



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Τεχνολογία Περιβάλλοντος: Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων

Ενότητα 2: Ποιοτικά Χαρακτηριστικά των Αστικών Υγρών Αποβλήτων

Κορνάρος Μιχαήλ
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Χημικών Μηχανικών

Ποιοτικά Χαρακτηριστικά των Αστικών Υγρών Αποβλήτων

- φυσικά
- χημικά
- βιολογικά



Ολικά στερεά (ΟΣ) Total solids TS

- η ύλη που απομένει μετά από εξάτμιση στους 103-105°C
- Τα ολικά στερεά τα χωρίζουμε σε δύο κατηγορίες:
 - **αιωρούμενα στερεά (ΑΣ)** (suspended solids)(μεγέθους >0.7 μm)
 - **διηθούμενα στερεά (ΔΘΣ)** (filterable solids) (μεγέθους <0.7 μm).
- Τα ΑΣ τα διαχωρίζουμε από τα ΔΘΣ με κατάλληλα φίλτρα



Αιωρούμενα στερεά

- Τα ΑΣ περιλαμβάνουν:
 - τα **Καθιζάνοντα Στερεά (ΚΣ)** (settleable solids), (τυπικά μεγαλύτερα από 10 μ m) (η ύλη που καθιζάνει σε κώνο Imhoff σε 1h)
 - **μη Καθιζάνοντα Στερεά (μηΚΣ)**

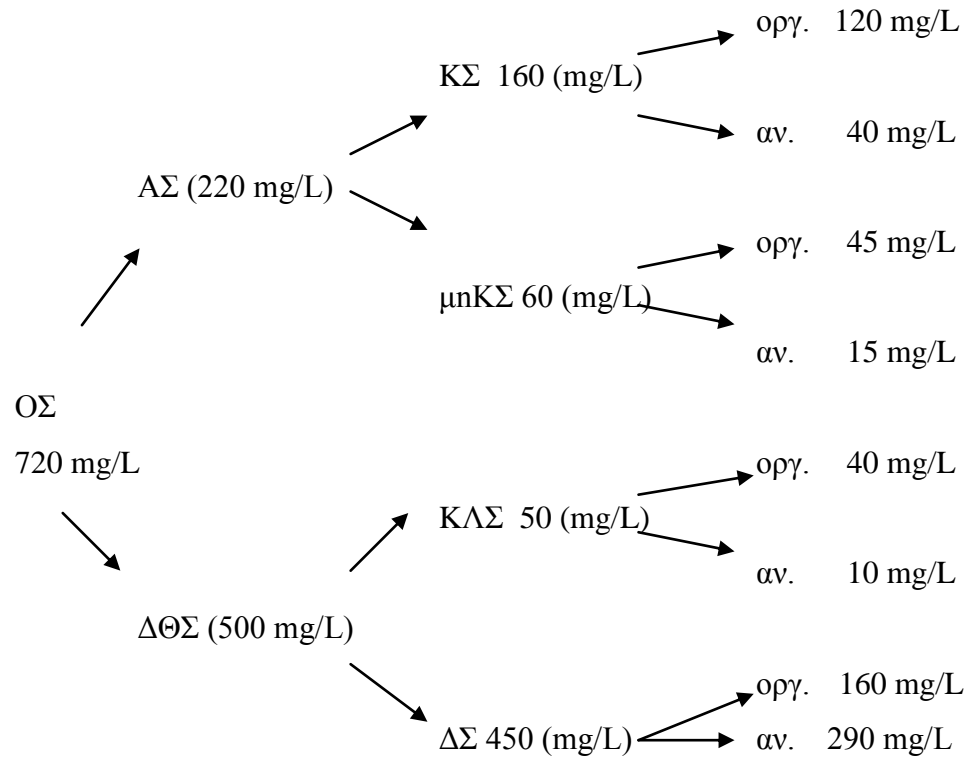


Διηθούμενα Στερεά

- Τα ΔΘΣ τα διακρίνουμε σε:
 - **κολλοειδή στερεά (ΚΛΣ)** (διάμετρο 0,001 μm έως 1 μm) (ξεχωρίζονται με βιολογική οξείδωση ή κροκίδωση και καθίζηση)
 - **διαλυμένα στερεά (ΔΣ)** (οργανικά και ανόργανα παρόντα σε πραγματικό υδατικό διάλυμα)
- Κάθε κατηγορία στερεών μπορούμε να την χωρίσουμε επί πλέον, ανάλογα με την πτητικότητα τους, σε
 - **πτητικά στερεά (ΠΣ)** (το μέρος που απομακρύνεται με καύση στους 550°C για 15 λεπτά, βασικά οργανικά), και
 - **μη πτητικά στερεά** (βασικά ανόργανα)



Τυπική σύσταση στερεών αστικών υγρών αποβλήτων



Οσμή

- Προκαλείται από αέρια που απελευθερώνονται με την διάσπαση οργανικής ύλης.
- Γίνεται πιο έντονη με την πάροδο του χρόνου.
- Κύριες ενώσεις που προκαλούν δυσοσμία είναι: αμμίνες, αμμωνία, διαμίνες, υδρόθειο, μερκαπτάνες (π.χ. CH_3SH) οργανικά σουλφίδια, σκατόλη ($\text{C}_8\text{H}_5\text{NHCH}_3$) και άλλα
- Πολλές διαφορετικές θεωρίες έχουν αναπτυχθεί, αλλά το φαινόμενο της οσμής δεν έχει ακόμη εξηγηθεί πλήρως επιστημονικά.
- Πρόβλημα παρουσιάζει το γεγονός ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μοριακής δομής και οσμής



Η συγκέντρωση κατωφλίου οσμής (ΣΚΟ)

- Ομάδα υποκειμένων (5-10 άτομα) εκτίθεται σε δείγματα οσμών, τα οποία έχουν αραιωθεί με αέρα χωρίς οσμές
- Ο αριθμός των αραιώσεων που πρέπει να κάνετε για να επιτύχετε 50% θετική αντίδραση από τα μέλη της ομάδας (δηλαδή τα μισά μέλη της ομάδας να θεωρήσουν το μείγμα δύσοσμο), είναι η συγκέντρωση σε μονάδες οσμής
- Π.χ., αν εννέα όγκοι αραιώσης, που προστίθενται σε ένα όγκο δείγματος οσμής προκαλούν την θετική αντίδραση της μισής ομάδας, η συγκέντρωση οσμής είναι 10



Θερμοκρασία

- Η θερμοκρασία των απόνερων είναι συνήθως μεγαλύτερη της θερμοκρασίας του παρεχόμενου νερού, εξαιτίας της προσθήκης ζεστού νερού κατά τη χρήση.
- Τυπικά ποικίλλει από 10°C σε 21°C . Μία αντιπροσωπευτική τιμή είναι **$15,6^{\circ}\text{C}$** .
- Η θερμοκρασία είναι πολύ σημαντική για τις βιολογικές μεθόδους επεξεργασίας αποβλήτων, διότι επηρεάζει:
 - (α) την διαλυτότητα του οξυγόνου
 - (β) την ανάπτυξη μικροοργανισμών



Χρώμα

- Τα "φρέσκα" απόβλητα είναι συνήθως χρώματος **γκρι**.
- Η διάσπαση οργανικών ενώσεων οδηγεί σε μείωση του διαλυμένου οξυγόνου και σταδιακή αλλαγή του χρώματος σε **μαύρο**. Τότε το απόβλητο θεωρείται **σηπτικό**.
- Το χρώμα μετράται συνήθως με χρήση φασματοφωτομέτρου για μήκη κύματος 400-700nm.



Χημικά Χαρακτηριστικά

- Οργανικά
 - Το 75% των ΑΣ και το 40% των ΔΘΣ των αστικών υγρών αποβλήτων είναι οργανικά συστατικά.
 - Οι **οργανικές ενώσεις** είναι κυρίως πρωτεΐνες 40 με 60%, υδατάνθρακες 25 με 50%, λίπη και έλαια 10% (διαλυτά σε εξάνιο), και ουρία (που όμως διασπάται ταχύτατα).
 - Επίσης περιλαμβάνονται τα απορρυπαντικά, οι φαινόλες και άλλα συστατικά που **δεν είναι βιολογικής προέλευσης**, αλλά περιέχονται στα αστικά υγρά απόβλητα εξαιτίας της ανθρώπινης χρήσης.



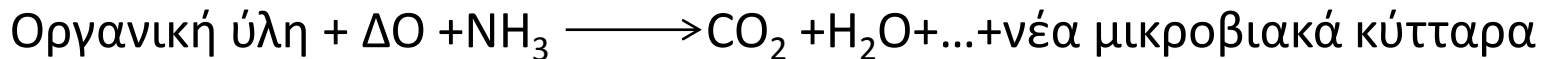
Μέθοδοι μέτρησης

- (α) Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ), BOD
- (β) Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΧΑΟ), COD
- (γ) Ολικός Οργανικός Ανθρακας (ΟΟΑ), TOC
- (δ) Ολικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΟΑΟ), TOD
- (ε) Θεωρητικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΘΟΑ), ThOD



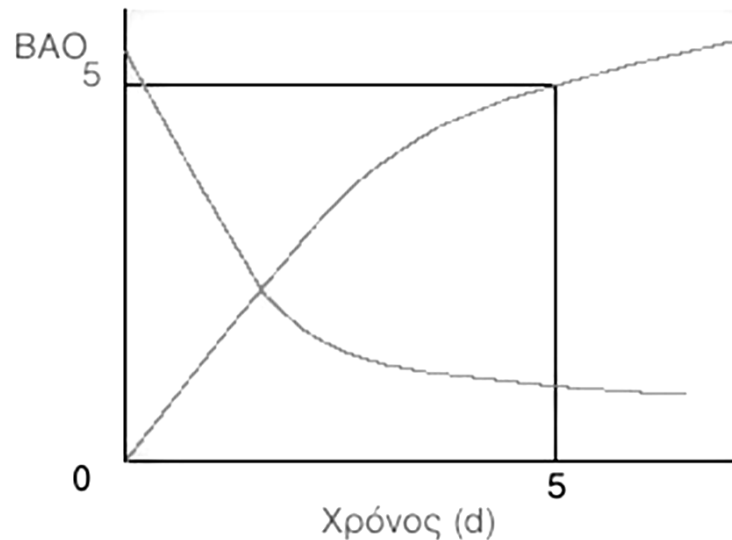
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ)

- Μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου (ΔO) που απαιτείται για την βιολογική οξείδωση της οργανικής ύλης που περιέχει το απόβλητο, σύμφωνα με την συνολική αντίδραση:



Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ)

- Το δείγμα **αραιώνεται** κατάλληλα με **ειδικό νερό** (απεσταγμένο με προσθήκη ανόργανων αλάτων για διατήρηση του pH και της οσμωτικής πίεσης) και προστίθεται **εμβόλιο** ("μαγιά") μικροοργανισμών.
- Η επώαση γίνεται για **5** ημέρες στους **20°C**.
- Μετά την επώαση μετράται το ΔO συναρτήσει του χρόνου.



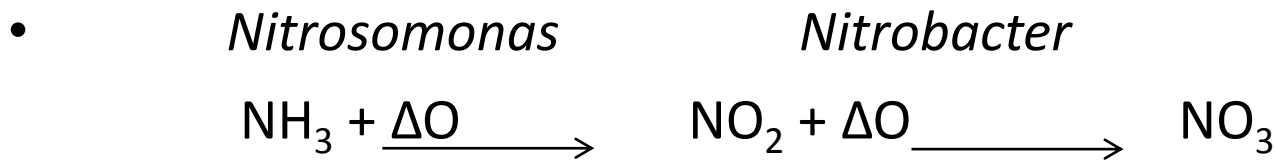
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ)

- Η παρουσία αυτότροφων μικροοργανισμών οδηγεί σε πρόσθετη απαίτηση οξυγόνου για νιτροποίηση (οξείδωση αμμωνίας σε νιτρικά) χωρίς την κατανάλωση άνθρακα.
- Γι αυτό, σε δεύτερο στάδιο (εξαιτίας της αργής κινητικής ανάπτυξης αυτών των βακτηριδίων) παρατηρείται νιτρογενής απαίτηση οξυγόνου [Νιτρογενώς Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΝΑΟ)].



Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ)

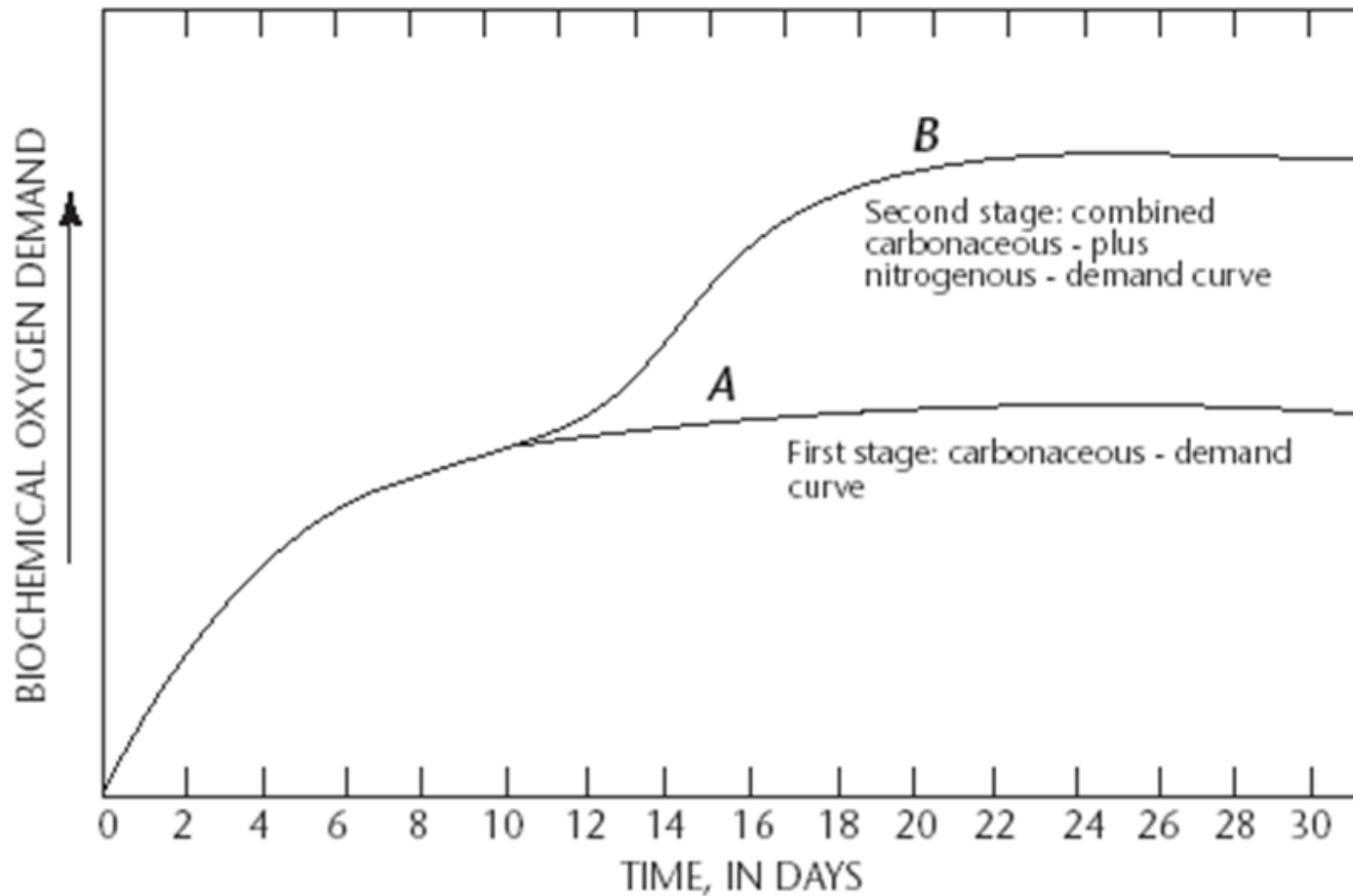
- Το ΝΑΟ αντιπροσωπεύει την ζήτηση ΔO κατά την νιτροποίηση της αμμωνίας από αυτότροφους χημειοσυνθετικούς οργανισμούς (δηλαδή οργανισμούς που χρησιμοποιούν το CO_2 ως πηγή άνθρακα):



- Μια και το ΒΑΟ το θεωρούμε ως μέτρηση οργανικών, **δεν πρέπει να προσμετρούμε στην απαίτηση** σε οξυγόνο και τη νιτρογενή απαίτηση. Αυτός είναι και ο λόγος που χρησιμοποιούμε το ΒΑΟ₅ μια και **σε 5 ημέρες αυτή η δραστηριότητα δεν έχει ακόμη παρατηρηθεί**, και επομένως όλο το οξυγόνο που έχει απαιτηθεί έχει χρησιμοποιηθεί για βιολογική οξείδωση οργανικών.



Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ)



Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ)

- Η οξείδωση της οργανικής ύλης σε 20 ημέρες έχει επιτευχθεί κατά 95-99% ενώ σε 5 ημέρες κατά 60-70%. Την κινητική, για πρακτικούς λόγους, συχνά την λαμβάνουμε ως πρώτης τάξεως:

$$\frac{dL_t}{dt} = -k'L_t$$

- όπου, L_t : το οξυγόνο που μένει να απαιτηθεί σε χρόνο t , εξ' ου:

$$L_t = L_0 e^{-k't} = L_0 10^{-kt} \quad \left(k = \frac{k'}{2.303}\right)$$

- όπου L_0 το ΒΑΟ που μένει να απαιτηθεί σε χρόνο 0 (τελικό ΒΑΟ).

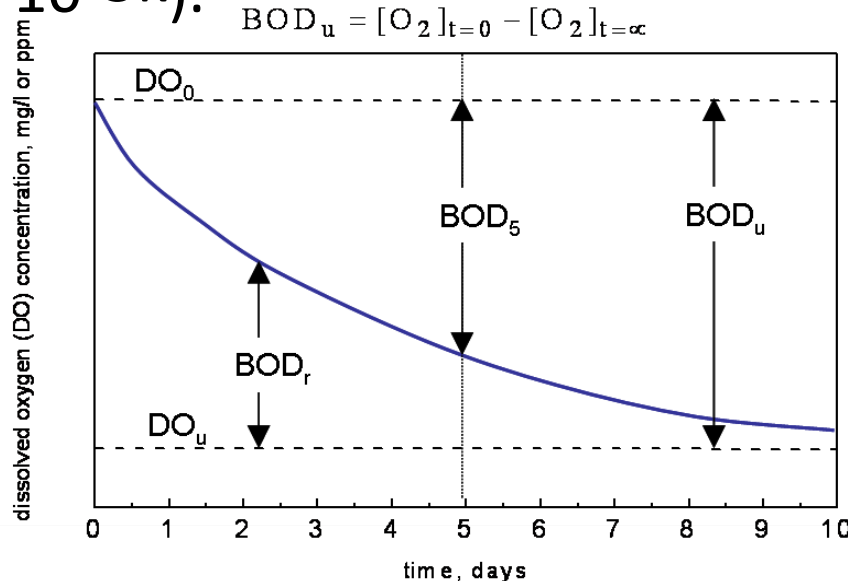


Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ)

Η απαίτηση σε οξυγόνο (το ήδη απαιτηθέν) σε χρόνο t (το ΒΑΟ) είναι:

$$y = L_0 - L_t = L_0(1 - 10^{-kt})$$

Τότε το οξυγόνο που έχει απαιτηθεί σε 5 ημέρες είναι το $ΒΑΟ_5 = y_5 = L_0(1 - 10^{-5k})$.



Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ)

Παράδειγμα: Προσδιορίστε το ΒΑΟ₁ και το τελικό ΒΑΟ για κάποιο απόβλητο με ΒΑΟ₅=200 mg/L στους 20°C. ($k' = 0,23 \text{ d}^{-1}$)

Λύση

(α) Βρίσκουμε το L_0 :

$$L_t = L_0 e^{-k't}$$

$$y_5 = L_0(1 - e^{-5k'}) \Rightarrow 200 = L_0(1 - e^{-5(0.23)}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_0 = 293 \text{ mg/L}$$

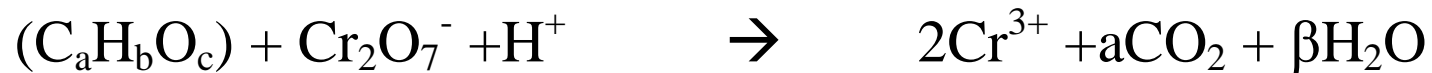
(β) Βρίσκουμε το ΒΑΟ₁:

$$\text{ΒΑΟ}_1 = y_1 = 293(1 - e^{-1-(0.23)}) = 60 \text{ mg/L}$$



Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΧΑΟ)

- ποσότητα που απαιτείται για οξείδωση από κάποιο χημικό οξειδωτικό παράγοντα.
- Το **διχρωμικό κάλλιο** ($K_2Cr_2O_7$) χρησιμοποιείται τυπικά ως οξειδωτικός παράγοντας και ο θειικός άργυρος ($AgSO_4$) ως καταλύτης.



οργανική

ισχυρό

θερμότητα

ύλη

οξειδωτικό

καταλύτης



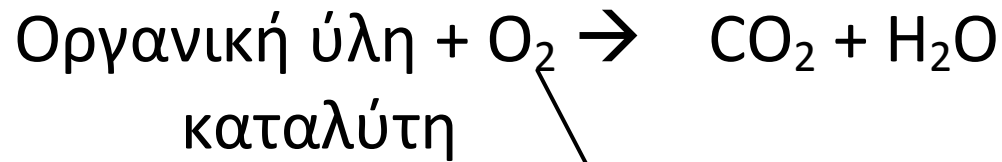
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΧΑΟ)

- Το Cr_2O_7^- που απομένει αφού οξειδωθούν τα οργανικά μετράται με τιτλοδότηση με **εναμμώνιο θειικό σίδηρο** $\text{Fe}(\text{NH}_4^+)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, απ' όπου προσδιορίζεται η χημική απαίτηση σε οξυγόνο.
- Το ΧΑΟ είναι γενικά **μεγαλύτερο** του ΒΑΟ, διότι περισσότερες ενώσεις οξειδώνονται χημικά απ' ό,τι βιολογικά.
- Ο προσδιορισμός του ΧΑΟ τυπικά απαιτεί 3 ώρες και συχνά μπορεί να συσχετιστεί με το ΒΑΟ.



Ολικός Οργανικός Ανθρακας (ΟΟΑ),ΤΟC

Οξειδωση με οξυγόνο στους 950°C, σε ειδικό κλίβανο, παρουσία καταλύτη. Η αντίδραση μπορεί να γραφεί ως:



μετράται με υπέρυθρο αναλυτή και συσχετίζεται με το περιέχομενο σε C

Το δείγμα αρχικά καθίσταται όξινο και αερίζεται για να απομακρυνθούν τα ανόργανα συστατικά (όπως CO₂). Η ανάλυση παίρνει μόνο 2-10 min, κάτι που αποτελεί βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου.



Ολικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΟΑΟ) ΤΟD

- Οργανικές ενώσεις οξειδώνονται σε κλίβανο παρουσία λευκοχρύσου.
- Το ΟΑΟ μετράται από το οξυγόνο που περιέχεται στο φέρον αέριο άζωτο



Θεωρητικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΘΑΟ) ThOD

- Αν είναι γνωστός ο εμπειρικός τύπος των οργανικών ενώσεων, π.χ. $\text{NH}_2(\text{CH}_2)\text{COOH}$ (γλυκίνη), μπορούμε να προσδιορίσουμε **θεωρητικά** την απαίτηση σε οξυγόνο από τις αντιδράσεις που διέπουν την οξείδωση



Συσχετισμός Μέτρων-Τυπικές σχέσεις ανάμεσα στα διάφορα μέτρα για αστικά υγρά απόβλητα

- $ΒΑΟ/ΧΑΟ = 0,4-0,8$
- $ΟΟΑ/ΘΑΟ = 1,0$
- $ΒΑΟ/ΟΟΑ = 1,0- 1,6$



Ανόργανα

- (α) Το $pH = -\log_{10}[H^+]$
- (β) Τα χλωρίδια: προέλευση κύρια από τον άνθρωπο και αποστραγγιζόμενα νερά.
- (γ) Η αλκαλικότητα: από την παρουσία υδροξειδίων, ανθρακικών και διττανθρακικών αλάτων στοιχείων όπως το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το νάτριο, το κάλλιο και η αμμωνία.



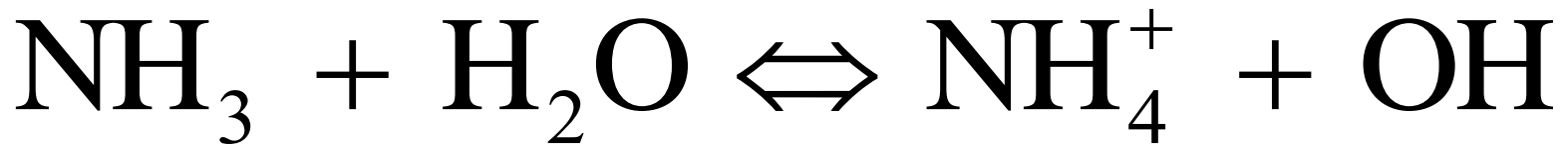
Ανόργανα

- Το άζωτο: σημαντικό γιατί απαιτείται για την ανάπτυξη μικροοργανισμών.
- Περίσσεια αζώτου οδηγεί σε ανάπτυξη φυκών (ευτροφισμός), ενώ έλλειψη αζώτου οδηγεί σε ακατάλληλο νερό για ανάπτυξη μικροβίων (βιολογικός καθαρισμός).



Ανόργανα

- Το άζωτο κύρια βρίσκεται στα αστικά υγρά απόβλητα υπό την μορφή **αμμωνίας** η οποία βρίσκεται σε ισορροπία με ιόντα αμμωνίου σύμφωνα με την αντίδραση:
- *(Για $pH > 7$ (αλκαλικό διάλυμα) η ισορροπία μετατοπίζεται προς αριστερά)*



Ανόργανα

- Η μέτρηση γίνεται με βρασμό μετά από αύξηση του pH και φασματοσκοπική μέτρηση της αμμωνίας που περιέχεται στο απεσταγμένο νερό.
- Εκτός από την αμμωνία, τα απόβλητα περιλαμβάνουν και οργανικό άζωτο που προσδιορίζεται με την μέθοδο **Kjedahl (TKN)**. Το οργανικό άζωτο μετατρέπεται αργά σε αμμωνία.
- Τέλος, το άζωτο βρίσκεται και σε ιόντα NO_2^- (τυπικά σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 1 mg/L μια και γρήγορα οξειδώνονται σε νιτρικά) και NO_3^- τα οποία σε συγκεντρώσεις άνω των 45 mg/L είναι επικίνδυνα για την υγεία.



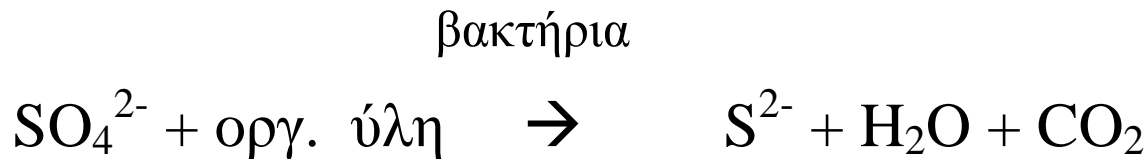
Φώσφορος

- Η παρουσία φωσφόρου είναι επίσης σημαντική για την ανάπτυξη των απαιτούμενων μικροοργανισμών σε μία εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού.
- Συνήθως τα αστικά υγρά απόβλητα περιέχουν 4-15 mg/l φωσφόρου.
- Οι συνήθειες του μορφές είναι:
 - ορθοφωσφορικά
 - πολυφωσφορικά
 - οργανικός φωσφόρος



Θείο

- Το θείο απαιτείται για την σύνθεση πρωτεϊνών των μικροοργανισμών (κυστεΐνη).
- Το θείο, συνήθως συναντάται στα αστικά υγρά απόβλητα, υπό την μορφή θειικών και ανάγεται :



Διάφορες τοξικές ενώσεις και στοιχεία

- Cu^+
- Pb^+
- Ag^+
- Cr^{++}
- As
- B
- CN^-
- CrO_4^{2-}



Βιολογικά Χαρακτηριστικά

- Τα υγρά απόβλητα περιέχουν διάφορους μικροοργανισμούς, ορισμένοι εκ των οποίων μπορεί να είναι **παθογόνοι**.
- Οι μικροοργανισμοί που βρίσκονται σε σημαντικές συγκεντρώσεις είναι τα λεγόμενα **κολοβακτηρίδια**. Κάθε άτομο παράγει 100 έως 400 δισ. κολοβακτηρίδια την ημέρα.
- Τα ίδια είναι σχετικά ακίνδυνα, αλλά η παρουσία τους συχνά συνεπάγεται και παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών.
- Η παρουσία των κολοβακτηριδίων μετράται με βάση την ικανότητά τους να ζυμώσουν διάλυμα λακτόζης, όπως τεκμηριώνεται από την παραγωγή αερίων.



ΠΠΑ (ο πιο πιθανός αριθμός) ή ΠΑΚ(=πιθανός αριθμός κωλοβακτηριδίων), MPN (= most probable number)

- Στατιστική ανάλυση θετικών και αρνητικών αποτελεσμάτων, όταν πολλαπλά δείγματα μετρώνται σε γεωμετρική σειρά όγκων για να βρεθεί ο αριθμός που περιέχουν κολοβακτηρίδια.
- Έτσι π.χ., σε δοκιμή 5 δειγμάτων σε 4 όγκους (αραιώσεις) έστω ότι τα αποτελέσματα έχουν από ειδικούς πίνακες ως εξής:
- Για το πιο πάνω παράδειγμα ο ΠΠΑ για 100 ml είναι 47

mL	+	-
10	4	1
1	4	1
0.1	2	3
0.01	0	5



από πίνακες ΠΠΑ=47

Αριθμός Θετικών				Αριθμός Θετικών				Αριθμός Θετικών				Αριθμός Θετικά		
0	1	0.1		10	1	0.1		10	1	0.1		10	1	0.
nL	mL	mL	MPN	mL	mL	mL	MPN	mL	mL	mL	MPN	mL	mL	ml
nL	mL	MPN												
)	0	0		1	0	0	2.0	2	0	0	4.5	3	0	0
)	0	1	1.8	1	0	1	4.0	2	0	1	6.8	3	0	1
)	0	2	3.6	1	0	2	6.0	2	0	2	9.1	3	0	2
)	0	3	5.4	1	0	3	8.0	2	0	2	12	3	0	3
)	0	4	7.2	1	0	4	10	2	0	4	14	3	0	4
)	0	5	9.0	1	0	5	12	2	0	5	16	3	0	5
)	1	0	1.8	1	1	0	4.0	2	1	0	6.8	3	1	0
)	1	1	3.6	1	1	1	6.1	2	1	1	9.2	3	1	1
)	1	2	5.5	1	1	2	8.1	2	1	2	12	3	1	2
)	1	3	7.3	1	1	3	10	2	1	3	14	3	1	3
)	1	4	9.1	1	1	4	12	2	1	4	17	3	1	4
)	1	5	11	1	1	5	14	2	1	5	19	3	1	5



Απαιτήσεις για απορρίψεις από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων. ΚΥΑ 5673/400

Παράμετρος	Συγκέντρωση (mg/L)	Τυπικές συγκεντρώσεις ΑΥΑ (mg/L)	Ελάχιστη ποσοστιαία μείωση (%)
BAO ₅	25	110-400	70-90
ΧΑΟ	125	250-1000	75
Ολικά Αιωρούμενα Στερεά	35	100-350	90



Απαιτήσεις για διάθεση από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων σε ευαίσθητες περιοχές ΚΥΑ 5673/400

Παράμετρος	Συγκέντρωση (mg/L)	Τυπικές συγκεντρώσεις ΑΥΑ (mg/L)	Ελάχιστη ποσοστιαία μείωση (%)
Ολικός Φωσφόρος	2 (10.000-100.000 ι.κ.) 1 (άνω των 100.000 ι.κ.)	4-15	80
Ολικό Άζωτο (TKN)	15 (1.000-100.000 ι.κ.) 10 (άνω των 100.000 ι.κ.)	20-85	70-80



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών. Αναπληρωτής Καθηγητής, Μιχαήλ Κορνάρος. «Τεχνολογία Περιβάλλοντος: Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων, Ποιοτικά Χαρακτηριστικά των Αστικών Υγρών Αποβλήτων». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/CMNG2143>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.