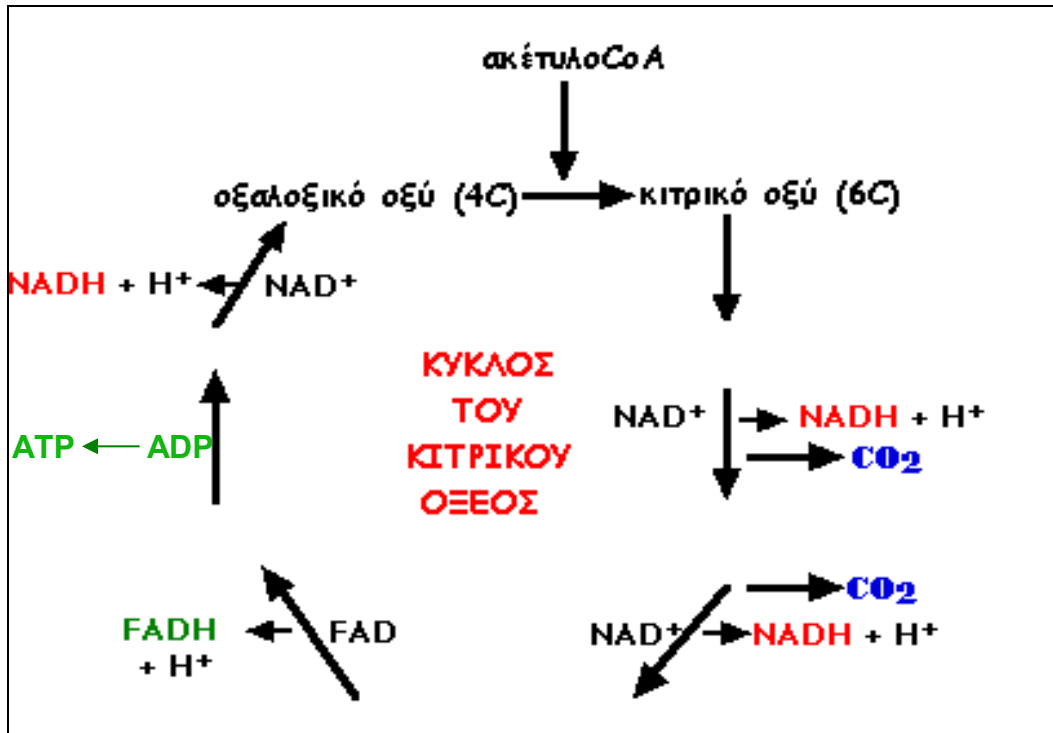


Εικόνα 2

Ο Hans Krebs

ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ KREBS ή ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΚΙΤΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

☞ Το οξαλοξικό οξύ (4C) δεσμεύει μια ακετυλομάδα από το ακετυλοσυνένζυμο A και σχηματίζεται κιτρικό οξύ (6C) το οποίο με πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις δημιουργεί διάφορα ενδιάμεσα προϊόντα που τελικά καταλήγουν στο οξαλοξικό οξύ.



Εικόνα 3

Ο κύκλος του Krebs

☞ Παρατηρείται μεταφορά υδρογόνου με το συνένζυμο NAD^+ που ανάγεται σε NADH και με το συνένζυμο FAD^+ (φλαβίνο αδενο δινουκλεοσιδίιο) που ανάγεται σε $\text{FADH} + \text{H}^+$ (ανηγμένη μορφή του φλαβίνο αδενο δινουκλεοσιδίου).

☞ Κάθε φορά που γίνεται ο κύκλος του Krebs:

- (α) ελευθερώνονται 2 μόρια CO_2
- (β) παράγεται 1 ATP
- (γ) παράγονται 3 NADH
- (δ) παράγεται 1 FADH_2

☞ Από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης κατά τη γλυκόλυση και την αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος παράγονται 2 μόρια ακέτυλοCoA για τη διάσπαση των οποίων απαιτείται να γίνει 2 φορές ο κύκλος και να παραχθούν 4 μόρια CO_2 , 2 ATP, 6 NADH και 2 FADH_2 .

ΤΕΛΙΚΗ ΟΞΕΙΔΩΣΗ

☞ Μπορούμε να παρομοιάσουμε την τελική οξειδωση με το ταμείο ενός καζίνο.

☞ Στο ταμείο ενός καζίνο γίνεται ανταλλαγή χρημάτων με μάρκες τις οποίες οι πελάτες δικαιούνται να χρησιμοποιήσουν στα διάφορα παιχνίδια.

☞ Στην τελική οξειδωση εξαργυρώνονται τα NADH και τα FADH που παράχθηκαν στα προηγούμενα τρία στάδια της αερόβιας αναπνοής (γλυκόλυση, οξειδ. αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού και κύκλος του Krebs) προς 3 και 2 μόρια ATP αντίστοιχα.

☞ Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό των μορίων ATP που προκύπτουν από την εξαργύρωση όλων των NADH και των FADH που παράγονται από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης.

Πίνακας 2

Υπολογισμός ATP από τη διάσπαση 1 μορίου γλυκόζης

	Γλυκόλυση	Οξειδωτική Αποκαρβοξυλίωση πυροσταφυλικού	Κύκλος Krebs	Σύνολο	Εξαργύρωση συνόλου*
NADH	2	2	6	10	2X2=4 8X3=24
FADH₂	0	0	2	2	2X2=4
				Σύνολο ATP	32

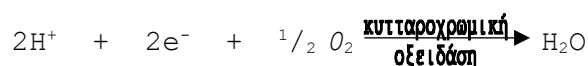
*Κάθε NADH εξαργυρώνεται προς 3 ATP

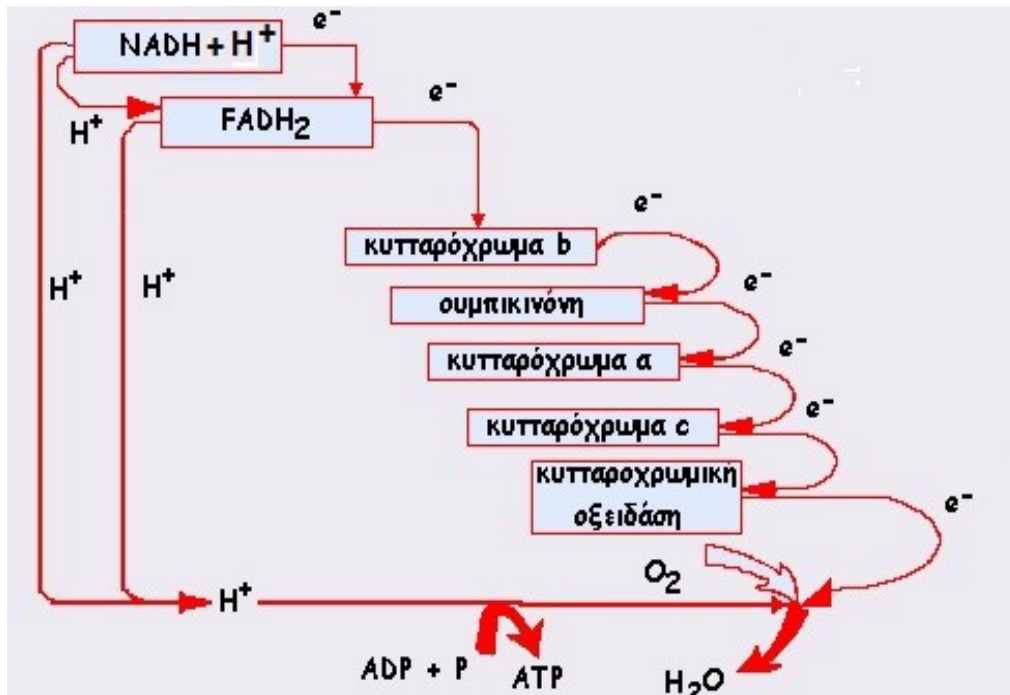
Εξαίρεση τα NADH της γλυκόλυσης που αξίζουν 2 ATP το καθένα διότι απαιτείται 1 ATP για να περάσουν από το κυτταρόπλασμα όπου παράγονται στο μιτοχόνδριο όπου γίνεται η τελική οξειδωση

*Κάθε FADH εξαργυρώνεται προς 2 ATP

☞ Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει κανένα ταμείο στο μιτοχόνδριο που να ανταλλάζει τα NADH και τα FADH₂ με ATP.

☞ Τα υδρογόνα που μεταφέρονται από το NAD⁺ και το FAD⁺ αποδίδονται στο οξυγόνο που παραλαμβάνει το κύτταρο από το περιβάλλον σύμφωνα με την πιο κάτω αντίδραση που καταλύεται (επιταχύνεται) από το ένζυμο **κυτταροχρωμική οξειδάση**.





Τελική οξειδωση

☞ Τα H⁺ του υδρογόνου καταλήγουν απευθείας στο οξυγόνο, ενώ τα ηλεκτρόνια του υδρογόνου καταλήγουν στο οξυγόνο μέσω κυτταροχρωμάτων και άλλων μεταφορέων ηλεκτρονίων που συγκροτούν μία αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων.

☞ Η αλυσίδα αυτή της μεταφοράς των ηλεκτρονίων του H₂ ονομάζεται **αναπνευστική αλυσίδα** και αποτελείται από το κυτταρόχρωμα b, την ουμπικινόνη, το κυτταρόχρωμα a, το κυτταρόχρωμα c και την κυτταροχρωμική οξειδάση.

☞ Κατά τη μεταφορά των e⁻ κατά μήκος της αναπνευστικής αλυσίδας απελευθερώνεται ενέργεια που χρησιμοποιείται για το σχηματισμό μορίων ATP σύμφωνα με την πιο κάτω αντίδραση.



☞ Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **οξειδωτική φωσφορυλίωση** και με αυτή σχηματίζονται τελικά 32 μόρια ATP από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης.

Κέρδος ενέργειας από την αερόβια οξειδωση ενός μορίου γλυκόζης

☞ 2 ATP παράγονται στο κυτταρόπλασμα κατά τη γλυκόλυση.

☞ 2 ATP παράγονται στα μιτοχόνδρια κατά τον κύκλο του Krebs.

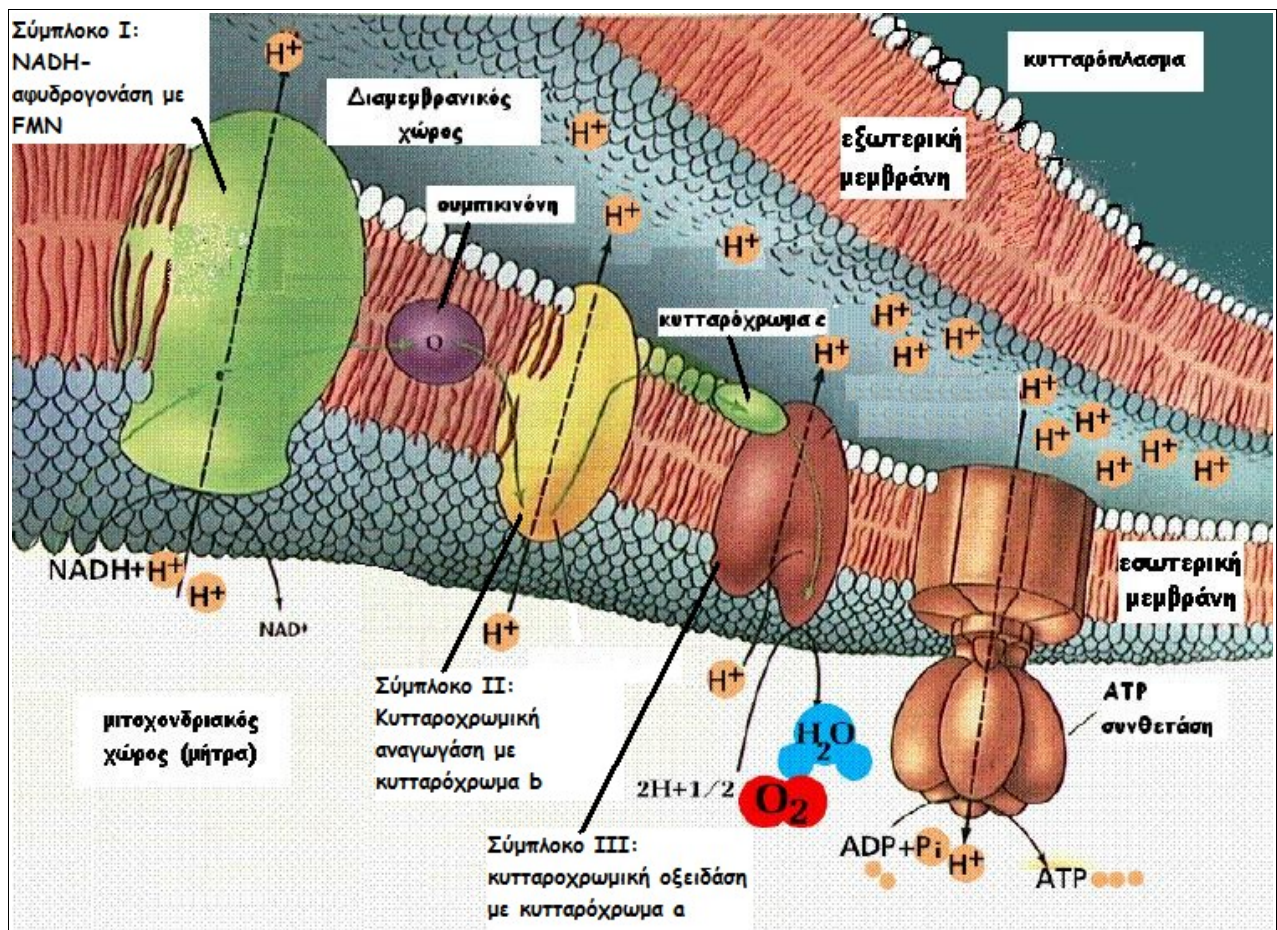
☞ 32 ATP παράγονται στα μιτοχόνδρια κατά την τελική οξειδωση.

☞ Σύνολο 36 μόρια ATP παράγονται από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης.

Πίνακας 3

Σύγκριση φωτοσυνθετικής και οξειδωτικής φωσφορύλιωσης

ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΦΩΣΦΟΡΥΛΙΩΣΗ	ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΦΩΣΦΟΡΥΛΙΩΣΗ
1. γίνεται στην παρουσία φωτός	1. γίνεται συνεχώς
2. σε φυτικά κύτταρα	2. σε ζωικά και φυτικά κύτταρα
3. στους χλωροπλάστες	3. στα μιτοχόνδρια
4. ATP από ενέργεια που προέρχεται από κίνηση e^- : (α) των OH^- του νερού (μη κυκλική) και (β) της χλωροφύλλης (κυκλική)	4. ATP από ενέργεια που προέρχεται από κίνηση e^- των αφυδρογονώσεων που συμβαίνουν κατά τη βιολογική οξείδωση
5. Τα e^- μεταβιβάζονται στη χλωροφύλλη ή στο NADPH.	5. Τα e^- μεταβιβάζονται στο O_2



Εικόνα 5

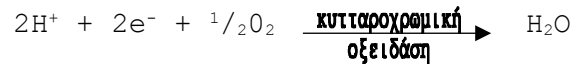
Τελική οξείδωση με χημειώσωση

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΗΜΕΙΩΣΜΩΣΗ

☞ Τα υδρογόνα του NADH και του FADH απελευθερώνονται στη μήτρα (Εικόνα 5).

☞ Τα ηλεκτρόνια (e^-) του υδρογόνου κινούνται κατά μήκος της **αναπνευστικής αλυσίδας** που βρίσκεται στην εσωτερική μεμβράνη και αποτελείται από το σύμπλοκο I (NADH αφυδρογονάση με FMN), την ουμπικινόνη, το σύμπλοκο II (κυτταροχρωμική αναγωγή με κυτταρόχρωμα b), το κυτταρόχρωμα c και το σύμπλοκο III (κυτταροχρωμική οξειδάση με κυτταρόχρωμα a).

☞ Στο χώρο όπου βρίσκεται η κυτταροχρωμική οξειδάση (τα ηλεκτρόνια) χρησιμοποιούνται στην αντίδραση παραγωγής νερού μαζί με οξυγόνο που παραλαμβάνει το κύτταρο από το περιβάλλον και **πρωτόνια (H^+)** του μιτοχονδριακού χώρου σύμφωνα με την πιο κάτω αντίδραση.



☞ Η αντίδραση αυτή καταλύεται (επιταχύνεται) από το ένζυμο **κυτταροχρωμική οξειδάση**.

☞ Κατά τη μεταφορά των ηλεκτρονίων κατά μήκος της αναπνευστικής αλυσίδας απελευθερώνεται ενέργεια που χρησιμοποιείται από τα κυτταροχρώματα για να μεταφέρουν πρωτόνια από τη μήτρα στο **διαμεμβρανικό χώρο** (Εικόνα 5).

☞ Η συγκέντρωση πρωτονίων στο διαμεμβρανικό χώρο είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη συγκέντρωση στη μήτρα για δύο λόγους:

(α) τα κυτταροχρώματα μεταφέρουν συνεχώς πρωτόνια από τη μήτρα στο διαμεμβρανικό χώρο και

(β) στην αντίδραση παραγωγής νερού χρησιμοποιούνται πρωτόνια από τη μήτρα μειώνοντας ακόμη περισσότερο τη συγκέντρωση πρωτονίων της μήτρας.

☞ Τα πρωτόνια έχουν μια τάση να κατευθύνονται από περιοχές μεγάλης προς περιοχές μικρής συγκέντρωσης.

☞ Έτσι, τα πρωτόνια τείνουν να κινηθούν από το διαμεμβρανικό χώρο προς τη μήτρα.

☞ Η μόνη δίοδος για τα πρωτόνια είναι το **κανάλι της ATP συνθετάσης** (Εικόνα 5).

☞ Η κίνηση των πρωτονίων μέσα από το κανάλι απελευθερώνει ενέργεια που χρησιμοποιείται στην πιο κάτω αντίδραση σύνθεσης της ATP που επιταχύνεται από την ATP συνθετάση.



Πίνακας 4

Σύγκριση φωτοσύνθεσης και βιολογικής οξειδωσης (αερόβιας αναπνοής)

ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΟΞΕΙΔΩΣΗ
1. Αναγωγική αντίδραση	1. Οξειδωτική αντίδραση
2. Σύνθεση οργανικών ουσιών και αποθήκευση ενέργειας	2. Αποικοδόμηση οργανικών ουσιών και απελευθέρωση ενέργειας
3. Πρώτες ύλες: CO_2 , H_2O	3. Πρώτες ύλες: υδατάνθρακες, λιπαρές ουσίες και πρωτεΐνες
4. Βασικά τελικά προϊόντα: υδατάνθρακες, O_2	4. Βασικά τελικά προϊόντα: CO_2 , H_2O
5. Αύξηση μάζας	5. Μείωση μάζας
6. Στα φυτικά κύτταρα	6. Σε όλα τα κύτταρα
7. Στην παρουσία της χλωροφύλλης	7. Στην παρουσία ή όχι της χλωροφύλλης
8. Στην παρουσία του φωτός	8. Στην παρουσία ή όχι του φωτός
9. Φωτοσυνθετική φωσφορυλίωση	9. Οξειδωτική φωσφορυλίωση
10. $6\text{CO}_2+12\text{H}_2\text{O}\rightarrow\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6+6\text{H}_2\text{O}+6\text{O}_2$	10. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6+6\text{O}_2+6\text{H}_2\text{O}\rightarrow6\text{CO}_2+12\text{H}_2\text{O}$

Πίνακας 5

Σύγκριση γλυκόλυσης και κύκλου του Krebs

ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ	ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ KREBS
1. μεταφορά υδρογόνου με το συνένζυμο NAD^+	1. μεταφορά υδρογόνου με τα συνένζυμα NAD^+ και FAD^+
2. στο κυτταρόπλασμα	2. στα μιτοχόνδρια
3. μπορεί να διεξαχθεί κάτω από αναερόβιες αλλά και αερόβιες συνθήκες	3. διεξάγεται μόνο κάτω από αερόβιες συνθήκες
4. δεν παρατηρείται απελευθέρωση CO_2	4. απελευθέρωση CO_2
5. παράγονται 2 ATP από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης	5. παράγονται 2 ATP από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΑΝΑΠΝΟΗ

☞ Σε περιπτώσεις μικρής ή καθόλου προμήθειας οξυγόνου, στα κύτταρα δεν μπορούν να γίνουν τα στάδια της αερόβιας αναπνοής που γίνονται στο μιτοχόνδριο κι έτσι το πυροσταφυλικό οξύ (τελικό προϊόν της γλυκόλυσης) δεν διασπάται.

☞ Η συσσώρευση του πυροσταφυλικού οξέος καταστέλλει την γλυκόλυση που είναι η μόνη διαδικασία που μπορεί να παράξει τα πολύτιμα για το κύτταρο μόρια ATP κάτω από αναερόβιες συνθήκες.

☞ Το NADH που επίσης παράγεται κατά την γλυκόλυση δεν μπορεί να μετατραπεί σε NAD⁺ επειδή δεν υπάρχει οξυγόνο για να αποδώσει τα υδρογόνα του στην τελική οξειδωση.

☞ Η έλλειψη NAD⁺ είναι ακόμα ένας λόγος για να σταματήσει η διαδικασία της γλυκόλυσης.

☞ Το πρόβλημα αυτό της καταστολής της λειτουργίας της γλυκόλυσης απουσία οξυγόνου λόγω συσσώρευσης πυροσταφυλικού οξέος και έλλειψης NAD⁺ λύθηκε σε πολλούς οργανισμούς που χρησιμοποιούν σαν δέκτες υδρογόνου οργανικές ή ανόργανες ουσίες.

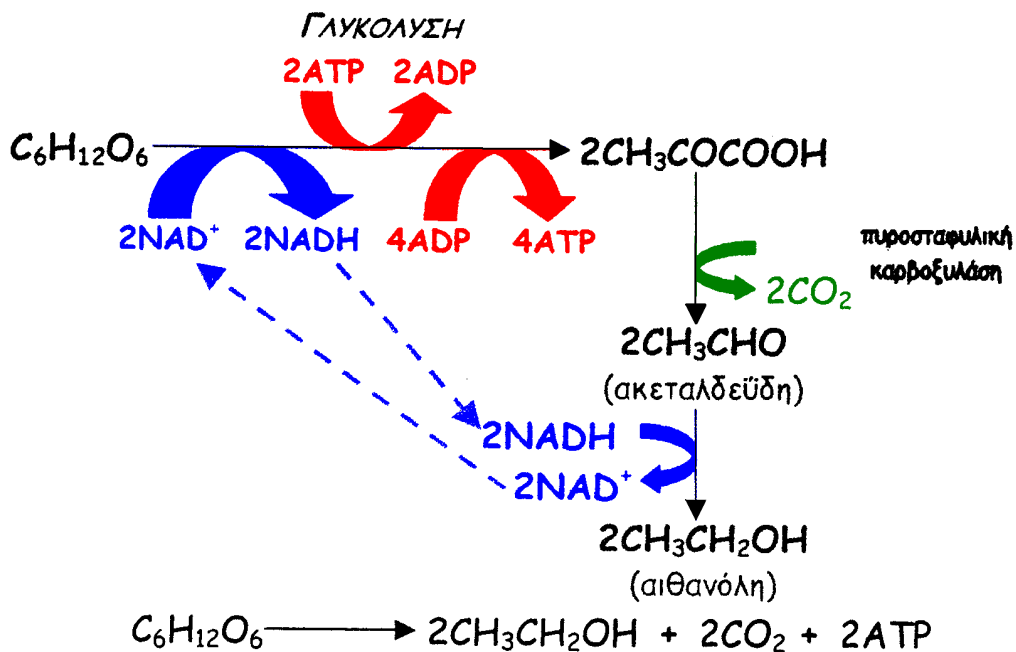
Ορισμός ζύμωσης

Ζύμωση είναι η διαδικασία απελευθέρωσης ενέργειας στην οποία το υδρογόνο που αποσπάται μεταφέρεται σε οργανικούς δέκτες και διεξάγεται στο κυτταρόπλασμα.

ΑΛΚΟΟΛΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ

☞ Διεξάγεται σε σακχαρομύκητες, σε μερικά βακτήρια και φυτικά κύτταρα όταν αυτά βρεθούν υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου.

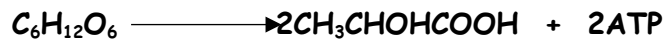
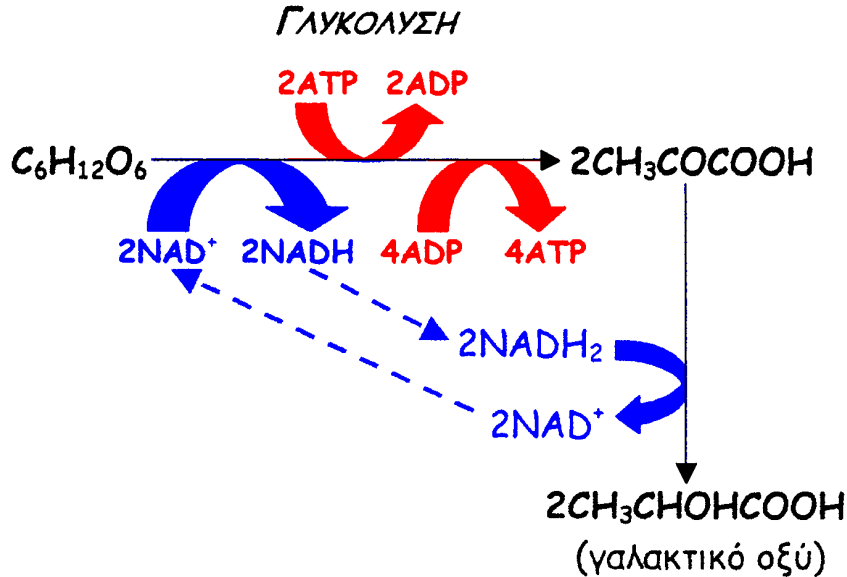
☞ Μερικά παράγωγα αλκοολικής ζύμωσης που παίζουν σημαντικό ρόλο στη **διατροφή** μας είναι το ψωμί, η μπύρα και το κρασί.



ΓΑΛΑΚΤΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ

☞ Διεξάγεται σε ζωικά κύτταρα και σε μερικά βακτήρια όταν αυτά βρεθούν υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου.

☞ Τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι παράγωγα γαλακτικής ζύμωσης.



☞ Οι ζωικοί οργανισμοί δεν περιέχουν το ένζυμο **πυροσταφυλική καρβοξυλάση** που επιταχύνει την αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος και τη μετατροπή του σε **ακεταλδεΐδη** και γι' αυτό δέκτης του υδρογόνου του NADH γίνεται το πυροσταφυλικό οξύ.

☞ Στην έντονη άσκηση το ανθρώπινο σώμα χρειάζεται μεγάλα ποσά ενέργειας αλλά το οξυγόνο που υπάρχει στο αίμα δεν αρκεί για να καλύψει τις ανάγκες των μυϊκών κυττάρων.

☞ Τότε παράλληλα με την αερόβια αναπνοή τα μυϊκά κύτταρα αναγκάζονται να κάνουν και γαλακτική ζύμωση για να πάρουν την ενέργεια που απαιτείται για τη μυϊκή σύσπαση.

☞ Το **γαλακτικό οξύ** που παράγεται από τη γαλακτική ζύμωση είναι τοξικό για τα κύτταρα (**καματογόνος ουσία**).

☞ Ένα μέρος του γαλακτικού οξέος (γύρω στο 80%) αποβάλλεται από τα κύτταρα και μέσω της κυκλοφορίας φτάνει στο συκώτι όπου μετασχηματίζεται σε γλυκόζη η οποία με τη σειρά της πολυμερίζεται σε γλυκογόνο.

☞ Η υπόλοιπη ποσότητα του παραγόμενου γαλακτικού οξέος διασπάται στον κύκλο του Krebs.

ΕΡΩΤΗΜΑ

Γιατί μετά από μια έντονη μυϊκή προσπάθεια εξακολουθούμε να αναπνέουμε βαθιά;

☛ Στην επανάκαμψη του αθλητή οι απαιτήσεις του σε οξυγόνο είναι μεγάλες, παρόλο που έχει σταματήσει η έντονη μυϊκή προσπάθεια διότι στον οργανισμό του υπάρχει ακόμα γαλακτικό οξύ, που είχε σχηματιστεί προηγουμένως κατά την έντονη άσκηση.

☛ Το 20% του γαλακτικού οξέος πρέπει να διασπαστεί αερόβια στον κύκλο του Krebs.

☛ Το λαχάνιασμα συνεχίζεται για να προσλάβει ο οργανισμός περισσότερο O_2 για να εξουδετερωθεί γρηγορότερα το γαλακτικό οξύ στον κύκλο του Krebs.

Πίνακας 6

Σύγκριση γαλακτικής και αλκοολικής ζύμωσης

ΓΑΛΑΚΤΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ	ΑΛΚΟΟΛΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ
1. Δέκτης υδρογόνου το πυροσταφυλικό οξύ	1. Δέκτης υδρογόνου η ακεταλδεΐδη που σχηματίστηκε από την αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος
2. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH + 2ATP$	2. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 + 2ATP$
3. Κέρδος 2 ATP από γλυκόλυση	3. Κέρδος 2 ATP από γλυκόλυση
4. Σε ζωικά κύτταρα και σε μερικά βακτήρια	4. Σε φυτικά κύτταρα, σακχαρομύκητες και μερικά βακτήρια
5. Δεν συμμετέχει το ένζυμο πυροσταφυλική καρβοξυλάση	5. Συμμετέχει το ένζυμο πυροσταφυλική καρβοξυλάση
6. Συμμετέχει στην παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων	6. Συμμετέχει στην παραγωγή μπύρας, κρασιού και ψωμιού

Πίνακας 7

Σύγκριση αερόβιας και αναερόβιας αναπνοής

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ	ΑΕΡΟΒΙΑ
1. Πραγματοποιείται εξολοκλήρου στο κυτταρόπλασμα	1. Αρχίζει στο κυτταρόπλασμα, αλλά κυρίως γίνεται στα μιτοχόνδρια
2. Δεν χρειάζεται οξυγόνο	2. Το οξυγόνο είναι απαραίτητο
3. Τελικό προϊόν η CH_3CH_2OH (αιθανόλη) και το CO_2 ή το $CH_3CH(OH)COOH$ (γαλακτικό οξύ)	3. Τελικό προϊόν το CO_2 και το H_2O
4. Παράγονται 2 ATP από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης	4. Παράγονται 36 ATP από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης
5. Δέκτης του H_2 (H^+ , e^-) είναι το $CH_3COCOOH$ ή η ακεταλδεΐδη.	5. Δέκτης του H_2 (H^+ , e^-) είναι το O_2 της ατμόσφαιρας

Λεξιλόγιο

αναπνευστικά υποστρώματα

οξειδωτική φωσφορυλίωση

κυτταρική αναπνοή

αερόβια αναπνοή

αναερόβια αναπνοή

γλυκόλυση

εξοκινάση

ακέτυλο CoA

Krebs

Οξαλοξικό οξύ

Κιτρικό οξύ

κυτταροχρωμική οξειδάση

ουμπικινόνη

αναπνευστική αλυσίδα

διαμεμβρανικός χώρος

Ζύμωση

Αλκοολική ζύμωση

Γαλακτική ζύμωση

πυροσταφυλική καρβοξυλάση

ακεταλδεΐδη

γαλακτικό οξύ

καματογόνο ουσία

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

1. Στον πίνακα γίνεται σύγκριση μεταξύ φωτοσύνθεσης και αερόβιας αναπνοής. Ποια από όσα αναφέρονται είναι ορθά;

	Φωτοσύνθεση	Αερόβια αναπνοή
1.	Αποταμιεύεται ενέργεια	Αποδίδεται ενέργεια
2.	Γίνεται στους χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων	Γίνεται μόνο στα μιτοχόνδρια των ζωικών κυττάρων
3.	Συμμετέχει το CO ₂	Συμμετέχει το O ₂
4.	Γίνεται στο φως και στο σκοτάδι	Γίνεται μόνο στο σκοτάδι

2. Κατά το στάδιο της γλυκόλυσης παράγονται

- A. 38 μόρια ATP
- B. 24 μόρια ATP
- Γ. 2 μόρια ATP
- Δ. 36 μόρια ATP
- E. 34 μόρια ATP

3. Τα κυτταροχρώματα που βρίσκονται στις εσωτερικές μεμβράνες των μιτοχονδρίων χρησιμεύουν

- A. στην οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση
- B. στη μεταφορά H⁺
- Γ. στη μεταφορά ηλεκτρονίων
- Δ. στη φωτοσυνθετική φωσφορυλίωση
- E. στη μεταφορά ενέργειας από την ATP στην ADP

4. Μετά από έντονη μυϊκή προσπάθεια, η αύξηση της ποσότητας του γαλακτικού οξέος στο αίμα οφείλεται:

- (α) στο σχηματισμό CO₂ στους μυς.
- (β) στο σχηματισμό ενώσεων αζώτου στους μυς.
- (γ) στην αύξηση της ποσότητας αδρεναλίνης στο αίμα.
- (δ) στην έλλειψη οξυγόνου στους μυς.
- (ε) στη μείωση της ποσότητας της γλυκόζης στο αίμα.

5. Κατά τη γλυκόλυση γίνονται οι χημικές αντιδράσεις:

- (1) παραγωγή πυροσταφυλικού οξέος.
- (2) παραγωγή δύο μορίων φωσφορικής τριόζης.
- (3) παραγωγή διφωσφορικής φρουκτόζης.
- (4) οξείδωση φωσφορικής τριόζης και παραγωγή NADH.
- (5) φωσφορυλίωση της γλυκόζης.

Οι αντιδράσεις αυτές γίνονται με την εξής σειρά:

- (α) 53241 (β) 15423 (γ) 52413 (δ) 24351 (ε) 12435

6. Ποια από τις πιο κάτω ουσίες προσφέρει ηλεκτρόνια σε χημικές μεταβολές της φωτοσύνθεσης;

- (α) η ATP
- (β) το NADP
- (γ) το CO₂
- (δ) τα κυτοχρώματα
- (ε) το H₂O

7. Τα πιο κάτω αντιδρούν ή παράγονται κατά τη βιολογική οξείδωση:

- (1) ενέργεια
- (2) υδατάνθρακες
- (3) CO₂
- (4) H₂O
- (5) O₂

Η ορθή σειρά για την εξίσωση της βιολογικής οξείδωσης είναι:

- (α) 2+5+4=3+1
- (β) 2+5=3+4+1
- (γ) 2+3=5+4+1
- (δ) 2+1=4+3+5
- (ε) 2+1+5=3+4

8. Ποιος από τους πιο κάτω αριθμούς δίνει τον αριθμό των μορίων της ATP που προκύπτει από τη μετατροπή κάθε μορίου γλυκόζης σε γαλακτικό οξύ κατά την αναερόβια αναπνοή;

- A. 35 B. 34 Γ. 8 Δ. 0 Ε. 2

9. Οι πιο κάτω προτάσεις αφορούν τη βιολογική οξείδωση. Ποια από αυτές είναι λανθασμένη;

- A. Προκύπτει μείωση του βάρους
- B. Πρώτες ύλες: υδατάνθρακες, λιπαρές ουσίες, πρωτεΐνες
- Γ. Βασικά τελικά προϊόντα είναι: οι υδατάνθρακες και το O₂
- Δ. Γίνεται συνεχώς σ' όλα τα κύτταρα
- Ε. Αποικοδομούνται οργανικές ουσίες και εκλύεται ενέργεια

10. Η αναερόβια φάση της αερόβιας αναπνοής γίνεται

- A. στην κοιλότητα του μιτοχονδρίου
- B. στον πυρήνα
- Γ. στην εσωτερική μεμβράνη του μιτοχονδρίου
- Δ. σε όλα τα μέρη του κυττάρου
- Ε. στο κυτταρόπλασμα

11. Ποιο από τα παρακάτω ουδέποτε σχηματίζεται από πυροσταφυλικό οξύ σ' ένα κύτταρο κάτω από αναερόβιες συνθήκες;

- A. αιθανόλη (αιθυλική αλκοόλη)
- B. γαλακτικό οξύ
- Γ. κιτρικό οξύ
- Δ. CO₂
- Ε. ακεταλδεΐδη

12. Οι ενώσεις που συνδέουν τον κύκλο του Krebs με την τελική οξειδωση είναι:

- A. NADH μόνο
- B. FADH μόνο
- Γ. το A και το B
- Δ. ATP μόνο
- Ε. τα A, B και Δ

13. Στα ζωικά κύτταρα δε γίνεται αλκοολική ζύμωση διότι:

- A. δεν χρησιμοποιούν γλυκόζη
- B. έχουν γλυκογόνο αντί άμυλο
- Γ. δεν έχουν το ένζυμο πυροσταφυλική καρβοξυλάση
- Δ. δεν έχουν χλωροφύλλη

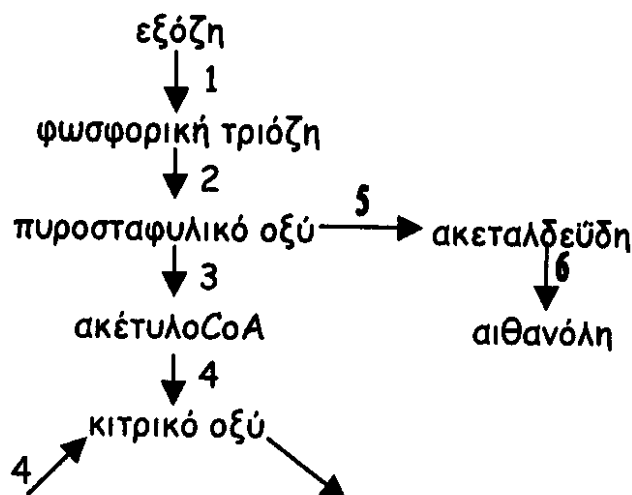
14. Ποιες αντιδράσεις περιλαμβάνει η αναπνευστική αλυσίδα;

- A. σύνθεση ATP από την ADP, τη PO₄³⁻ και ενέργεια
- B. παραγωγή CO₂ από δι- και τρικαρβοξυλικά οξέα
- Γ. μεταφορά ηλεκτρονίων και ιόντων υδρογόνου
- Δ. διάσπαση αναπνευστικών υποστρωμάτων σε οξικές ομάδες
- Ε. μετατροπή του πυροσταφυλικού οξέος σε γλυκόζη

15. Στην αναπνοή και τη φωτοσύνθεση γίνονται φωσφορυλιώσεις, που είναι αποτέλεσμα μεταφοράς e⁻. Ποιοι είναι τελικοί δέκτες των e⁻ στην οξειδωτική και ποιοι στην φωτοσυνθετική φωσφορυλίωση αντίστοιχα;

- A. CO₂ + χλωροφύλλη
- B. O₂ + NAD⁺
- Γ. O₂ + χλωροφύλλη
- Δ. NADP⁺ + χλωροφύλλη
- Ε. O₂ + CO₂

16. Στο διάγραμμα φαίνονται διάφορα στάδια της αναπνοής. Ποιος συνδυασμός αριθμών Α-Ε δίνει όλα τα στάδια που γίνονται αναερόβια και εκτός μιτοχονδρίων;



- A. 1, 2, 3, 4
- B. 1, 2, 5, 6
- Γ. 1, 2, 3, 5
- Δ. 3, 4, 5, 6
- E. 1, 2

17. Ποιο από όσα αναφέρονται πιο κάτω σχετικά με τον κύκλο του Krebs είναι λάθος;

- A. Το οξαλοξικό οξύ δεσμεύει ακετυλική ομάδα προκειμένου να μετατραπεί σε κιτρικό.
- B. Ελευθερώνεται CO_2 .
- Γ. Γίνεται δέσμευση υδρογόνου από το συνένζυμο FAD.
- Δ. Ελευθερώνονται δύο μόρια ATP σε κάθε κύκλο.
- E. Προκύπτουν 6 NADH από κάθε μόριο γλυκόζης.

18. Ποιο από όσα αναφέρονται πιο κάτω ισχύουν για τη γαλακτική ζύμωση;

1. Κατά τη μετατροπή της γλυκόζης σε πυροσταφυλικό οξύ παράγεται διπλάσια ποσότητα ATP από όση καταναλίσκεται .
2. Γίνεται αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος στα μιτοχόνδρια χωρίς παραγωγή ATP .
3. Η αναγωγή του πυροσταφυλικού οξέος γίνεται από το NADH αναερόβια .
4. Συμμετέχει το ένζυμο πυροσταφυλική καρβοξυλάση.
5. Προκύπτουν δύο μόνο μόρια ATP από κάθε μόριο γλυκόζης.

A. 1, 3, 5 μόνο

Γ. 1, 2, 5 μόνο

B. 1, 3 μόνο

Δ. 3, 5 μόνο

E. Άλλος συνδυασμός

19. Ποια από τα πιο κάτω που αναφέρονται στο NAD^+ είναι ορθά;

1. Προκαλεί αφυδρογονώσεις σε διάφορες ουσίες στα κύτταρα.
2. Δεσμεύει και μεταφέρει υδρογόνα.
3. Ανάγεται και οξειδώνεται κατά την πορεία διαφόρων βιοχημικών αντιδράσεων.
4. Συμμετέχει σε αντιδράσεις αερόβιας και αναερόβιας αναπνοής.
5. Αποτελεί μέρος ενζύμου

A. 1, 2, 3, 4 μόνο

Γ. 1, 4, 5 μόνο

B. 1, 2, 4 μόνο

Δ. 1, 2, 3, 4, 5

E. 1, 2, 4, 5 μόνο

20. Σε ποιο από τα μέρη 1-4 του πίνακα βρίσκεται το λάθος;

	Γλυκόλυση	Αποκαρβοξυλίωση $\text{CH}_3\text{COCO}_2\text{H}$	Κύκλος του Krebs	Αναπνευστική αλυσίδα
1.	Η γλυκόζη καταβολίζεται σε $\text{CH}_3\text{COCO}_2\text{H}$	Γίνεται σε αερόβιες συνθήκες	Τροφοδοτείται με ακετυλικές ομάδες	Τα συνένζυμα NADH και FADH οξειδώνονται
2.	Ελευθερώνονται H^+ και ηλεκτρόνια	Ελευθερώνεται CO_2 και υδρογόνο	Παράγεται ένα μόριο ATP σε κάθε κύκλο	Γίνεται μεταφορά ηλεκτρονίων
3.	Γίνεται διάσπαση ATP	Γίνεται στα μιτοχόνδρια	Ελευθερώνεται CO_2 και υδρογόνο	Γίνονται οξειδοαναγωγές
4.	Γίνεται σύνθεση ATP	Συμμετέχει το συνένζυμο A	Είναι δυνατό να γίνει σε αναερόβιες συνθήκες	Συμμετέχει η πυροσταφυλική καρβοξυλάση

21. Ποια από τα ακόλουθα που αναφέρονται στις διαδικασίες της αναπνοής είναι ορθά;

A. Από κάθε μόριο πυροσταφυλικού οξέος προκύπτει κατά τον κύκλο του Krebs ένα μόριο ATP .

B. Κάθε μόριο πυροσταφυλικού οξέος αποδίδει κατά την αλκοολική ζύμωση 2 μόρια ATP .

Γ. Στην αναπνευστική αλυσίδα παράγονται 2 μόρια ATP από κάθε μόριο FADH και τρία μόρια ATP από κάθε μόριο NADH .

Δ. Η γαλακτική ζύμωση αποδίδει μόνο δύο μόρια ATP για κάθε μόριο γλυκόζης επειδή δεν συμμετέχει το ένζυμο πυροσταφυλική καρβοξυλάση.

22. Γλυκόλυση είναι :

- A. η αερόβια φάση της αερόβιας αναπνοής και γίνεται στα μιτοχόνδρια
- B. η αερόβια φάση της αναερόβιας αναπνοής και γίνεται στα μιτοχόνδρια
- Γ. η αερόβια φάση της αναερόβιας αναπνοής και γίνεται στο κυτταρόπλασμα
- Δ. η αναερόβια φάση της αερόβιας αναπνοής και γίνεται στο κυτταρόπλασμα
- E. η αναερόβια φάση της αερόβιας αναπνοής και γίνεται στα μιτοχόνδρια

23. Ποια από τις πιο κάτω βιοχημικές διεργασίες γίνεται κατά την αναερόβια αναπνοή;

- A. αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος
- B. μεταφορά ηλεκτρονίων από τα κυτταροχρώματα και την ουμπικινόνη
- Γ. μεταφορά της ακετυλικής ομάδας στο οξαλοξικό οξύ και μετατροπή του σε κιτρικό οξύ
- Δ. υδρογόνωση του πυροσταφυλικού οξέος από το $\text{NADH} + \text{H}^+$ και μετατροπή του σε γαλακτικό οξύ
- E. δράση της κυτταροχρωμικής οξειδάσης κατά την τελική οξειδωση

24. Το τελικό προϊόν της γλυκόλυσης είναι :

- A. NADH
- B. ακετυλοσυνένζυμο A
- Γ. πυροσταφυλικό οξύ
- Δ. γαλακτικό οξύ
- E. αιθανόλη

25. Ποιο από τα πιο κάτω δεν είναι προϊόν ζύμωσης;

- A. διοξείδιο του άνθρακα
- B. οξυγόνο
- Γ. αιθανόλη
- Δ. γαλακτικό οξύ
- E. όλα τα πιο πάνω

26. Ποια διαδικασία στην αερόβια αναπνοή παράγει περισσότερη ATP;

- A. η φωσφορυλίωση υποστρωματικού επιπέδου
- B. η χημειώσωση
- Γ. η αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος
- Δ. η γλυκόλυση
- E. ο κύκλος του Krebs

27. Ποιος είναι ο ρόλος του οξυγόνου στην αερόβια αναπνοή;

- A. κανένας
- B. αντιδρά με το ακετυλοσυνένζυμο Α στην αρχή του κύκλου του Krebs
- Γ. παράγεται κατά την οξειδωση του πυροσταφυλικού οξέος
- Δ. αντιδρά με το νερό κατά τη διαδικασία παραγωγής της ATP
- Ε. είναι ο τελικός δέκτης των ηλεκτρονίων

28. NADH παράγεται κατά:

- A. τη γλυκόλυση
- B. την οξειδωση του πυροσταφυλικού οξέος
- Γ. τον κύκλο του Krebs
- Δ. σε όλες τις πιο πάνω διαδικασίες
- Ε. σε καμιά από τις πιο πάνω διαδικασίες

29. Πόση ενέργεια ελευθερώνεται από το σπάσιμο ενός δεσμού υψηλής ενέργειας της ATP;

- A. 10 kJ/mole
- B. 7.3 kJ/mole
- Γ. 20 kJ/mole
- Δ. 30 kJ/mole
- Ε. 40 kJ/mole

30. Η ποσότητα της αξιοποιήσιμης ενέργειας που ελευθερώνεται κατά την αερόβια αναπνοή σε σχέση με την αναερόβια είναι περίπου περισσότερη κατά:

- A. 3 φορές
- B. 9 φορές
- Γ. 18 φορές
- Δ. 24 φορές
- Ε. 32 φορές

31. Ποιο από τα πιο κάτω ισχύει κατά τη μετατροπή ενός μορίου γλυκόζης σε δυο μόρια πυροσταφυλικού οξέος;

- A. Υδρόλυση ATP
- B. Παραγωγή CO₂
- Γ. Οξειδωση NADH
- Δ. Αφυδρογόνωση της γλυκόζης
- Ε. Παραγωγή 4 μορίων ATP

- 32.** Ποιο στάδιο παράγει τα περισσότερα μόρια ATP κατά την κυτταρική αναπνοή;
- A. Κύκλος του Krebs
 - B. Γλυκόλυση
 - Γ. Τελική οξειδωση
 - Δ. Διάσπαση μορίων νερού
 - Ε. Γαλακτική ζύμωση
- 33.** Η μεταφορά των πρωτονίων από τη μήτρα του μιτοχονδρίου στο μεσομεμβρανικό χώρο προκαλεί:
- A. Προβλήματα στο μιτοχόνδριο
 - B. Αναγωγή του NAD^+
 - Γ. Λειτουργία των αντλιών ιόντων Na^+/K^+
 - Δ. Άνιση κατανομή πρωτονίων στη μήτρα και στο μεσομεμβρανικό χώρο
 - Ε. Τη μείωση του pH στη μήτρα του μιτοχονδρίου
- 34.** Η ενέργεια που ελευθερώνεται από τις αντιδράσεις οξειδωσης στο κύτταρο:
- A. Αξιοποιείται μερικώς στις διάφορες κυτταρικές λειτουργίες και ένα μέρος χάνεται με τη μορφή θερμότητας
 - B. Χάνεται στο περιβάλλον
 - Γ. Χρησιμοποιείται μόνο για τη θέρμανση του κυττάρου
 - Δ. Αξιοποιείται όλη για τις διάφορες κυτταρικές λειτουργίες
 - Ε. Χρησιμοποιείται μόνο για την κίνηση του οργανισμού
- 35.** Η διάσπαση των υδατανθράκων σε ένα συνηθισμένο κύτταρο γίνεται:
- A. Αερόβια σε ένα στάδιο και αναερόβια σε τρία στάδια
 - B. Σε τρία στάδια
 - Γ. Αερόβια σε τρία στάδια και αναερόβια σε ένα στάδιο
 - Δ. Σε ένα στάδιο
 - Ε. Μόνο αερόβια
- 36.** Κατά την αναερόβια διάσπαση των υδατανθράκων το πυροσταφυλικό οξύ μετατρέπεται τελικά σε:
- A. Αιθανόλη ή γαλακτικό οξύ
 - B. Ακετυλο-συνένζυμο Α
 - Γ. Δύο τριόζες
 - Δ. Γαλακτικό οξύ και ακεταλδεΐδη
 - Ε. Αιθανόλη και ακεταλδεΐδη
- 37.** Η αλκοολική ζύμωση στους μικροοργανισμούς γίνεται:
- A. Για να παραχθούν πέντε μόρια ATP
 - B. Για να παραχθεί αιθανόλη
 - Γ. Για να οξειδωθούν τα NADH
 - Δ. Για να τερματιστεί η γλυκόλυση
 - Ε. Για να μη γίνει ο κύκλος του Krebs

38. Ποια από τις ουσίες είναι μεταφορέας ηλεκτρονίων;

- A. ATP
- B. Συνένζυμο A
- Γ. Κυτταρόχρωμα c
- Δ. Αιμοσφαιρίνη
- Ε. Κιτρικό οξύ

39. Τα δύο ηλεκτρόνια της $FADH_2$ παράγουν λιγότερα μόρια ATP από τα δύο ηλεκτρόνια της $NADH$ διότι:

- A. Είναι ηλεκτρόνια χαμηλής ενέργειας
- B. Είναι ηλεκτρόνια υψηλής ενέργειας
- Γ. Μεταφέρονται από περισσότερους μεταφορείς
- Δ. Είναι δύσκολη η οξειδωση της $FADH_2$
- Ε. Επιστρέφουν πίσω στην $FADH_2$

40. Τα προϊόντα της πέψης των πρωτεϊνών μπορούν να μπουν:

- A. Στη γλυκόλυση και στην τελική οξειδωση
- B. Μόνο στη γλυκόλυση
- Γ. Μόνο στον κύκλο του Krebs
- Δ. Στη γλυκόλυση και στον κύκλο του Krebs
- Ε. Μόνο στην τελική οξειδωση

41. Ποιο από τα ακόλουθα που αναφέρονται στις διαδικασίες της αναπνοής είναι ορθό;

- A. Από κάθε μόριο πυροσταφυλικού οξέος προκύπτουν κατά τον κύκλο του Krebs δύο μόρια ATP
- B. Κάθε μόριο πυροσταφυλικού οξέος αποδίδει κατά την αλκοολική ζύμωση 2 μόρια ATP
- Γ. Στην αναπνευστική αλυσίδα παράγονται 2 μόρια ATP
- Δ. Η γαλακτική ζύμωση αποδίδει μόνο δύο μόρια ATP για κάθε μόριο γλυκόζης επειδή δε συμμετέχει το ένζυμο πυροσταφυλική καρβοξυλάση
- Ε. Το ακετυλο-συνένζυμο A συμμετέχει στον κύκλο του Krebs

42. Η παραγωγή γλυκόζης από τις πρωτεΐνες ονομάζεται:

- A. Γλυκογονόλυση
- B. Γλυκογονοσύνθεση
- Γ. Γλυκονεογένεση
- Δ. Γλυκόλυση
- Ε. Πέψη

Ερωτήσεις Σωστό-Λάθος

1. Η γλυκόλυση τερματίζεται με τη φωσφορυλίωση της γλυκόζης με το ένζυμο εξοκινάση.
2. Το NAD^+ που ανάγεται στη γλυκόλυση της αερόβιας αναπνοής αναγεννάται στην τελική οξειδωση.
3. Η πρώτη αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος γίνεται έξω από το μιτοχόνδριο.
4. Η οξειδωση του ηλεκτρικού οξέος στον κύκλο του Krebs γίνεται με τη βοήθεια του συνενζύμου FADH .
5. Το κυτταρόχρωμα α της αναπνευστικής αλυσίδας είναι η κυτταροχρωμική οξειδάση, η ουμπικινόνη είναι μεταφορέας ηλεκτρονίων στο κυτταρόχρωμα b και δέχεται ηλεκτρόνια από το FADH_2 .
6. Η NADH -αναγωγή δρα και ως αντλία H^+ και η ATP -συνθετάση λειτουργεί ως αντλία πρωτονίων και παράγει ATP .
7. Στη χημειώσωση συμμετέχουν η NADH -αναγωγή, το κυτταρόχρωμα b και η κυτταροχρωμική οξειδάση.
8. Οι αντλίες πρωτονίων "αντλούν" ενέργεια από τα "ενεργοποιημένα" ηλεκτρόνια των συνενζύμων NADH και FADH_2 .
9. Σε όλη την αερόβια αναπνοή παράγονται 6 μόρια ATP από αποφωσφορυλίωσεις (υποστρωματικές φωσφορυλίωσεις).
10. Αποτέλεσμα της αερόβιας κυτταρικής αναπνοής είναι η 'καύση' αναπνευστικών υποστρωμάτων και η απώλεια μάζας από τα κύτταρα.
11. Το αναερόβιο στάδιο της αερόβιας αναπνοής είναι η αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος.
12. Η γλυκερόλη των ουδετέρων λιπών καταβολίζεται σε γλυκεριναλδεΰδη.
13. Στην αλκοολική ζύμωση τελικός αποδέκτης των ηλεκτρονίων είναι το CO_2 και η πυροσταφυλική αποκαρβοξυλάση οξειδώνει το πυροσταφυλικό οξύ σε ακεταλδεΰδη.
14. Τα θειοβακτήρια αναερόβιου περιβάλλοντος χρησιμοποιούν ως τελικό αποδέκτη H^+ το οξυγόνο του H_2SO_4 .

Ερωτήσεις ανοικτού τύπου

1. Συγκρίνετε την γλυκόλυση με τον κύκλο του Krebs.
2. Η διαδικασία της αερόβιας αναπνοής παριστάνεται περιληπτικά με τη χημική αντίδραση:



Τα 4 στάδιά της είναι:

- A. η γλυκόλυση
- B. ο κύκλος του Krebs
- Γ. η αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος
- Δ. η τελική οξειδωση

(α) Ποια είναι η σωστή σειρά των σταδίων αυτών;

(β) Σε ποια μέρη του κυττάρου γίνεται το κάθε στάδιο και ποια από τα στάδια αυτά υπάγονται στην αναερόβια φάση;

(γ) Τι ονομάζεται οξειδωτική φωσφορυλίωση και ποιο το αποτέλεσμα που επιτυγχάνεται σ' αυτή;

3. Συγκρίνετε την αερόβια και την αναερόβια αναπνοή από πλευράς τελικών προϊόντων, ενέργειας και δεκτών H_2 .

4. Περιγράψτε την τελική οξειδωση της αναπνοής.

5. Τι είναι τα αναπνευστικά υποστρώματα και ποια συγκεκριμένα ξέρετε;

6. Με ποιο τρόπο παράγεται ενέργεια στην αναπνευστική αλυσίδα κατά την τελική οξειδωση του υδρογόνου, το οποίο παράγεται στον κύκλο του κιτρικού οξέος και βρίσκεται υπό τη μορφή $NADH$; Πόσα μόρια ATP παράγονται κατά την οξειδωση ενός μορίου $NADH$ και πού πραγματοποιείται η παραπάνω διαδικασία;

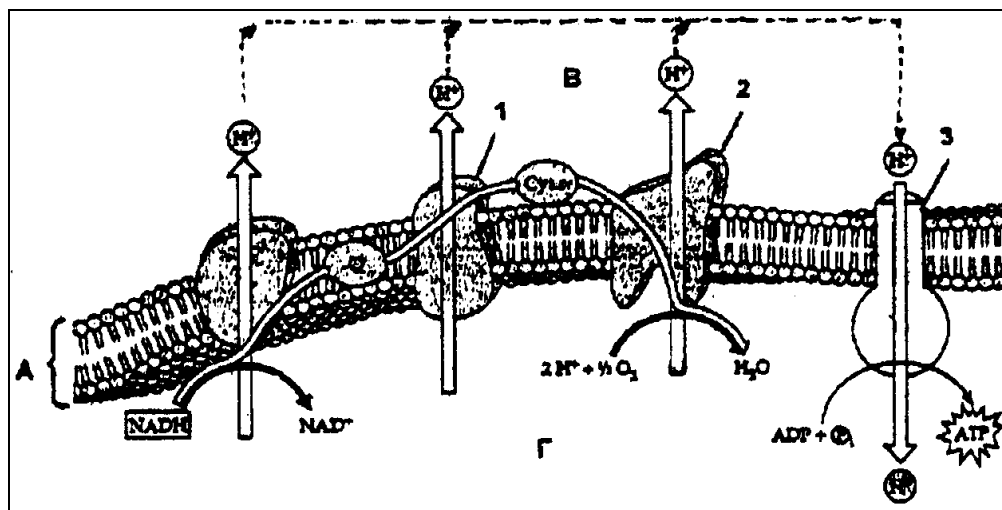
7. Για την παραγωγή 1 mol ATP από την ADP και P_i απαιτείται ενέργεια 30 KJ. Η πλήρης οξειδωση 1 mol γλυκόζης σε CO_2 και H_2O αποδίδει 36 mol ATP . Γνωρίζοντας ότι η πλήρης οξειδωση 1 mol γλυκόζης ελευθερώνει 3000 KJ περίπου, να υπολογίσετε:

(α) Την ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή ATP κατά τη διάρκεια του καταβολισμού 1 mol γλυκόζης.

(β) Το ποσοστό της χημικής ενέργειας που προήλθε από την οξειδωση της γλυκόζης και αποθηκεύτηκε σε μόρια ATP .

(γ) Το ποσό της χημικής ενέργειας που προήλθε από την οξειδωση της γλυκόζης και μετατράπηκε σε θερμότητα.

8. (α) Ποια ακριβώς φάση της αερόβιας αναπνοής παρουσιάζει το σχήμα; Ονομάστε τα μέρη 1-3 του σχήματος.



(β) Σε ποια οργανίδια του κυττάρου γίνεται η βιοχημική διαδικασία που φαίνεται στο σχήμα; Ονομάστε τα μέρη (χώρους) Α, Β και Γ του σχήματος.

(γ) Περιγράψτε τα επιμέρους στάδια της διαδικασίας που παρουσιάζει το σχήμα.

(δ) Δώστε το συνολικό αριθμό μορίων ATP που παράγονται στη φάση αυτήν της αερόβιας αναπνοής από κάθε μόριο γλυκόζης. Πώς υπολογίζετε τον αριθμό αυτόν;

9. Τι είναι η εξοκινάση και ποιος ο ρόλος της;

10. Αφού κατά τη γλυκόλυση υπάρχει κέρδος δύο μορίων ATP, γιατί οι αερόβιοι οργανισμοί δεν μπορούν να διατηρηθούν στη ζωή χωρίς τα επόμενα στάδια της αναπνοής;

11. Γιατί η γλυκόζη είναι μία από τις σημαντικότερες ουσίες του κυττάρου; Από ποιες οργανικές ενώσεις μπορεί να την προμηθευτεί ένας οργανισμός;

12. Ποια τα τελικά προϊόντα του μεταβολισμού της γλυκόζης, όταν χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας

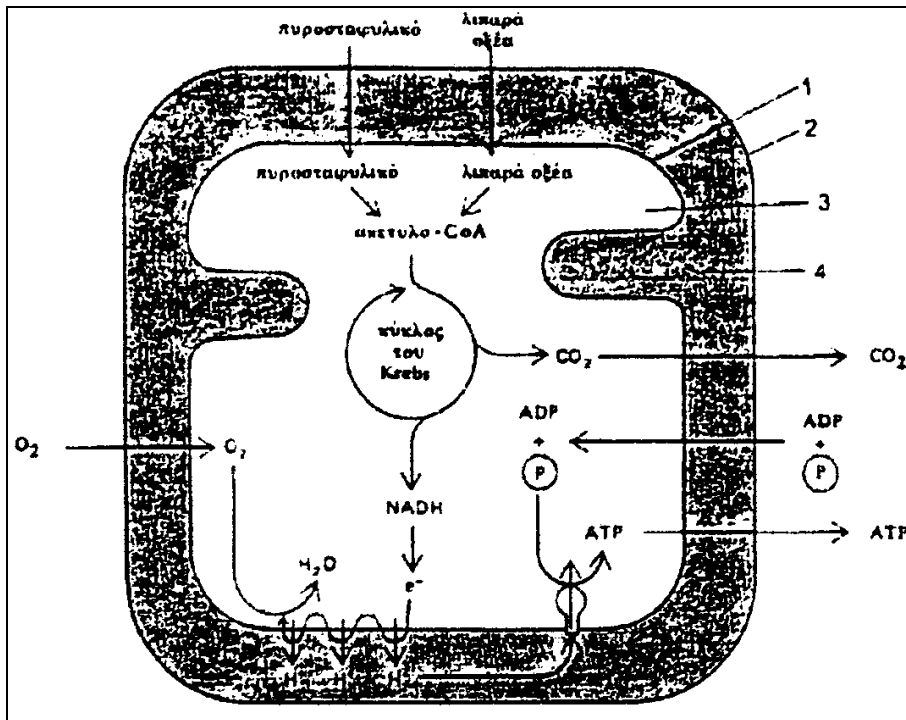
- (α) σε καλλιέργειες αμοιβάδας,
- (β) σε μυϊκά κύτταρα τα οποία λειτουργούν απουσία οξυγόνου,
- (γ) σε καλλιέργειες ζυμομύκητα και
- (δ) σε καλλιέργειες βακτηρίων της γαλακτοβιομηχανίας;

13. Οι μύες ενός αθλητή του αγωνίσματος 100 μέτρων αναπνέουν και αναερόβια κατά τη διάρκεια του αγωνίσματος.

(α) Τι είδους αναερόβια αναπνοή κάνει ο αθλητής;

(β) Γιατί ο αθλητής αναπνέει βαθιά και γρήγορα μετά το τέλος του αγωνίσματος;

14. Το σχήμα παρουσιάζει τομή μιτοχονδρίου με τις σχετικές βιοχημικές διαδικασίες της αερόβιας αναπνοής. Αφού το μελετήσετε προσεκτικά, να απαντήσετε στα πιο κάτω:



(α) Να ονομάσετε τα μέρη 1-4 του μιτοχονδρίου.

(β) Να εξηγήσετε πώς παράγεται το ακετυλο-CoA από το πυροσταφυλικό οξύ και ποια είναι η δράση του κατά τον κύκλο του Krebs.

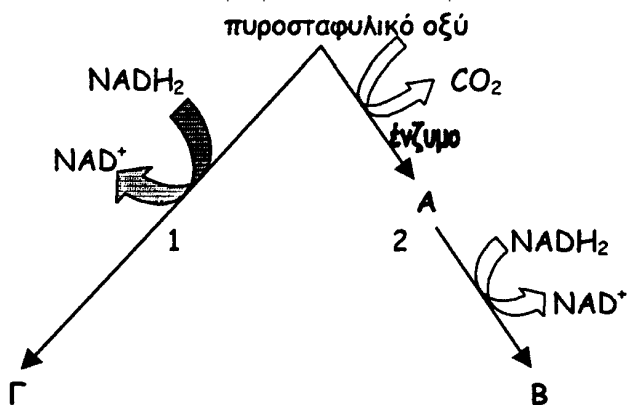
(γ) Πόσα NADH παράγονται κατά τον κύκλο του Krebs από κάθε μόριο γλυκόζης που διασπάται; Να υπολογίσετε τον αριθμό των μορίων ATP που προκύπτουν από τα NADH αυτά.

(δ) Να εξηγήσετε τη διαδικασία παραγωγής H₂O κατά την τελική οξείδωση (χωρίς αναφορά στη χημειώσωση).

15. Πόσα μόρια ATP παράγονται στην αερόβια κυτταρική αναπνοή από οξειδωτική φωσφορυλίωση; Ποιος είναι ο τελικός αποδέκτης των ηλεκτρονίων στην κυτταρική αναπνοή σε αερόβιες και σε αναερόβιες συνθήκες; Από πού προέρχονται τα ηλεκτρόνια αυτά; Πόσες αποκαρβοξυλιώσεις γίνονται στην αλκοολική ζύμωση και πόσες στην γαλακτική ζύμωση;

16. Πώς εξηγείται το γεγονός ότι ο άνθρωπος ενώ κάνει γαλακτική ζύμωση, δεν μπορεί να κάνει και αλκοολική;

17. Το διάγραμμα παριστάνει αναερόβια αναπνοή.



(α) Ονομάστε τις ουσίες Α, Β και Γ καθώς και τις διαδικασίες 1 και 2.

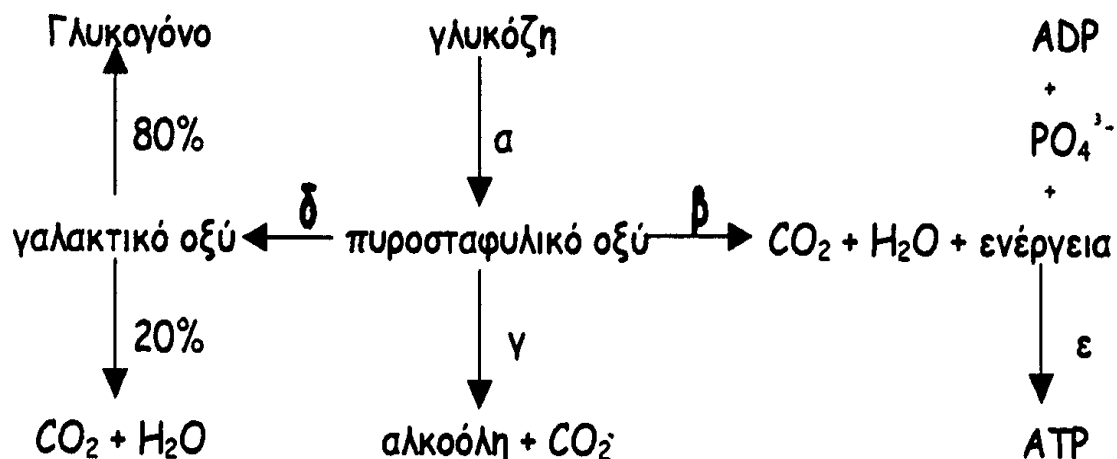
(β) Ποιο ένζυμο προκαλεί αφαίρεση του CO₂ από το πυροσταφυλικό οξύ;

Γιατί δεν γίνεται το ίδιο και στη διαδικασία 1;

(γ) Ποιο ποσό ενέργειας (σε μόρια ATP) αποδίδεται κατά τις διαδικασίες 1 και 2;

(δ) Ποια είναι η σημασία των διαδικασιών 1 και 2; (γιατί γίνονται);

18. Δίδεται το παρακάτω διάγραμμα διαφόρων βιοχημικών διαδικασιών



Να απαντήσετε στις επόμενες ερωτήσεις:

(1) Ονομάστε τις διαδικασίες α, β, γ, δ, ε.

(2) Ποιες από τις διαδικασίες αυτές είναι αναερόβιες και ποιες αερόβιες;

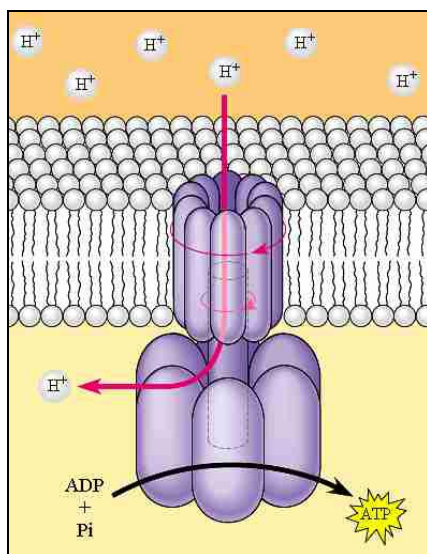
(3) Σε ποιο μέρος του κυττάρου γίνεται η διαδικασία α και σε ποιο η β;

(4) Πόσα μόρια ATP θα σχηματισθούν όταν ένα μόριο γλυκόζης υποστεί τη διαδικασία α-β-ε και πόσα τη διαδικασία α-γ;

(5) Ποιος είναι ο τελικός δέκτης του υδρογόνου κατά τη διαδικασία γ και γιατί αυτή η διαδικασία παρατηρείται στα φυτά και όχι στα ζώα;

(6) Ποιος είναι ο τελικός δέκτης του υδρογόνου κατά τη διαδικασία δ και ποιος κατά την πορεία β-ε ;

19. Με βάση το πιο κάτω σχεδιάγραμμα, που δείχνει μέρος της εσωτερικής μεμβράνης του μιτοχονδρίου, να περιγράψετε τη διαδικασία που φαίνεται.

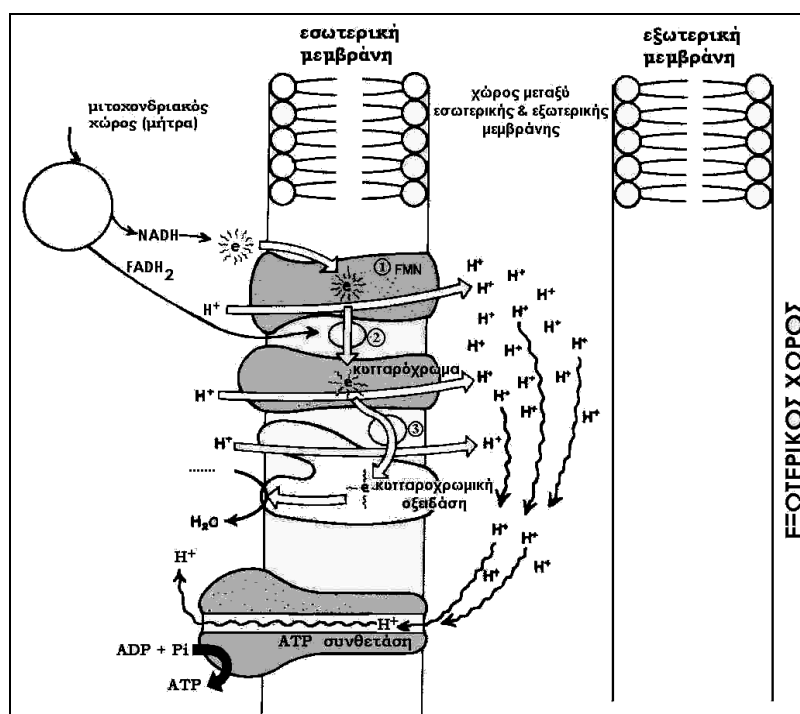


20. Το σχεδιάγραμμα δείχνει την τελική οξείδωση-χημειώσωση της αερόβιας αναπνοής.

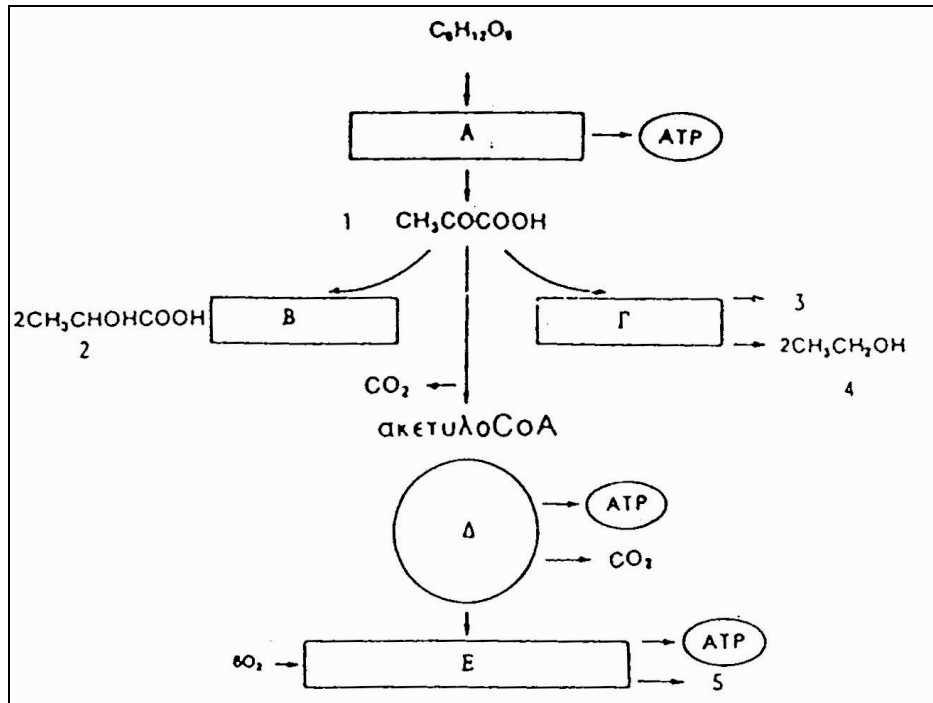
(α) Με βάση το σχεδιάγραμμα να εξηγήσετε πώς γίνεται η οξειδωτική φωσφορυλίωση με τη διαδικασία της χημειώσωσης.

(β) Τι είναι η αναπνευστική αλυσίδα;

(γ) Γιατί νομίζετε ότι είναι σημαντική για έναν αθλητή η μεταφορά του μεγαλύτερου μέρους του γαλακτικού οξέος, που παράγεται κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης, από τους μύς στα κύτταρα του ήπατος;



21. (α) Ποια στάδια και ποιες χημικές ενώσεις της κυτταρικής αναπνοής παριστάνουν αντίστοιχα τα γράμματα Α-Ε και οι αριθμοί 1-5;
 (β) Που γίνονται τα στάδια Α-Ε;
 (γ) Σε ποια από τα στάδια αυτά πραγματοποιούνται οξειδώσεις και σε ποια αναγωγές;



22. Το πιο κάτω διάγραμμα δείχνει την πορεία του πυροσταφυλικού οξέος μετά από τη γλυκόλυση. Να ονομάσετε τις τρεις πορείες 1, 2, 3 και να γράψετε ποιες ουσίες αντιπροσωπεύουν τα Α-Ε.

