



ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ ΓΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ

Εισαγωγή

1^ο ΕΞΑΜΗΝΟ
ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ 2025-2026



ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΜΠ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ



Η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

- ❖ Η **παλαιότερη σχολή για μηχανικούς** στη χώρα
- ❖ Με διεθνή αναγνώριση
 - ❖ Κατατάχθηκε 3^η στην Ευρώπη και 7^η διεθνώς (Shanghai 2019)
 - ❖ Κατατάχθηκε 11^η στην Ευρώπη και 42^η διεθνώς (QS 2018)
- ❖ Έχει **πρωταγωνιστικό ρόλο** στην επιστημονική, τεχνική και οικονομική ανάπτυξη της χώρας
- ❖ Από το 19^ο αιώνα οι απόφοιτοι της Σχολής αποτελούν μια **σταθερή αναφορά** και θεμέλιο της δόμησης και ανασυγκρότησης της χώρας
- ❖ **Δεν περιορίζονται** από τα σύνορα της χώρας και συχνά αφήνουν το σημάδι τους στις παγκόσμιες επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις



ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

?



Επιστήμη Πολιτικού Μηχανικού

*Με βάση το ΤΕΕ: Σχεδιασμός,
κατασκευή και λειτουργία έργων*

Δομικά Έργα & Μελέτες

Συγκοινωνιακά Έργα & Μελέτες

Λιμενικά Έργα & Μελέτες

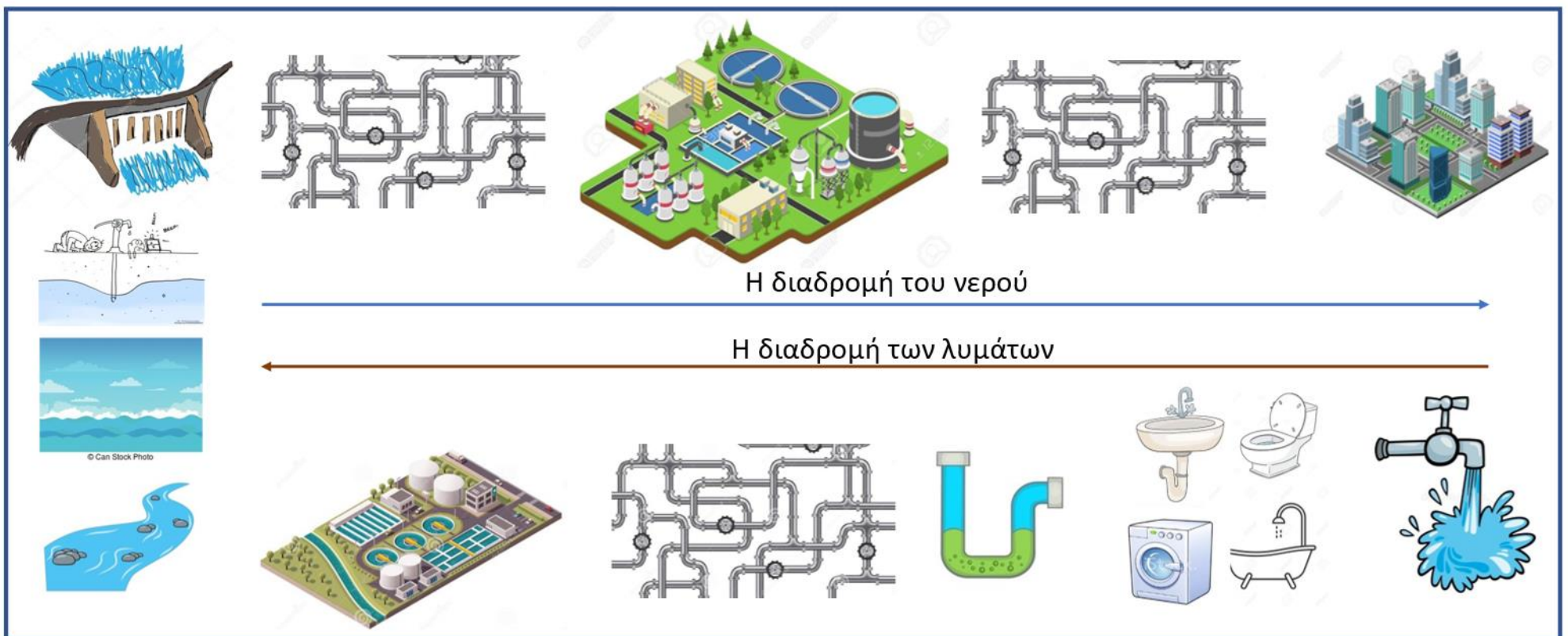
Υδραυλικά Έργα & Μελέτες

Περιβαλλοντικά Έργα & Μελέτες

Γεωτεχνικές Μελέτες

Διαχείριση Έργων
(Κατασκευή & Λειτουργία)

Η διαδρομή του νερού– Από τις πηγές στην πόλη και ξανά στις πηγές



ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

4 Τομείς



Τομέας Δομοστατικής



Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος



Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής



Τομέας Γεωτεχνικής



ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

52 μαθήματα σε 9 εξάμηνα & 1 εξάμηνο ΔΕ

Σημείο Εκκίνησης



1^ο – 6^ο εξάμηνο
Μαθήματα για όλους τους φοιτητές της
Σχολής
Υποχρεωτικά και Επιλογής

7^ο – 9^ο εξάμηνο
Επιλογή του κύκλου σπουδών
Υποχρεωτικά και Επιλογής Μαθήματα
ανά κύκλο-κατεύθυνση

Διπλωματική Εργασία, 10^ο εξάμηνο



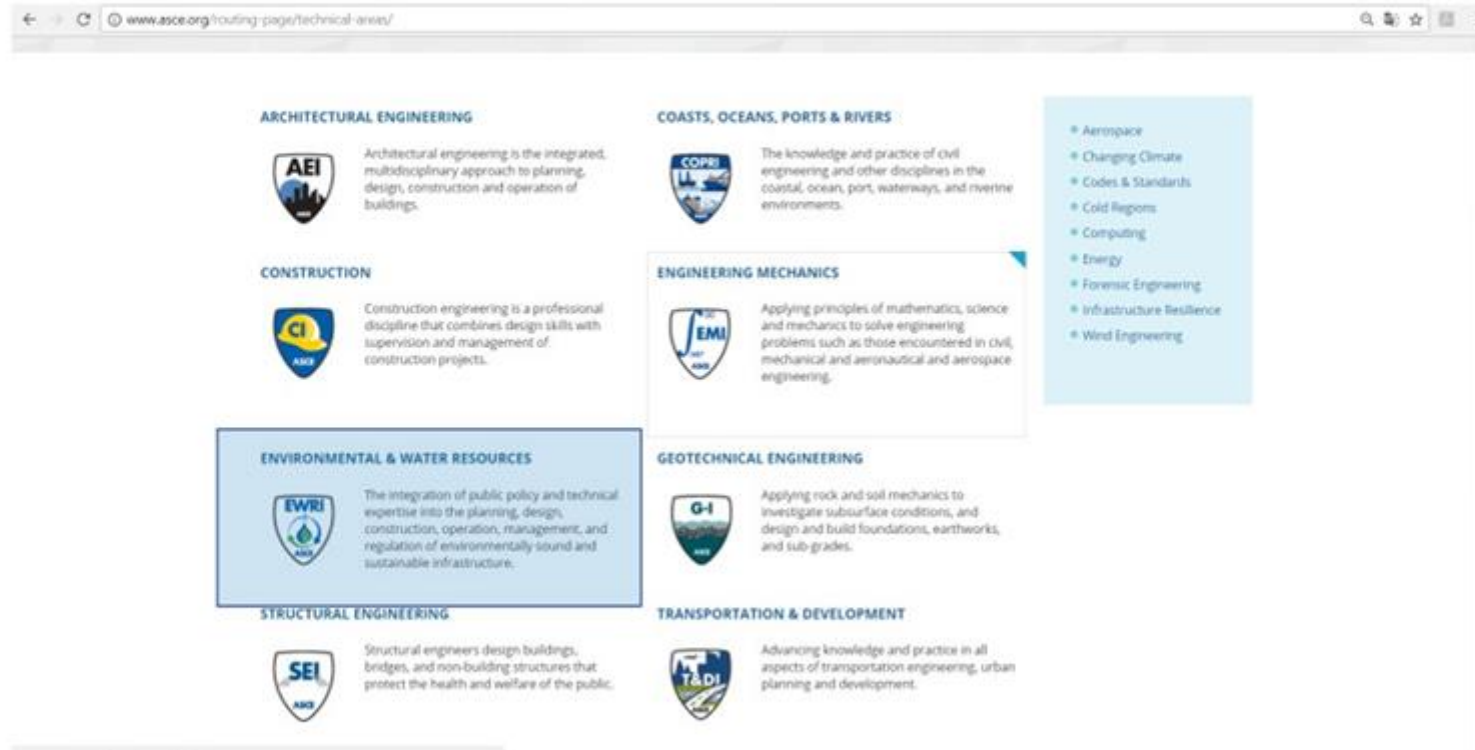
Τερματισμός



ΠΡΟΣΟΧΗ!!

- 21% των φοιτητών ολοκληρώνουν τις σπουδές σε 5 έτη
- 55% των φοιτητών ολοκληρώνουν τις σπουδές σε 6 έτη
- **Περίπου 20% των φοιτητών ποτέ!**
- Ανεξάρτητα κατεύθυνσης όλοι ΠΜ
- MSc αλλά πιο πολύ Master of Engineers
- Στην προσπάθειά της η Σχολή να σας φέρει γρήγορα σε επαφή με το αντικείμενο του ΠΜ πολλά τεχνολογικά μαθήματα κατέβηκαν εξάμηνο πχ Στατική Ι (4^ο), Περιβαλλοντική Τεχνολογία (3^ο), Οπλισμένο Σκυρόδεμα (6^ο), Εδαφομηχανική (4^ο)
- ΕΜΠ = Σχολείο, ιδιαίτερα σημαντική η παρακολούθηση των μαθημάτων
- Αξιολόγηση μαθημάτων και διδασκόντων, επαφή με τους ακαδημαϊκούς συμβούλους και με τους καθηγητές της Σχολής

Η Περιβαλλοντική Τεχνολογία ως κλάδος της επιστήμης του Πολιτικού Μηχανικού



Η περιβαλλοντική διάσταση της επιστήμης του Πολιτικού Μηχανικού

universities in usa with civil

https://www.google.gr/search?sa=X&rlz=1C2GGGE_enGR362&dc=0&q=universities+in+usa+with+civil+and+environmental+engineering&np=1

universities in usa with civil and environmental engineering

Αξιολόγηση Όρες

Department of Civil and Environmental Enginee...
Δεν υπάρχουν αξιολογήσεις - Κολ...
Urbana, IL, Ηνωμένες Πολιτείες

Department of Civil and Environmental Enginee...
5,0 ★★★★★ (1) Πανεπιστήμιο
Σιάτλ, Ουάσινγκτον, Ηνωμένες Πολιτείες
+1 206-543-2390
Ανοίγει 8:00 π.μ.

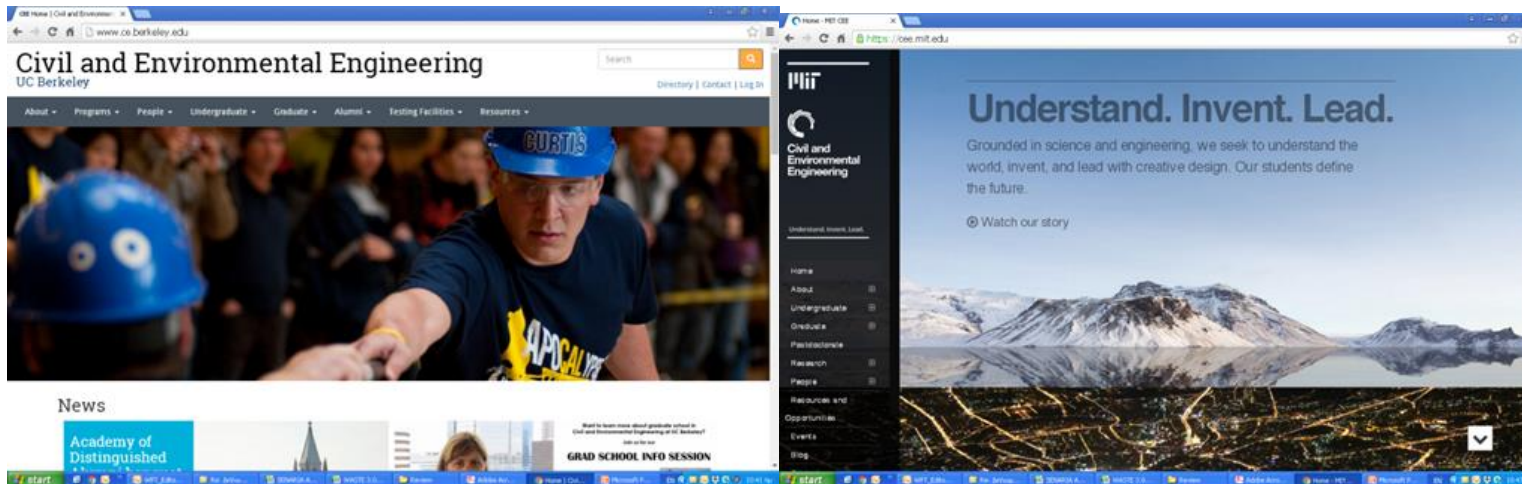
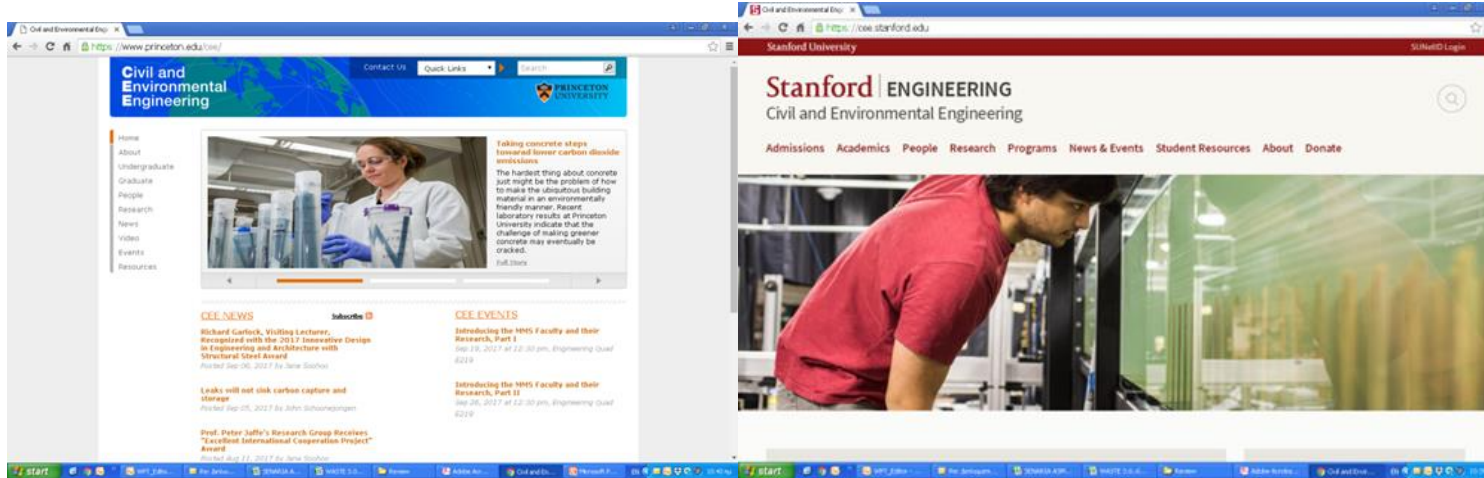
Civil and Environmental Engineering
Δεν υπάρχουν αξιολογήσεις - Παν...
Houghton, MI, Ηνωμένες Πολιτείες
+1 906-487-2520

Stanford University - Department of Civil and Env...
3,0 ★★★★★ (2) Πανεπιστήμιο...
Stanford, CA, Ηνωμένες Πολιτείες
+1 650-723-3074

Department of Civil and Environmental Enginee...
Δεν υπάρχουν αξιολογήσεις - Παν...
College Park, MD, Ηνωμένες Πολιτείες
+1 301-405-7768
Ανοίγει 7:00 π.μ.

©2017 Google - ©2017 Δεδομένα χάρτη Google, INEGI 500 γλμ Όροι Χρήσης

Η περιβαλλοντική διάσταση της επιστήμης του Πολιτικού Μηχανικού



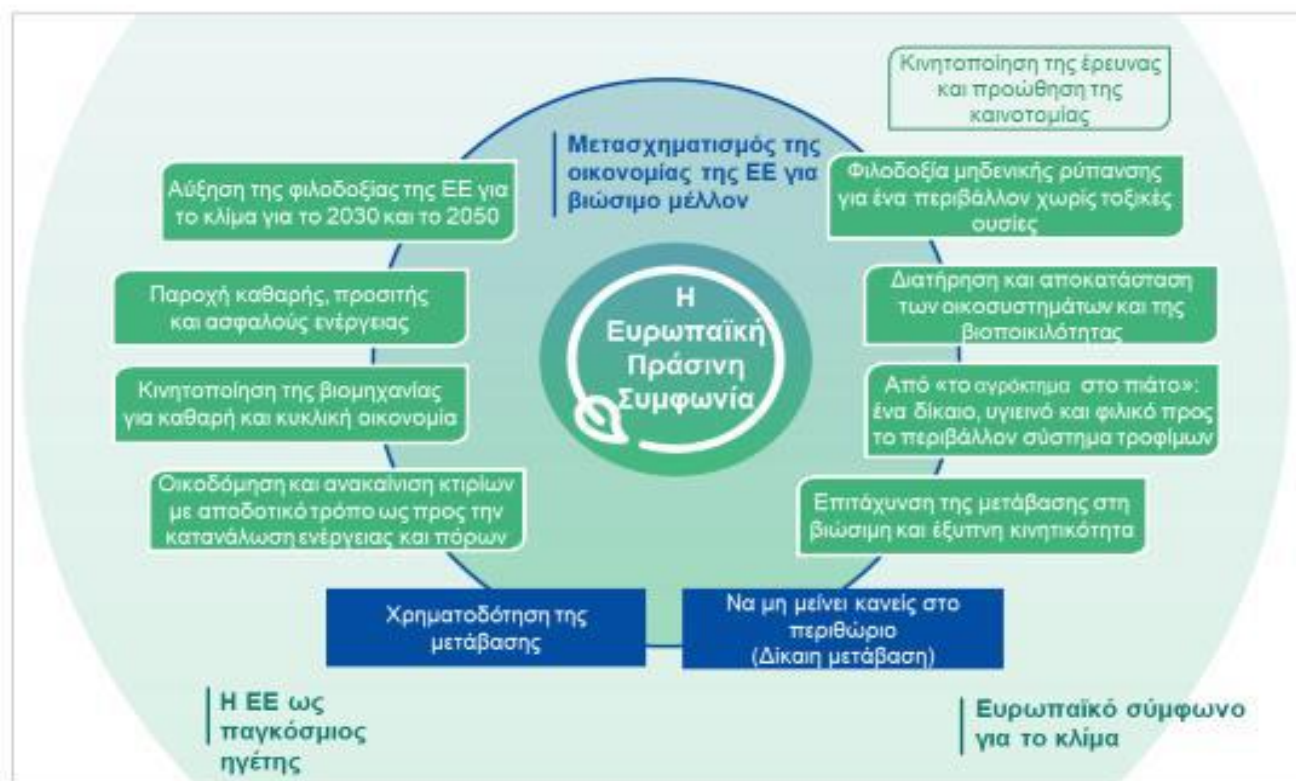
Περιβαλλοντικά Μαθήματα στον βασικό κορμό της Σχολής

- Όλα τα έργα του ΠΜ έχουν επίπτωση, θετική ή αρνητική στο Περιβάλλον και στα Οικοσυστήματα
- Η επίπτωση δεν έχει να κάνει μόνο με την κατασκευή και λειτουργία του έργου αλλά και με τον χρόνο ζωής του έργου, τα υλικά κατασκευής, την ενέργεια που καταναλώνεται για την κατασκευή και λειτουργία του έργου, την τύχη των υλικών μετά την διάρκεια ζωής του έργου
- Ο σύγχρονος ΠΜ, ανεξάρτητα από την εξειδίκευσή του, πρέπει: 1) να μπορεί να εκτιμήσει τις επιπτώσεις ενός έργου στο περιβάλλον και 2) αν επιθυμεί να ειδικευθεί σε έργα προστασίας του περιβάλλοντος (Civil and Environmental Engineering)
- Ο σύγχρονος ΠΜ πρέπει να κατανοεί έννοιες όπως ρύπανση, κυκλική οικονομία, ανακύκλωση υλικών, ενεργειακό αποτύπωμα υλικών και κατασκευών, φαινόμενο θερμοκηπίου, κ.λπ.
- Τα μόνα περιβαλλοντικά μαθήματα της Σχολής που προσφέρονται σε όλες τις κατευθύνσεις είναι Οικολογία και Χημεία (1^ο) και Περιβαλλοντική Τεχνολογία (3^ο).

Η περιβαλλοντική διάσταση της επιστήμης του Πολιτικού Μηχανικού

Στρατηγική Ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης - GREEN DEAL

Πρόκειται για μια νέα αναπτυξιακή στρατηγική που αποσκοπεί στον μετασχηματισμό της ΕΕ σε μια δίκαιη και ευημερούσα κοινωνία που διαθέτει μια οικονομία σύγχρονη, ανταγωνιστική και αποδοτική ως προς τη χρήση των πόρων, στην οποία ως το 2050 έχουν μηδενιστεί οι καθαρές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και όπου η οικονομική ανάπτυξη έχει αποσυνδεθεί από τη χρήση των πόρων.



Οικολογία και Χημεία για Πολιτικούς Μηχανικούς

1^ο εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ

Οικολογία: Η εκτίμηση των επιπτώσεων των έργων του ΠΜ στο περιβάλλον και η προστασία του περιβάλλοντος απαιτούν την γνώση της λειτουργίας ενός οικοσυστήματος. Άρα ένας σύγχρονος ΠΜ πρέπει να έχει βασικές γνώσεις Οικολογίας για να μπορεί να καταλάβει και να προστατεύσει ένα οικοσύστημα είτε αυτό είναι χερσαίο ή υδάτινο.

1. Οργάνωση σε επίπεδο οργανισμών (μεταβολισμός οργανισμών, παραγωγή ενέργειας, φωτοσύνθεση, αναπνοή, οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, περιοριστικός παράγοντας ανάπτυξης οργανισμών)
2. Οργάνωση σε επίπεδο οικοσυστημάτων: (οικοσύστημα, τροφικές στάθμες, ροή ενέργειας, βιογεωχημικοί κύκλοι C, N, P, περιοριστικοί παράγοντες ανάπτυξης οικοσυστημάτων)
3. Ρύπανση με έμφαση στην ρύπανση των υδάτων (αποξυγόνωση, ευτροφισμός)
4. Περιβαλλοντικά έργα για την προστασία του περιβάλλοντος (διαχείριση λυμάτων, στερεών απορριμμάτων)

Χημεία: Σημαντική για την αξιολόγηση των φυσικοχημικών παραμέτρων του περιβάλλοντος αλλά και ιδιαίτερα σημαντική για την καλύτερη κατανόηση φυσικών φαινομένων, αξιολόγηση της συμπεριφοράς των τεχνικών υλικών (πχ σκυροδέματος), ανάπτυξη νέων υλικών, συμπεριφοράς του εδάφους, του νερού, της ατμόσφαιρας.

1. Βασικές αρχές ανόργανης χημείας
2. Υδατική Χημεία
3. Χημεία Υλικών
4. Χημεία Εδάφους
5. Χημεία Ατμόσφαιρας

Οικολογία και Χημεία για Πολιτικούς Μηχανικούς

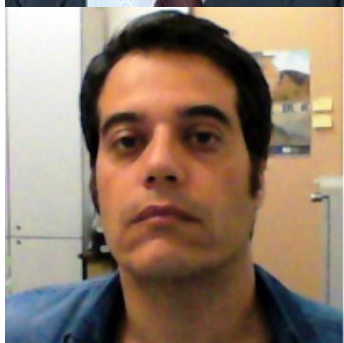
Διδάσκοντες



Δανιήλ Μαμάης
210 – 772 2901, mamais@central.ntua.gr
Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας
Καθηγητής, ΣΠΜ, ΕΜΠ



Δημήτρης Δερματάς
210 – 772 2835, dermatas@central.ntua.gr
Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Υδραυλικής
Καθηγητής, ΣΠΜ, ΕΜΠ



Στρατής Μπαδογιάννης
210 – 772 1266, badstrat@central.ntua.gr
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος
Αν. Καθηγητής, ΣΠΜ, ΕΜΠ

Ιστοσελίδα μαθήματος: <http://helios.ntua.gr/>

Απαιτήσεις μαθήματος

Ασκήσεις: Προαιρετικές, (30%) βαθμού, μόνο θετικά

Τελική Εξέταση: 70% ή 100% συνολικού βαθμού

Στατιστικά στοιχεία περιόδου Φεβρουαρίου

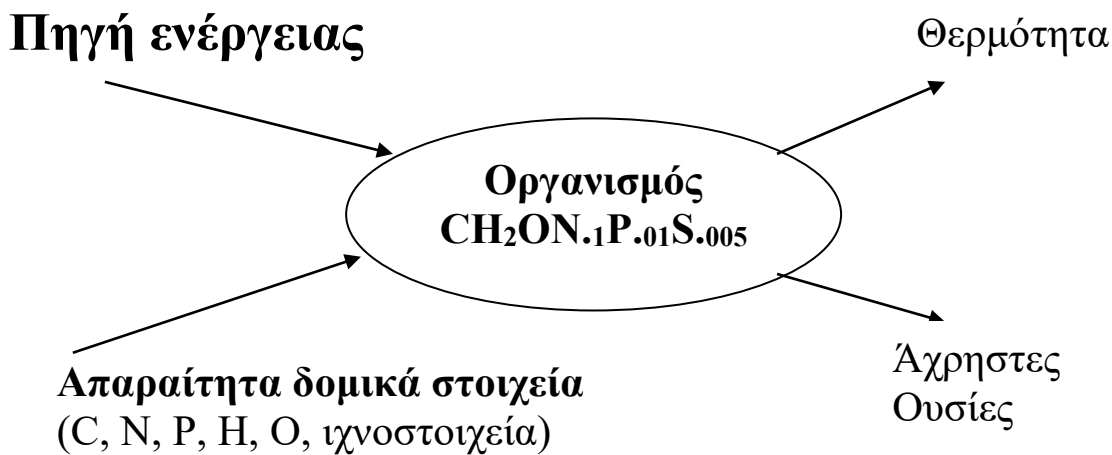
	2018-19	2019 - 20	2024-25
Εγγεγραμμένοι	474	411	281
Εξετάσθηκαν	262	270	232
Επιτυχόντες	149	109	178
Αποτυχόντες	113	161	54
Επιτυχόντες χωρίς ασκήσεις	55	20	41
> 7	58	39	54
> 7 με ασκήσεις	51	39	51
> 7 χωρίς ασκήσεις	7	0	3

ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ ΓΙΑ ΠΜ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΕΒΔ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ	ΘΕΜΑ
1	Οικοσυστήματα - οργανισμοί: Εισαγωγή στην οικολογία, σύστημα, οικοσύστημα, ορολογία, φυσικοί παράγοντες, οργανισμοί, τροφικές στάθμες.
2	Οικοσυστήματα – οργανισμοί: Μεταβολισμός οργανισμών, παραγωγή ενέργειας, φωτοσύνθεση, αναπνοή, περιοριστικοί παράγοντες, αντιδράσεις οξειδοαναγωγής για την παραγωγή ενέργειας Επίλυση παραδειγμάτων.
3	Βιογεωχημικοί κύκλοι –αντιδράσεις οξειδοαναγωγής: Κύκλος άνθρακα, κύκλος οξυγόνου, κύκλος αζώτου, κύκλος φωσφόρου, αερόβια οξείδωση – αναπνοή, BOD, COD, νιτροποίηση, απονιτροποίηση, αναερόβια αναπνοή, μοντέλο ροή ενέργειας. Επίλυση παραδειγμάτων.
4	Ρύπανση υδάτων: Υδατικά οικοσυστήματα, ρύπανση υδάτων από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, αποξυγόνωση, οργανικές ενώσεις στο νερό, θρεπτικά, ευτροφισμός, διαχείριση και επεξεργασία υγρών αποβλήτων Επίλυση παραδειγμάτων.
5	Ρύπανση από ανθρωπογενείς δραστηριότητες: Ρύπανση από αστικά υγρά απόβλητα, μέθοδοι και τεχνολογίες διαχείρισης, περιβαλλοντικά ζητήματα.
6	Υδατική χημεία: Χημεία νερού, φυσικοχημικές ιδιότητες του νερού, τρόποι έκφρασης συγκέντρωσης ουσιών στο νερό (συγκέντρωση, μοριακότητα, γραμμοίσοδύναμο, κ.λπ.). Σκληρότητα, ασθενή και ισχυρά οξέα. Επίλυση παραδειγμάτων
7	Υδατική χημεία: Ρυθμιστική ικανότητα νερού, ανθρακικό σύστημα, αλκαλικότητα, διαλυτότητα στερεών και αερίων στο νερό. Επίλυση παραδειγμάτων
8	Βασικές αρχές χημείας: Αρχή διατήρησης μάζας, Στοιχειομετρία χημικών αντιδράσεων, Επίλυση παραδειγμάτων.
9	Χημεία Υλικών: ΔΟΜΗ - ΔΕΣΜΟΙ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ. Επίλυση παραδειγμάτων
10	Χημεία Υλικών: ΔΙΑΒΡΩΣΗ - ΟΞΕΙΔΩΣΗ. Επίλυση παραδειγμάτων
11	Χημεία Υλικών: κρυσταλλικότητα, κρυσταλλικές ατέλειες, κρυσταλλογραφία-ακτίνες Χ, χαρακτηρισμός και χημικές αντιδράσεις. Επίλυση παραδειγμάτων
12	Χημεία εδάφους: εδαφογένεση, χημική σύσταση και ορυκτολογία, χημικές ιδιότητες, διεπιφάνεια εδαφών και νερού, ιοντοανταλλαγή, προσρόφηση και συμπλοκοποίηση. Επίλυση παραδειγμάτων.
13	Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων: Ρύπανση από αστικά στερεά απόβλητα, μέθοδοι και τεχνολογίες επεξεργασίας και διαχείρισης στερεών αποβλήτων, περιβαλλοντικά ζητήματα.
14	Επίλυση αποριών

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ



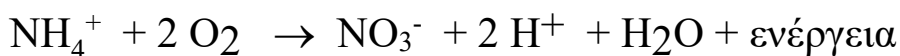
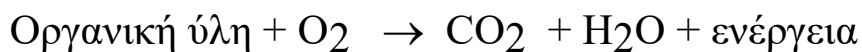
Διάκριση οργανισμών:

1. Πηγή ενέργειας

- Φωτοσύνθεση (φωτοσυνθετικοί οργανισμοί)



- Οξείδωση ανόργανων ή οργανικών ουσιών
(χημικοσυνθετικοί οργανισμοί)

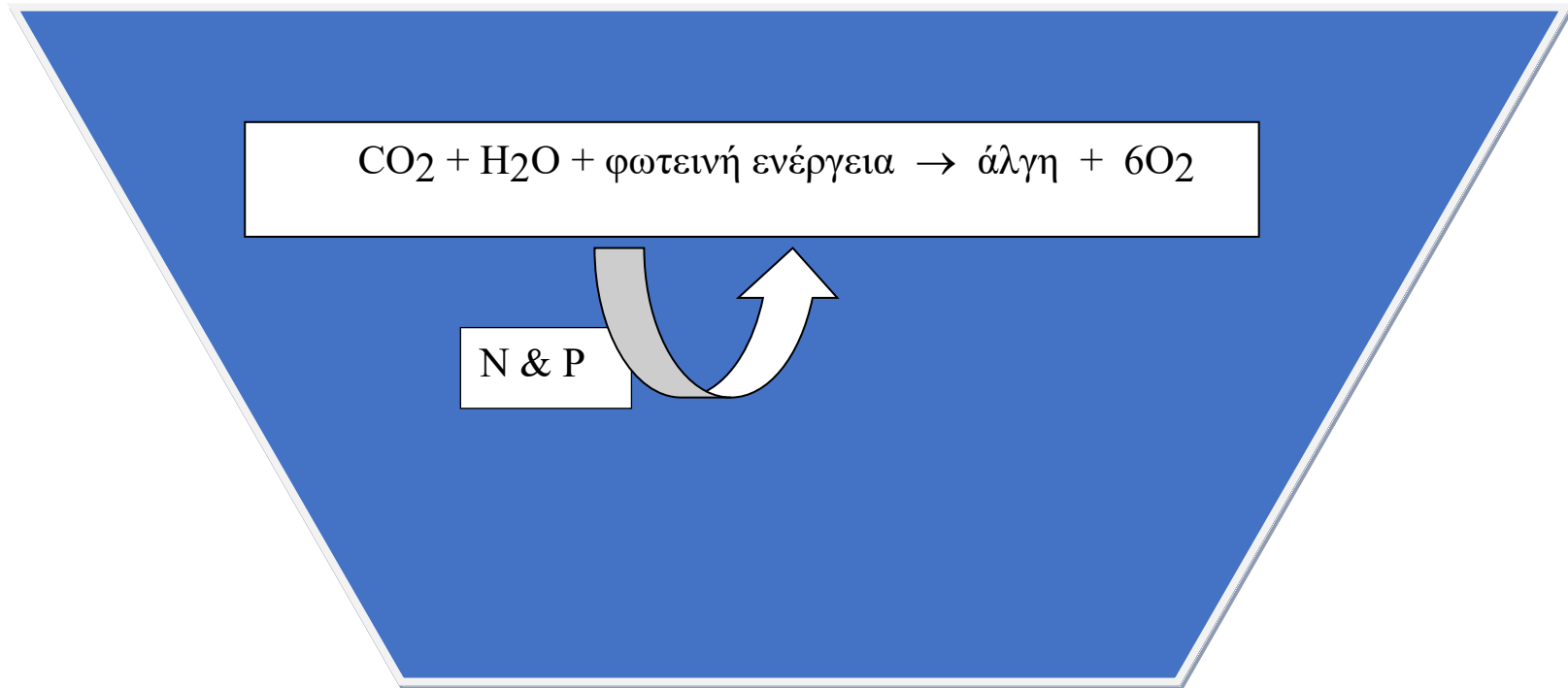


2. Πηγή άνθρακα

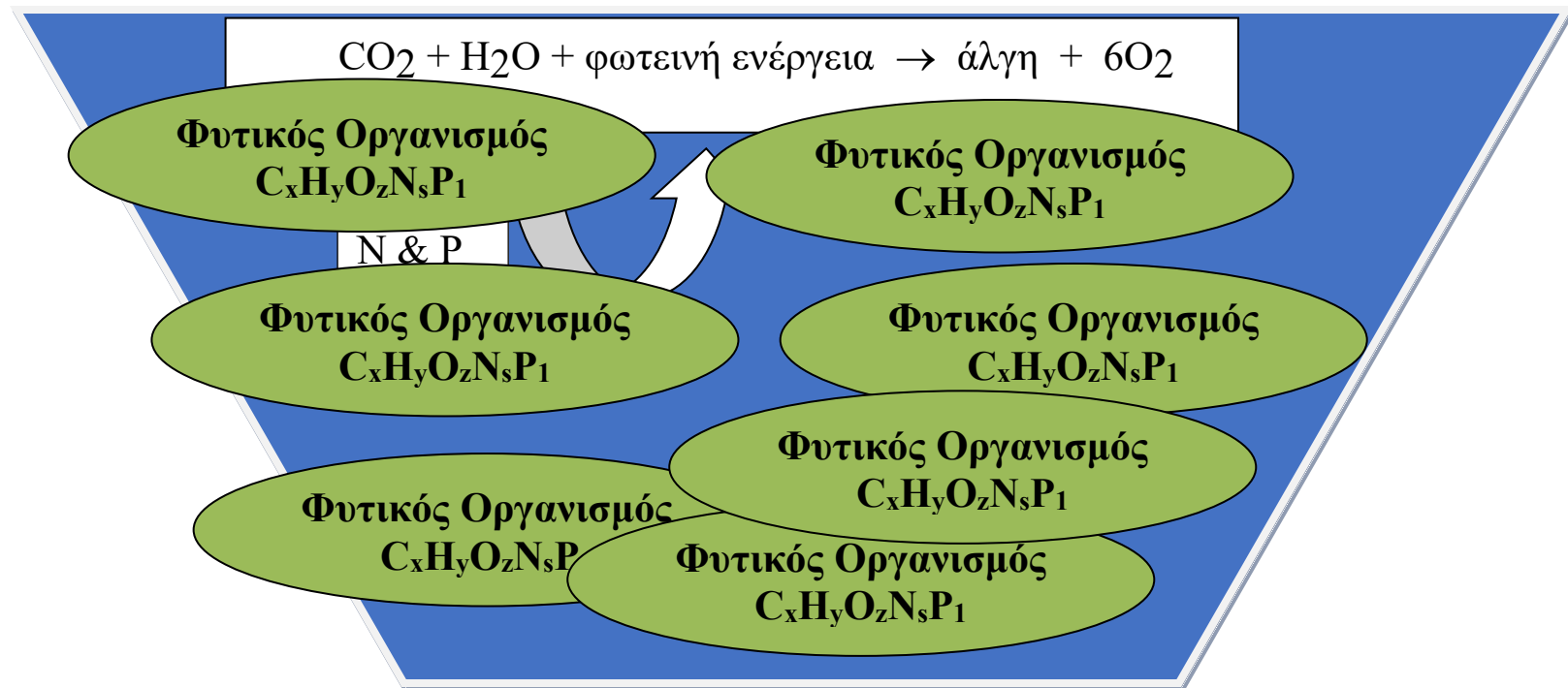
- Αυτοτροφικοί (ανόργανος C, π.χ. CO_2 , HCO_3^-)
- Ετεροτροφικοί (οργανικές ενώσεις ή άλλους οργανισμούς)

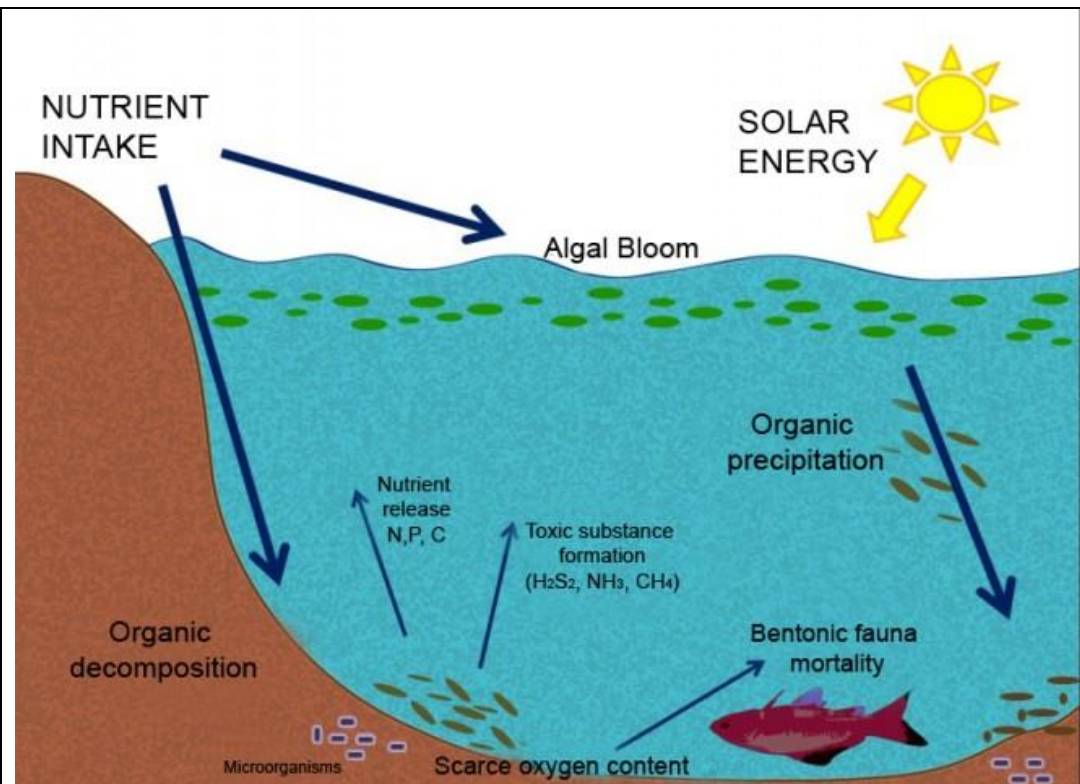
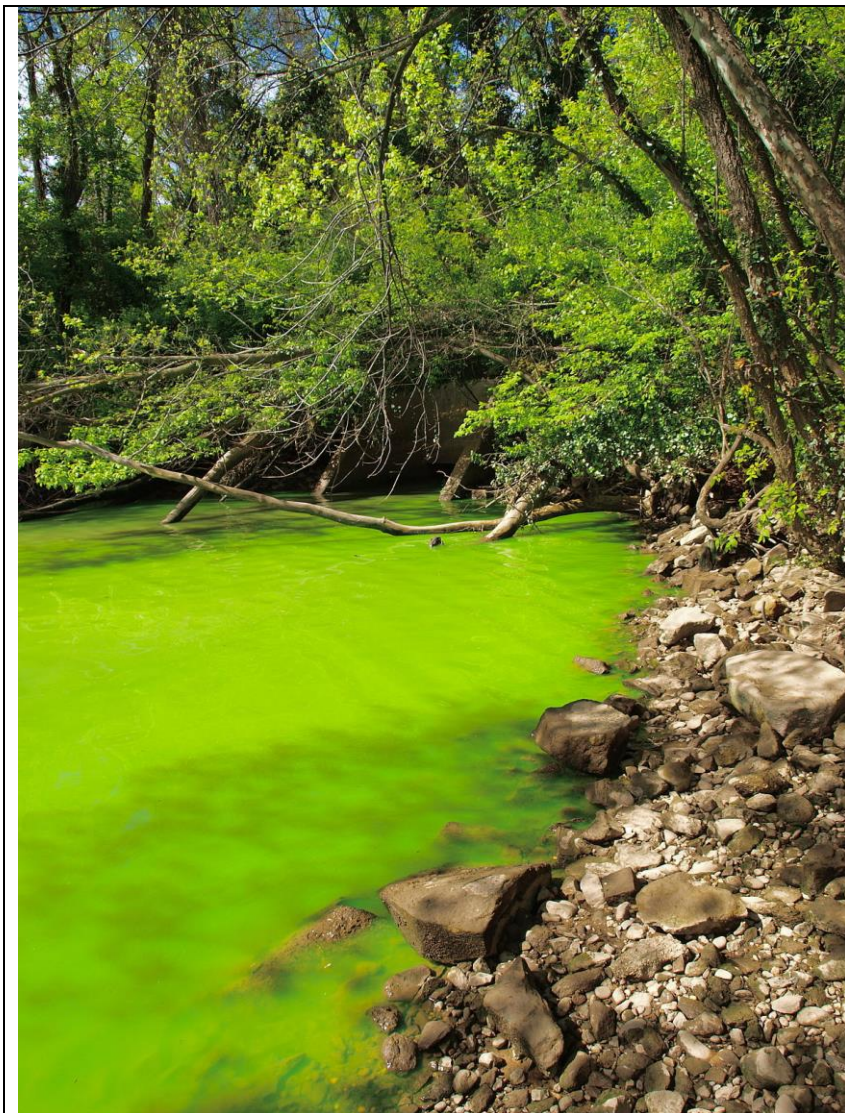
Πηγή ενέργειας Πηγή άνθρακα	Φωτοσυνθετικοί	Χημικοσυνθετικοί
Αυτοτροφικοί	Φυτά Τα περισσότερα άλγη Λίγα βακτήρια	Μερικά βακτήρια
Ετεροτροφικοί	Λίγα βακτήρια Λίγα άλγη	Ζώα Πρωτόζωα Μύκητες Τα περισσότερα βακτήρια

Φωτοσυνθετικοί Αυτοτροφικοί Οργανισμοί (Φυτά, Άλγη): Παραγωγοί οξυγόνου

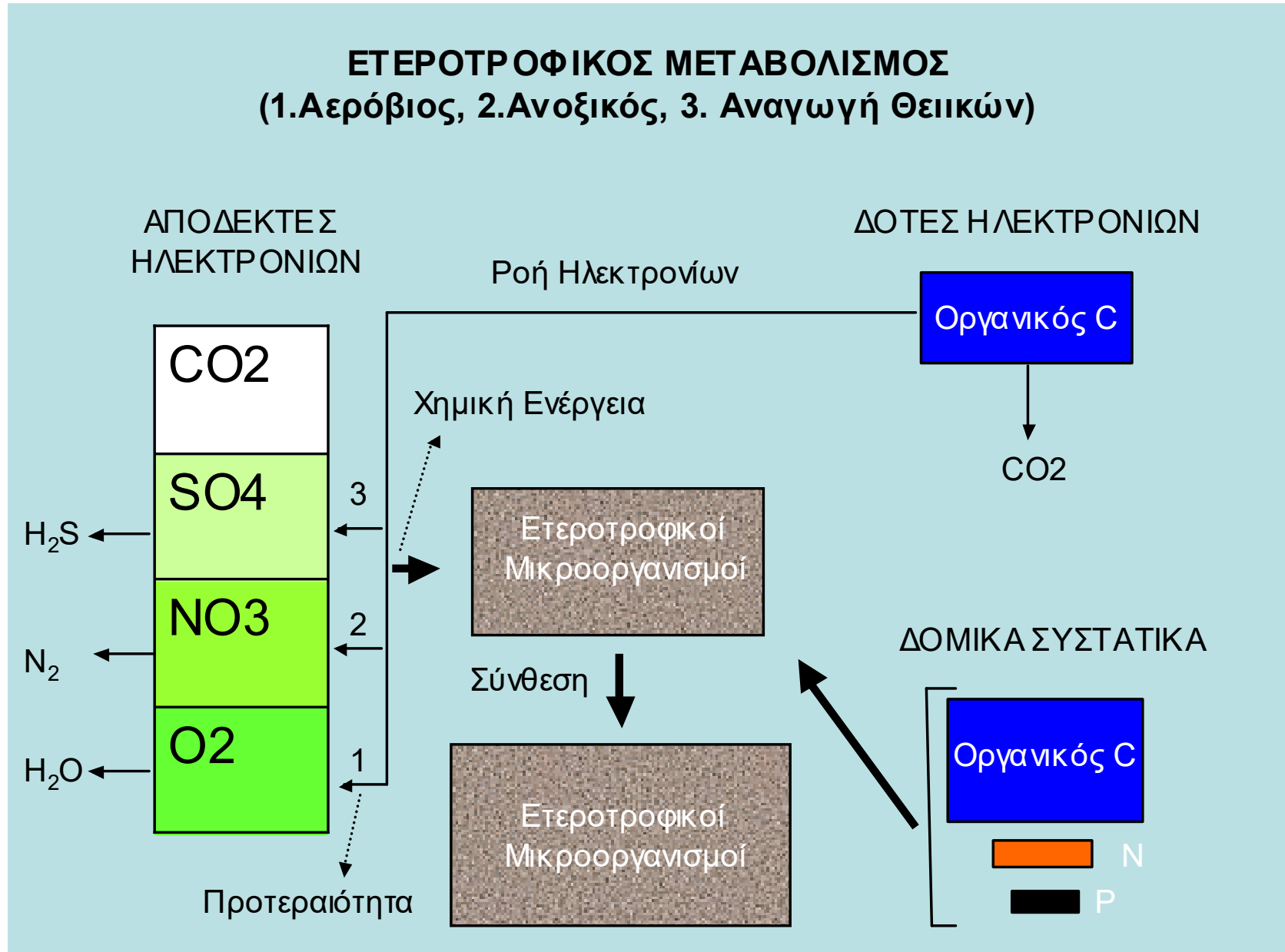


Η υπερανάπτυξη των φωτοσυνθετικοί αυτοτροφικών οργανισμών στο νερό
⇒ Πρόβλημα, Ευτροφισμός

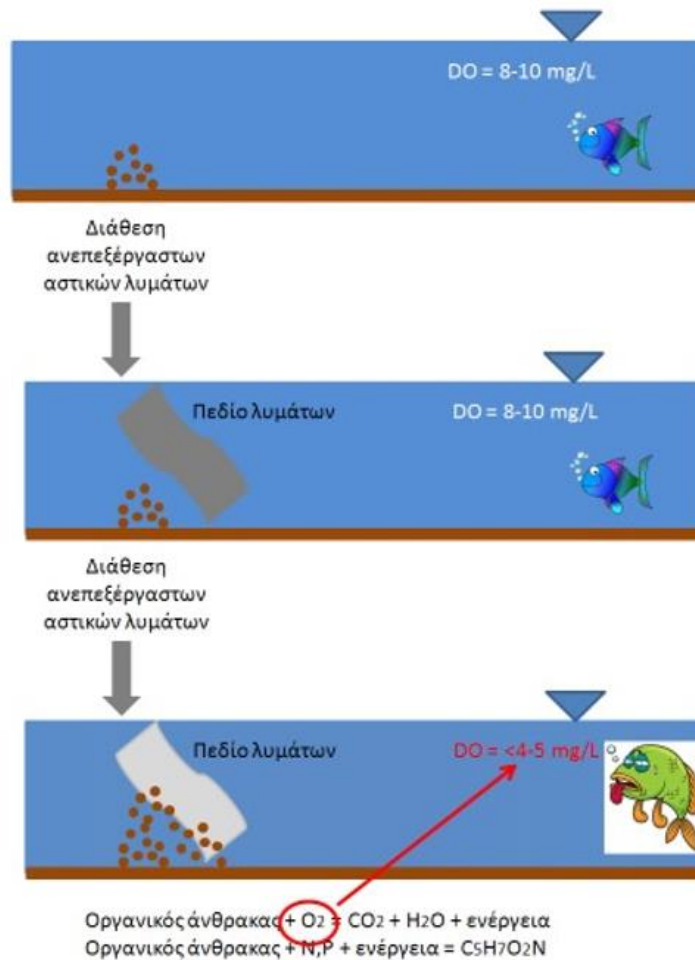




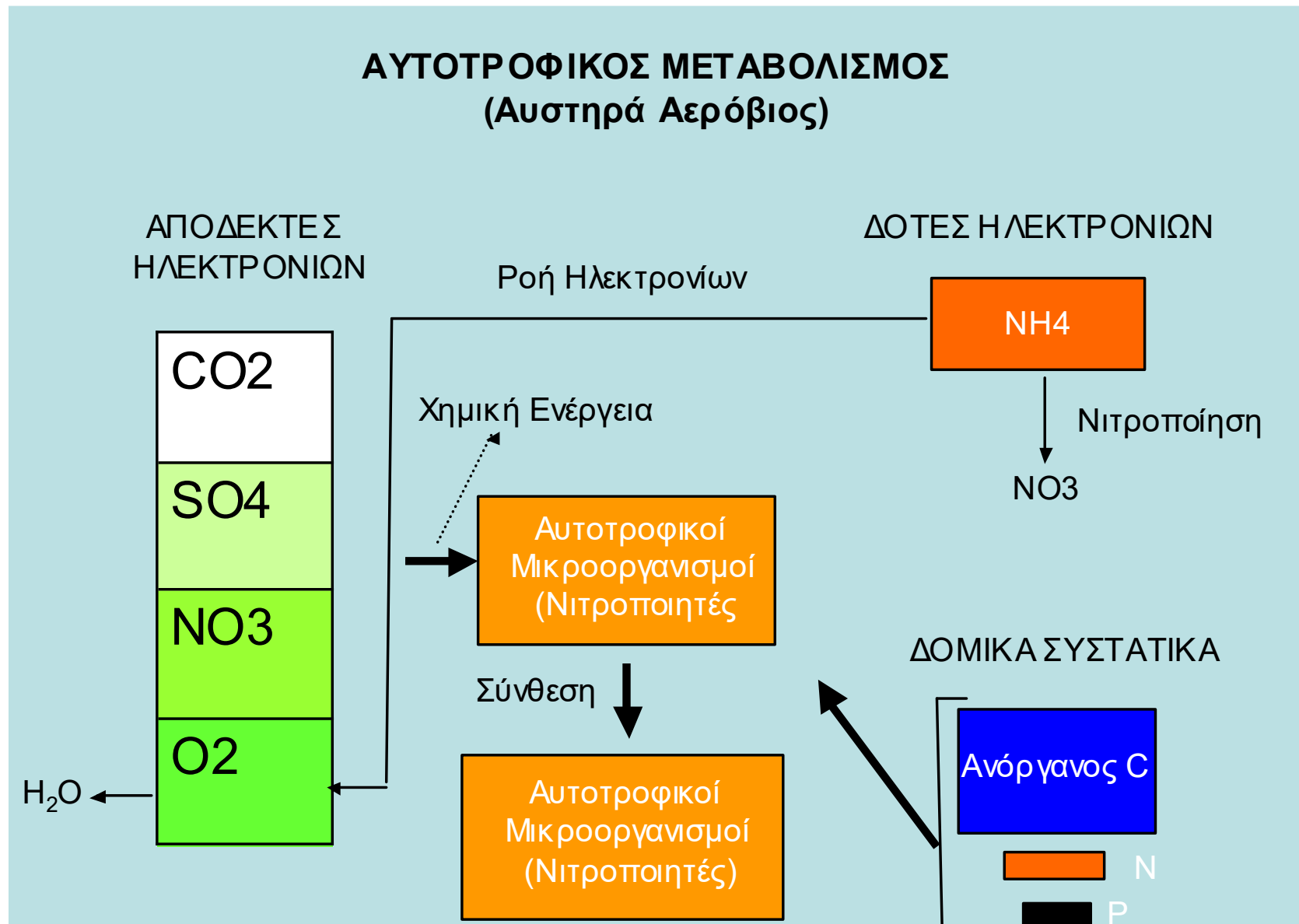
Ετεροτροφικοί Χημικοσυνθετικοί Οργανοτροφικοί Μικροοργανισμοί



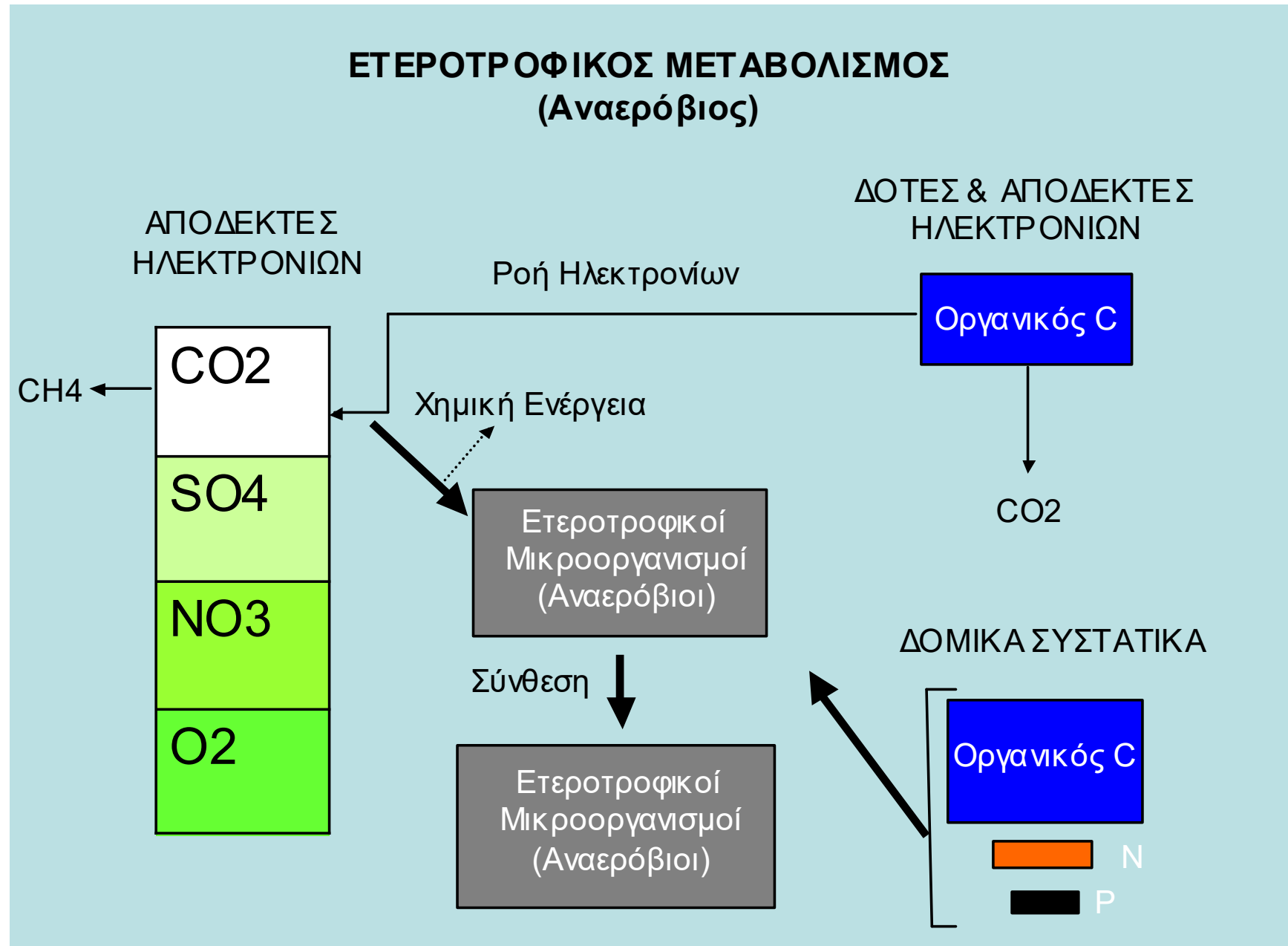
Αερόβιος ετεροτροφικός χημικοσυνθετικός μεταβολισμός



Αυτοτροφικοί Χημικοσυνθετικοί Λιθοτροφικοί Μικροοργανισμοί



Αναερόβιοι Χημικοσυνθετικοί Οργανοτροφικοί Ετεροτροφικοί Μικροοργανισμοί



Παραγωγή Ενέργειας από απόβλητα



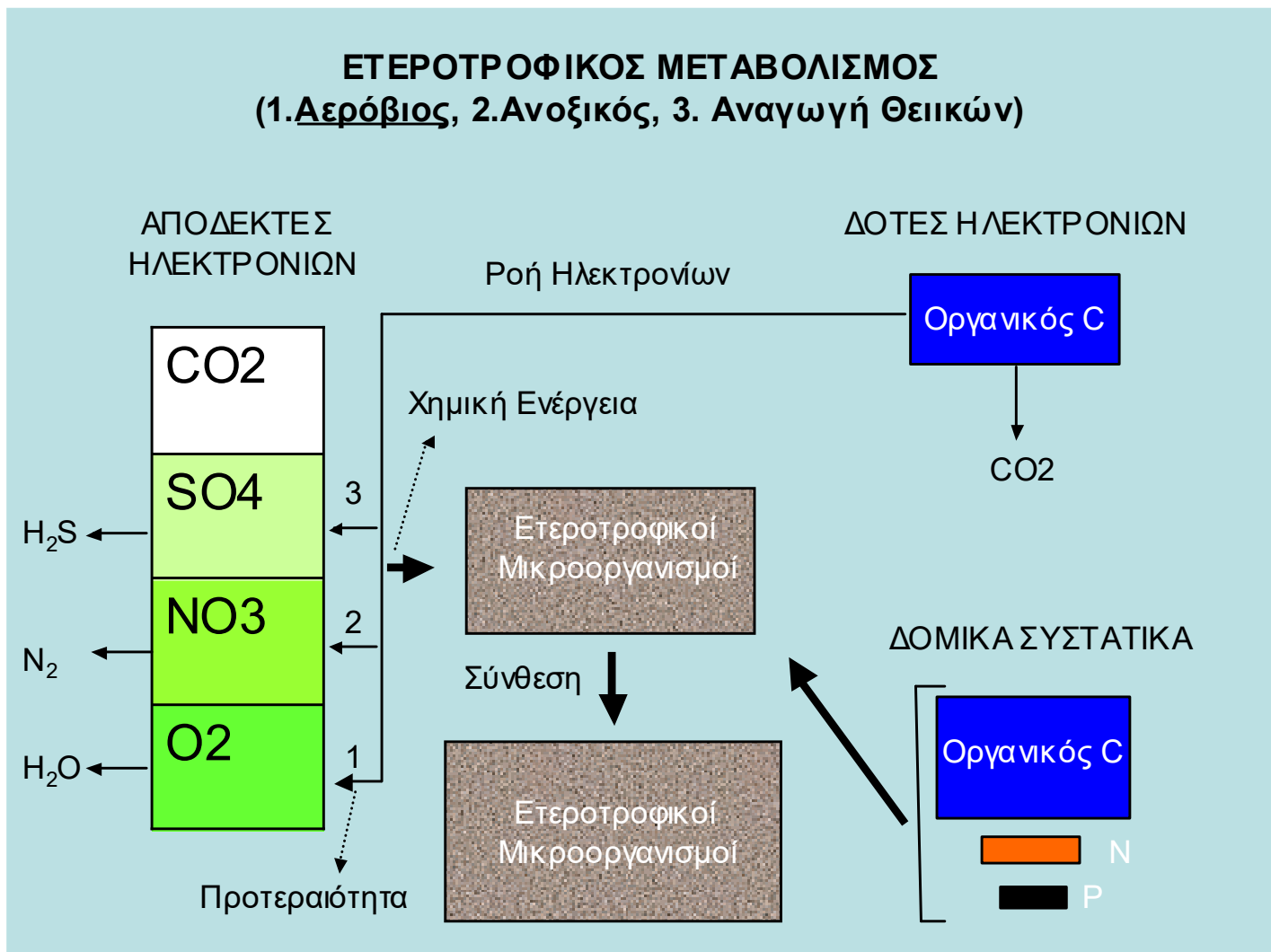
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μια χημική αντίδραση μας δίνει τα ακόλουθα σημαντικά ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία:

- ✓ Το είδος των αντιδρώντων και των προϊόντων
- ✓ Σε όλες τις χημικές αντιδράσεις τα αντιδρώντα και τα προϊόντα εκφράζονται σε mole/l
- ✓ Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης, με βάση δηλαδή την αρχή της διατήρησης της μάζας όλων των αντιδρώντων και των προϊόντων, μπορούμε να υπολογίσουμε τη ποσότητα των αντιδρώντων σε moles ή σε gr που απαιτείται για να παραχθεί μια συγκεκριμένη ποσότητα προϊόντων

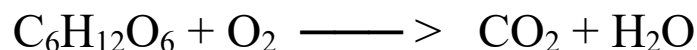
Η σημασία της στοιχειομετρίας δίνεται στη συνέχεια για την περίπτωση αντιδράσεων οξειδοαναγωγής που χρησιμοποιούν οι οργανισμοί για την παραγωγή ενέργειας.

1. ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΙΚΟΣ ΧΗΜΙΚΟΣΥΝΘΕΤΙΚΟΣ ΑΕΡΟΒΙΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ



Για την ποσοτική περιγραφή της ανωτέρω διεργασίας χρειάζεται να γραφούν οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής που πραγματοποιούνται κατά τον αερόβιο χημικοσυνθετικό μεταβολισμό για την παραγωγή ενέργειας:

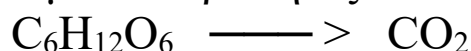
Αερόβια αναπνοή



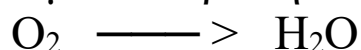
Τρόπος επίλυσης

Για να βρούμε την στοιχειομετρία της ανωτέρω αντίδρασης συνήθως χωρίζουμε την αντίδραση σε δύο ημι-αντιδράσεις δηλαδή μια ημι-αντίδραση οξείδωσης και μια ημι-αντίδραση αναγωγής, π.χ. για την ανωτέρω αντίδραση προσδιορίζουμε τις ακόλουθες ημι-αντιδράσεις

Ημι-αντίδραση οξείδωσης



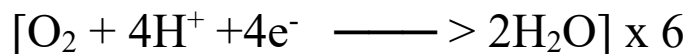
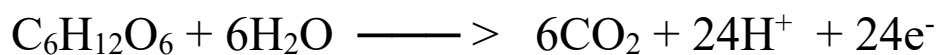
Ημι-αντίδραση αναγωγής

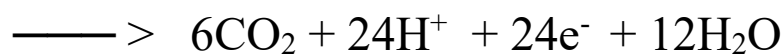
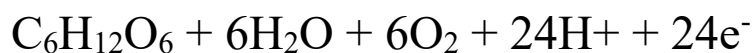


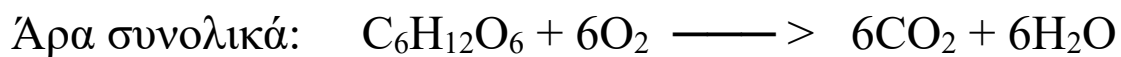
Στη συνέχεια η στοιχειομετρία των αντιδράσεων επιτυγχάνεται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. Ισοστάθμιση στοιχείων άλλων από O_2 και υδρογόνο
2. Ισοστάθμιση οξυγόνου με νερό
3. Ισοστάθμιση υδρογόνου με άτομα υδρογόνου
4. Ισοστάθμιση φορτίων με ηλεκτρόνια
5. Ισοστάθμιση ημιαντιδράσεων.

Εφαρμόζοντας τα ανωτέρω:

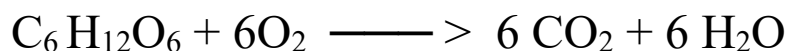






Παράδειγμα 1^ο

Υπολογίστε την κατανάλωση O₂ για την πλήρη οξείδωση 300 mg/l γλυκόζης, σε CO₂ από βακτήρια με βάση την ακόλουθη αντίδραση οξειδοαναγωγής:



1 mol 6 mol

180 g 6 x 32 = 192 g O₂

Άρα τα βακτήρια για να οξειδώσουν 1 mole C₆H₁₂O₆ καταναλώνουν 6 moles O₂.

MB γλυκόζης = 6 x 12 + 12 + 6 x 16 = 180 g

MB οξυγόνου = 2 x 16 = 32 g

Άρα η οξείδωση 180 g γλυκόζης από βακτήρια κάτω από αερόβιες συνθήκες έχει ως αποτέλεσμα την κατανάλωση 6x32 g O₂.

180 g γλυκόζης 192 g O₂

300 mg/l γλυκόζης ?

Κατά συνέπεια για την οξείδωση 300 mg/l γλυκόζης, απαιτούνται:

$$300 \text{ mg/l} \times 192/180 = 321 \text{ mg/l O}_2.$$

Άρα το αναμενόμενο αποτέλεσμα της παρουσίας γλυκόζης στο νερό είναι η μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου στο νερό (αποξυγόνωση).

Παράδειγμα 2^ο

Λίμνη όγκου 10^6 m^3 , λόγω διάθεσης αποβλήτων, καθημερινά δέχεται 150 kg οργανικών ενώσεων, ως προπιονικό οξύ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$). Δεχθείτε ότι το $1/3$ του προπιονικού οξέος οξειδώνεται σε CO_2 και H_2O για την παραγωγή ενέργειας και το υπόλοιπο για σύνθεση, διαδικασία που δεν καταναλώνει οξυγόνο. Η αρχική συγκέντρωση του οξυγόνου στο νερό είναι ίση με την συγκέντρωση κορεσμού του οξυγόνου, δηλαδή 9 mg/L . Υπολογίστε πότε οι οργανισμοί θα αντιμετωπίσουν πρόβλημα έλλειψης οξυγόνου με δεδομένο ότι χρειάζονται κατ' ελάχιστο, συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό ίση με 4 g/m^3 ;

Μερικές έννοιες που ίσως έχετε ξεχάσει:

1. Συγκέντρωση ουσίας (C) στο νερό

Δεν χρησιμοποιούμε συγκεντρώσεις σε M αλλά συχνότερα:

$$C_1 = \frac{\text{μαζα ουσίας C}}{\text{ογκος διαλυματος}}$$

$$1 \text{ mg/l} = 1 \text{ gr/m}^3 = 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

2. Μάζα ουσίας M σε ένα υδάτινο όγκο

$$M = C \times V \text{ π.χ. } \text{kg/m}^3 \times \text{m}^3$$

Ρύπανση Υδάτων

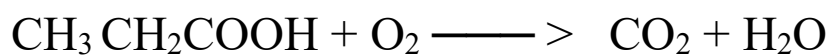
Υγρά Απόβλητα = 150 kg/d
CH₃CH₂COOH



$V_{\text{λίμνης}} = 10^6 \text{ m}^3$
 $C_{\text{O}_2} = 9 \text{ mg/L}$, $C_{\text{min O}_2} = 4 \text{ mg/L}$,

Συνολική μάζα οξυγόνου στο νερό = $9 \text{ g/m}^3 \times 10^6 \text{ m}^3$

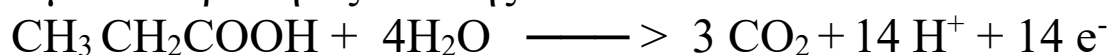
ΛΥΣΗ



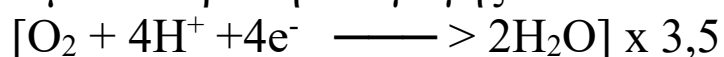
Στοιχειομετρία?

Ισοστάθμιση στοιχείων άλλων
από O₂ και υδρογόνο
Ισοστάθμιση οξυγόνου με νερό
Ισοστάθμιση υδρογόνου με
άτομα υδρογόνου
Ισοστάθμιση φορτίων με
ηλεκτρόνια

Ημι-αντίδραση οξείδωσης

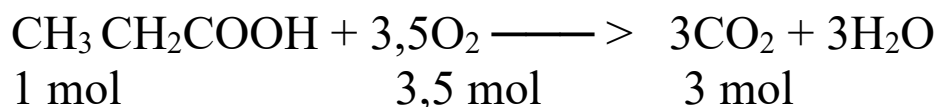


Ημι-αντίδραση αναγωγής





Αρα συνολικά:



- MB προπιονικού οξέος = $3 \times 12 + 6 + 2 \times 16 = 74\text{gr}$
- MB οξυγόνου = $2 \times 16 = 32 \text{ gr}$
- MB διοξειδίου του άνθρακα = 44 gr

Αρα η οξείδωση 74gr προπιονικού οξέος από βακτήρια κάτω από αερόβιες συνθήκες έχει ως αποτέλεσμα την κατανάλωση $3,5 \times 32 \text{ g O}_2 = 112 \text{ g O}_2$ και την παραγωγή $3 \times 44 \text{ gr} = 132 \text{ gr CO}_2$

1 g προπιονικού οξέος καταναλώνει $112/74 = 1,5\text{g O}_2$

Κατά συνέπεια για την οξείδωση 50 kg/d προπιονικού οξέος, απαιτούνται:

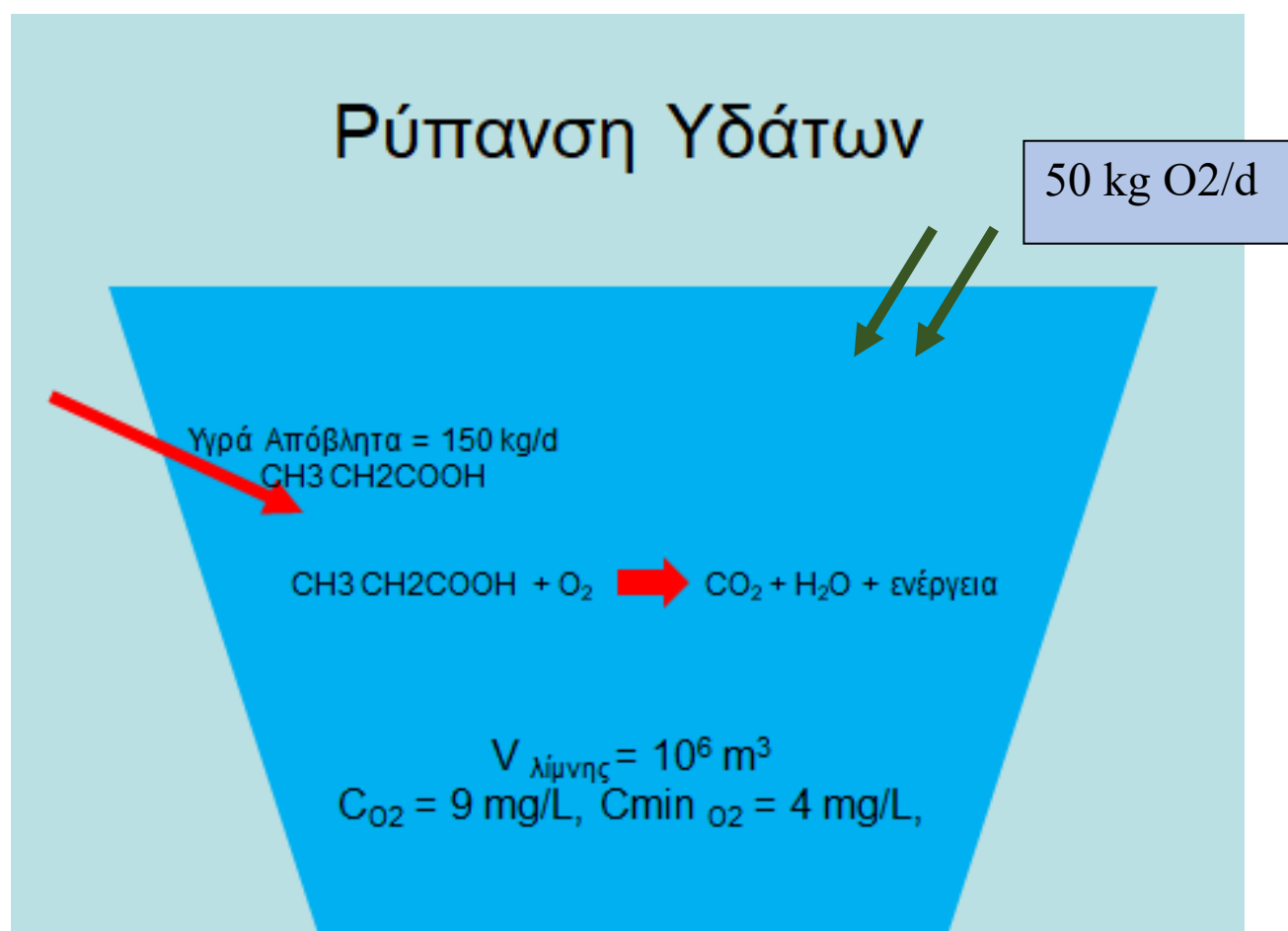
$50 \text{ kg/d} \times 1,5 = 75 \text{ kg/d O}_2$.

- Συνολική μάζα οξυγόνου στο νερό = $9 \text{ g/m}^3 \times 10^6 \text{ m}^3 = 9 \times 10^6 \text{ g O}_2 = 9000 \text{ kg O}_2$
- Διαθέσιμη για κατανάλωση μάζα οξυγόνου στο νερό = $(9 \text{ g/m}^3 - 4 \text{ g/m}^3) \times 10^6 \text{ m}^3 = 5000 \text{ kg O}_2$

Άρα η λίμνη θα αντιμετωπίσει πρόβλημα σε χρόνο = $5000 \text{ kg O}_2 / 75 \text{ kg/d O}_2 = 67 \text{ ημέρες}$

Προς συζήτηση:

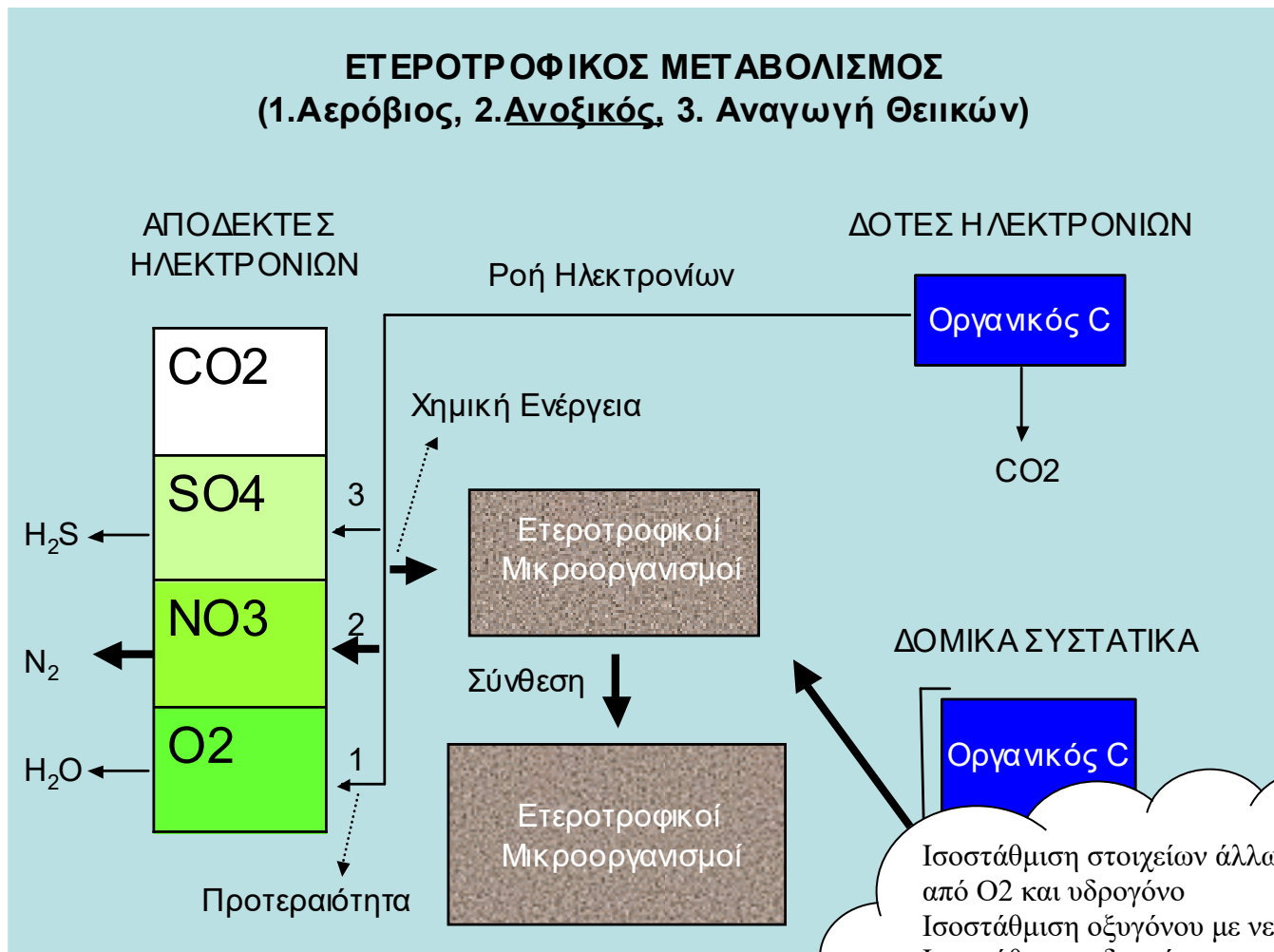
- 1) Αλλάζει η εικόνα αν καθημερινά λόγω επαναερισμού κερδίζουμε 50 kg/d O_2



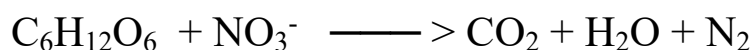
- 2) Ποια είναι η μέγιστη ποσότητα οργανικού υλικού που μπορεί χωρίς προβλήματα να υποστεί πλήρη οξείδωση στην λίμνη (χωρίς δηλαδή να μεταβληθεί η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου);

$50 \text{ kgO}_2/\text{d}/1,5 = 35 \text{ kg/d προπιονικού οξέος}$

2. ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΙΚΟΣ ΧΗΜΙΚΟΣΥΝΘΕΤΙΚΟΣ ΑΝΟΞΙΚΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ – ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

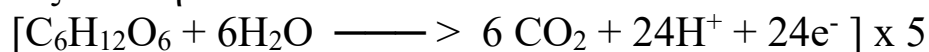


ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ

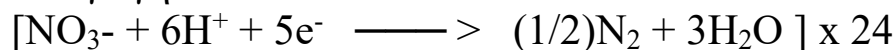


Ημιαντιδράσεις:

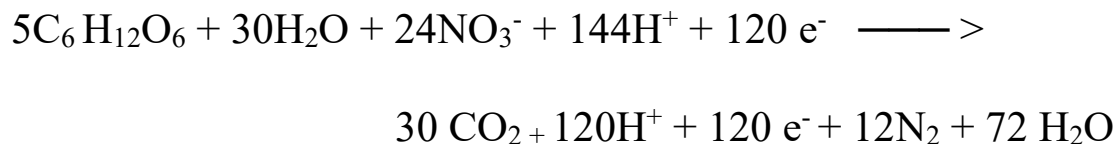
Οξείδωση



Αναγωγή NO₃⁻



Προσθέτουμε

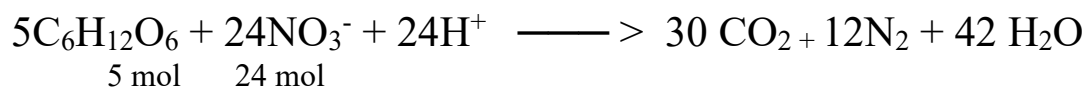


Τελικά



Παράδειγμα 3^ο

Υπολογίστε την κατανάλωση σε mg/L NO_3^- στην περίπτωση νερού που περιέχει 300 mg/L γλυκόζης κατά την ακόλουθη αντίδραση απονιτροποίησης:



Άρα τα βακτήρια για να οξειδώσουν 1 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ καταναλώνουν 24/5 mol NO_3^- .

MB γλυκόζης = $6 \times 12 + 12 + 6 \times 16 = 180\text{ g}$

MB νιτρικών = $14 + 16 \times 3 = 62\text{ g}$

MB νιτρικού αζώτου = 14 g

$5 \times 180 = 900\text{ γρ. γλυκόζης}$
1 γρ.

$24 \times 62 = 1488\text{ γρ. νιτρικών}$
1,65 γρ. Νιτρικών

Κατά συνέπεια για την οξείδωση 300 mg/L γλυκόζης, απαιτούνται:

$$300\text{ mg/L} \times 1,65 = 496\text{ mg/L NO}_3^-$$

Παραγόμενη ενέργεια κατά την οξείδωση οργανικών ουσιών

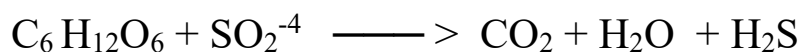
Στη περίπτωση που είναι δυνατή η αερόβια και η ανοξική αναπνοή, μεταξύ της αερόβιας οξείδωσης της γλυκόζης και της ανοξικής οξείδωσης της γλυκόζης τα βακτήρια θα πραγματοποιήσουν αυτή την αντίδραση που θα τους δώσει περισσότερη ενέργεια. Η ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας δίνεται από την παράμετρο ΔG που ονομάζεται ελεύθερη ενέργεια μιας αντίδρασης.

- ΔG αερόβιας οξείδωσης γλυκόζης = -2880 kJ/mole γλυκόζης
- ΔG ανοξικής οξείδωσης γλυκόζης = -2720 kJ/mole γλυκόζης

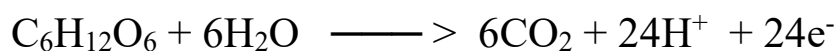
Αρνητικές τιμές της ελεύθερης ενέργειας υποδηλώνουν ότι η αντίδραση είναι αυθόρμητη και αποδίδει ενέργεια. Κατά συνέπεια η αερόβια οξείδωση της γλυκόζης αποδίδει περισσότερη ενέργεια στα βακτήρια και για το λόγο αυτό είναι η μόνη αντίδραση οξειδοαναγωγής που αναμένεται να πραγματοποιείται σε ένα υδάτινο σώμα που περιέχει γλυκόζη, οξυγόνο και νιτρικά. Για το λόγο αυτό δεν είναι δυνατή η απονιτροποίηση παρουσία οξυγόνου.

3. ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΙΚΟΣ ΧΗΜΙΚΟΣΥΝΘΕΤΙΚΟΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΘΕΙΪΚΩΝ – ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΑΝΑΠΝΟΗ

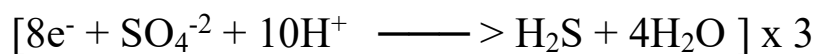
ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ



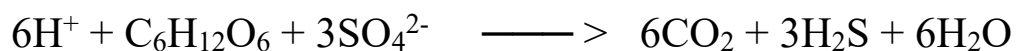
Ημιαντίδραση οξείδωσης



Ημιαντίδραση αναγωγής



Συνολικά:



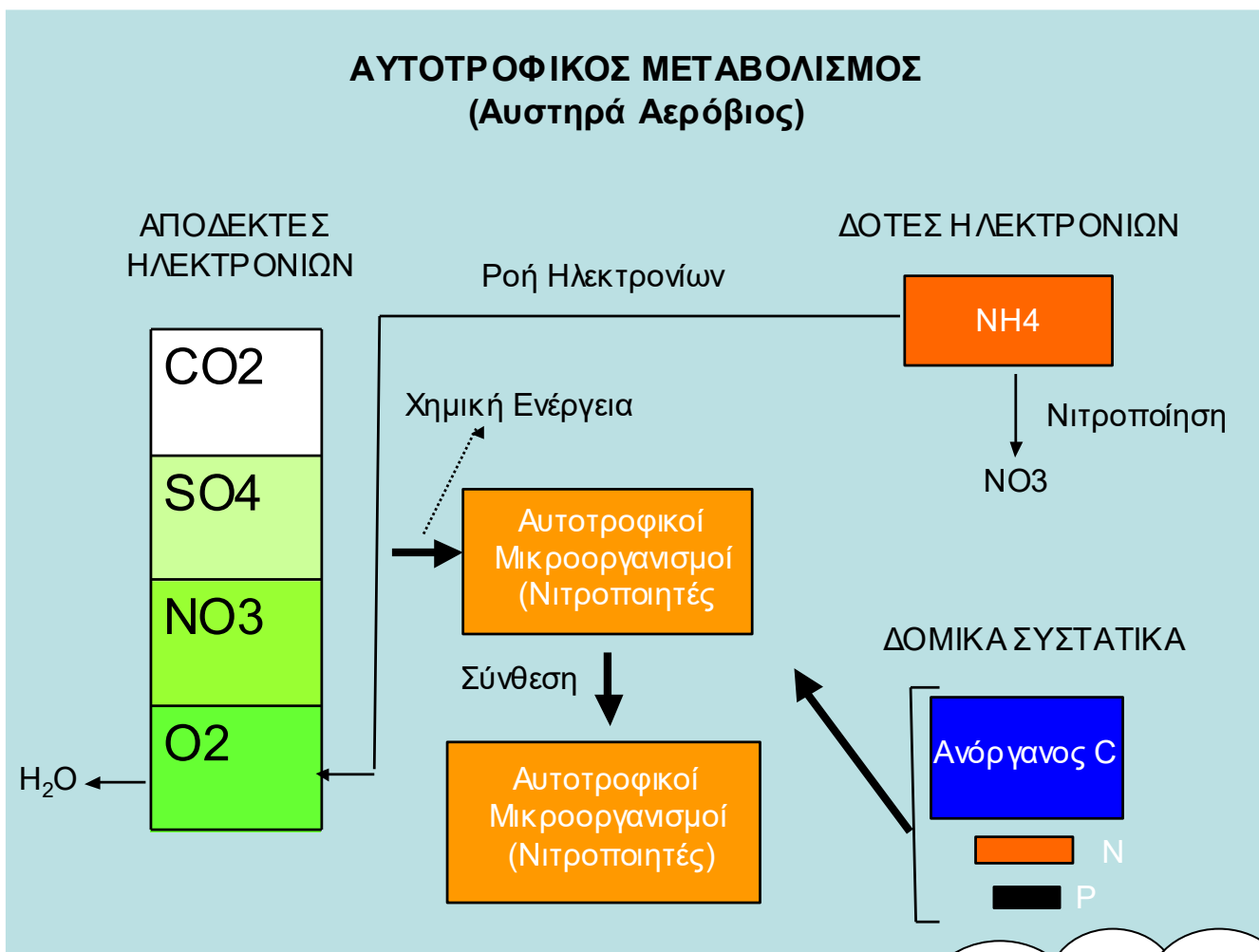
$$\Delta G = -492 \text{ KJ/mole γλυκόζης}$$

Η ανωτέρω αντίδραση αναμένεται να πραγματοποιείται από βακτήρια μόνο στη περίπτωση απουσίας οξυγόνου και νιτρικών καθώς η παραγόμενη ενέργεια από την οξείδωση της γλυκόζης ή άλλων οργανικών ουσιών και την αναγωγή των θειϊκών είναι πολύ μικρότερη.

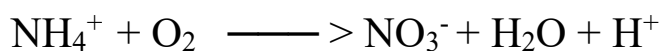
- ΔG αερόβια = - 2880 KJ/mole γλυκόζης >
- ΔG ανοξικά = - 2720 KJ/mole γλυκόζης >
- ΔG αναερόβια με θειϊκά = - 492 KJ/mole γλυκόζης

Ισοστάθμιση στοιχείων άλλων
από O₂ και υδρογόνο
Ισοστάθμιση οξυγόνου με νερό
Ισοστάθμιση υδρογόνου με
άτομα υδρογόνου
Ισοστάθμιση φορτίων με
ηλεκτρόνια

4. ΑΥΤΟΤΡΟΦΙΚΟΣ ΧΗΜΙΚΟΣΥΝΘΕΤΙΚΟΣ ΑΕΡΟΒΙΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ - ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

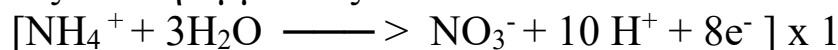


ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ – ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

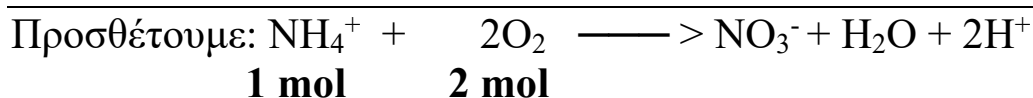
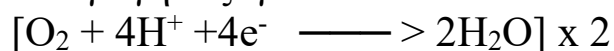


Ημιαντιδράσεις

Οξείδωση αμμωνίας



Αναγωγή Οξυγόνου



Ισοστάθμιση στοιχείων άλλων από O₂ και υδρογόνο
Ισοστάθμιση οξυγόνου με νερό
Ισοστάθμιση υδρογόνου με άτομα υδρογόνου
Ισοστάθμιση φορτίων με ηλεκτρόνια

Άρα τα βακτήρια κατά τη νιτροποίηση για να οξειδώσουν 1 mol NH_4^+ καταναλώνουν 2 moles O_2 .

Μοριακό βάρος αμμωνίας = $14 + 4 = 18 \text{ g}$

Άρα η οξείδωση 18 g αμμωνίου από βακτήρια κάτω από αερόβιες συνθήκες έχει ως αποτέλεσμα την κατανάλωση $2 \times 32 \text{ g O}_2$, δηλαδή για κάθε gr αμμωνίας που νιτροποιείται:

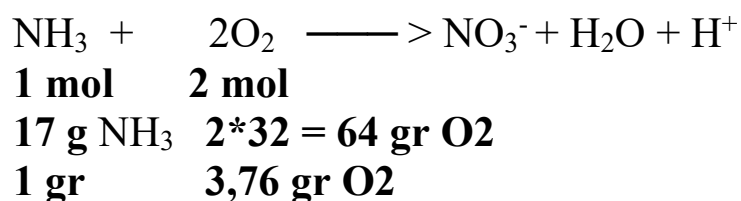
□ απαιτούνται $64/18 = 3,6 \text{ g O}_2$ ή

σε όρους του αζώτου που βρίσκεται στο αμμωνιο δηλ. του $\text{NH}_4\text{-N}$

□ απαιτούνται $64/14 = 4,57 \text{ g O}_2$

Παράδειγμα 4^ο

Υπολογίστε την τελική συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό που περιέχει 2 mg/L NH_3 μετά την νιτροποίηση της αμμωνίας σε νιτρικά. Η αρχική συγκέντρωση οξυγόνου ισούται με 8 mg/L .



Με βάση την στοιχειομετρία της αντίδρασης:

Κατανάλωση $\text{O}_2 = 2 \text{ mg/L} \times 3,76 \text{ g O}_2/\text{g NH}_3 = 7,52 \text{ mg/L}$

Τελική συγκέντρωση οξυγόνου = $8 \text{ mg/L} - 7,52 \text{ mg/L} = 0,48 \text{ mg/L}$

Παράδειγμα 5^ο - Σημασία στοιχειομετρίας σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής

Παγκοσμίως η καύση του φυσικού αερίου προσφέρει ενέργεια $10,9 \times 10^{16}$ kJ/έτος. Αν η ενέργεια που περιέχει το φυσικό αέριο είναι 39×10^3 kJ /m³, πόσο CO₂ παράγεται από την καύση του φυσικού αερίου, παγκοσμίως.

Εκφράστε επίσης σε τόνους /έτος C (Cπαρ) την παραγωγή CO₂.

Λύση

Ο όγκος του φυσικού αερίου που καίγεται για τη παραγωγή ενέργειας υπολογίζεται:

$$m^3 \text{ CH}_4 = \frac{10,9 \times 10^{16}}{39 \times 10^3} = 2,79 \times 10^{12} m^3 \text{ CH}_4/\text{έτος}$$

Με βάση τον όγκο που καταλαμβάνει κάθε 1 mole υπό κανονικές συνθήκες έχουμε:

$$22,4 \text{ LCH}_4 = 22,4 \times 10^{-3} m^3 \text{ CH}_4 \quad 1 \text{ mole CH}_4$$

Άρα το 1 m³ CH₄ περιέχει σε κανονικές συνθήκες την ακόλουθη ποσότητα μεθανίου σε mole:

$$1 m^3 \text{ CH}_4 \quad 1/(22,4 \times 10^{-3}) = 44,6 \text{ moles/m}^3$$

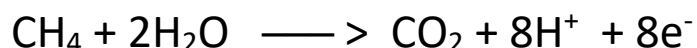
Άρα κατανάλωση σε μεθάνιο είναι:

$$\text{moles CH}_4 = 2,79 \times 10^{12} \text{m}^3 \text{CH}_4/\text{έτος} \times 44,6 \text{ moles/m}^3 = 1,25 \times 10^{14} \text{ moles/έτος}$$

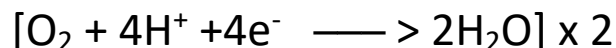
Η στοιχειομετρία της καύσης του φυσικού αερίου που περιέχει κατά κύριο λόγο μεθάνιο (CH₄) εκφράζεται από την ακόλουθη χημική αντίδραση:



Ημιαντίδραση οξείδωσης μεθανίου



Ημιαντίδραση αναγωγής Οξυγόνου



Με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης της καύσης του φυσικού αερίου έχουμε ότι 1 mole μεθανίου ή αντίστοιχα 16 gr μεθανίου αντιδρούν με 2 mole οξυγόνου και παράγουν 1 mole CO₂ ή 44 gr.

Σημειώνεται ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα από τα σημαντικότερα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Με βάση τη στοιχειομετρία της καύσης του βιοαερίου

Άρα moles CO₂ = moles CH₄ = $1,25 \times 10^{14}$ moles/έτος

Άρα μάζα CO₂ σε gr = $1,25 \times 10^{14} \times 44 \text{ gr/mole} = 5,5 \times 10^{15} \text{ gr/έτος}$

Μάζα παραγόμενου άνθρακα C_{παρ} = $5,5 \times 10^{15} \times (12/44) = 1,5 \times 10^{15} \text{ grC/έτος.}$