



Πολυτεχνείο Κρήτης- Τμήμα Μηχανικών
Περιβάλλοντος
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Έλεγχος Ρύπανσης Νερών
4^ο Εξάμηνο

8,2/10

Ομάδα 3

ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ BOD,COD

6^η Εργαστηριακή Άσκηση

Ημερομηνία : 15 Απριλίου 2019

Μέλη: Φωτεινοπούλου Ελένη Α.Μ 2017050115

Ολύμπιος Πέτρος Α.Μ. 2017050107

Χατζηαθανασίου Χρύσω Α.Μ. 2017050111

Μανασσάκης Γιώργος Α.Μ.2017050046

Ιδιότητα	Τιμή μέτρησης	Μονάδες
BOD	1/1/2/4/	mg O ₂ /L
BOD ₅	7	mg O ₂ /L
COD	12	mg O ₂ /L

Ερώτηση 1: Δώστε τον ορισμό του BOD₅ και περιγράψτε συνοπτικά τη διαδικασία που ακολουθούμε για τη μέτρησή του. Πώς επιλέγουμε τον όγκο δείγματος; Ποιος είναι ο λόγος της προσθήκης NaOH; Σε ποια περίπτωση δε μπορούμε να κάνουμε προσδιορισμό BOD;

Ορισμός του BOD

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD=Biochemical Oxygen Demand) είναι μία μέτρηση του οξυγόνου που καταναλώνεται για την βιοαποικοδόμηση της οργανικής ύλης ενός δείγματος νερού σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (5 ημέρες στους 20 °C) και είναι ανάλογο του ποσού του οργανικού υλικού που είναι διαθέσιμο. Οι μονάδες μέτρησης του BOD είναι mg O₂ / L ή ppm O₂.

Διαδικασία μέτρησης του BOD

Το BOD μετριέται με τρεις τρόπους : μανομετρικά (μέτρηση της πίεσης), ηλεκτροχημικά (οξυγονόμετρο) και χημικά, με την ιωδομετρική μέθοδο. Εμείς χρησιμοποιήσαμε τη μανομετρική μέθοδο. Ο προσδιορισμός του BOD με τη μανομετρική μέθοδο βασίζεται στη μέτρηση της διαφοράς της πίεσης που δημιουργείται σε καλά κλεισμένη φιάλη με το δείγμα, λόγω της κατανάλωσης του οξυγόνου κατά την οξείδωση των οργανικών ενώσεων του δείγματος, στο συγκεκριμένο χρόνο της επώασης.

Πώς επιλέγουμε τον όγκο δείγματος;

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι επιλογές που έχουμε για τον όγκο του δείγματος. Από την αναμενόμενη τιμή BOD του δείγματός μας βρίσκουμε την κατάλληλη κλίμακα και επιλέγουμε τον αντίστοιχο όγκο δείγματος. Όσο αυξάνεται η αναμενόμενη τιμή BOD μειώνεται ο όγκος του δείγματος, ώστε να εξασφαλίζεται, με το κενό που μένει στη φιάλη, επαρκές οξυγόνο για τη βιοαποικοδόμηση του δείγματος. Στο τέλος πολλαπλασιάζουμε το αποτέλεσμα της μέτρησης με το συντελεστή που μας δίνει ο πίνακας, ανάλογα με τον όγκο δείγματος που χρησιμοποιήθηκε.

Όγκος Δείγματος (mL)	Κλίμακα Μέτρησης (mg O ₂ /L)	Συντελεστής
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43,5	0-2000	50
22,7	0-4000	100

Ποιος είναι ο λόγος της προσθήκης NaOH;

Στο μπουκάλι που περιέχει το δείγμα υπάρχει προσθήκη NaOH λόγω του γεγονότος ότι το NaOH δεσμεύει το οξυγόνο (O₂) οπότε έχουμε την κατανάλωση του και έτσι επέρχεται πτώση της πίεσης.

CO₂ → δεν επηρεάζεται η θερμοκρασία της πίεσης που παράγεται που οφείλεται στην κατανάλωση του O₂.

Σε ποια περίπτωση δε μπορούμε να κάνουμε προσδιορισμό του BOD;

Με τη μανομετρική μέθοδο, όταν τα δείγματα περιέχουν τοξικές ή επικίνδυνες ουσίες, οι οποίες μπορούν να σκοτώσουν τους μικροοργανισμούς. Επίσης όταν δεν υπάρχουν αρκετά θρεπτικά άλατα και οι κατάλληλοι μικροοργανισμοί για την αποικοδόμηση του οργανικού υλικού. Μόνο κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις είναι δεν είναι δυνατός ο καθορισμός του BOD σε αδιάλυτα δείγματα.

2.5/3.5

Ερώτηση 2: Δώστε τον ορισμό του COD και αναφέρετε τη διαδικασία που ακολουθούμε για τον προσδιορισμό του, τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούμε και τη χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα. Σε ποια περίπτωση δε μπορούμε να κάνουμε προσδιορισμό COD; Ποια η σχέση του COD με το BOD; Υπολογίστε το λόγο BOD/COD και σχολιάστε την τιμή που βρήκατε.

ΟΡΙΣΜΟΣ του COD:

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD=Chemical Oxygen Demand) είναι δείκτης των οργανικών ουσιών που υπάρχουν στο δείγμα και που μπορούν να οξειδωθούν χημικά. Περιλαμβάνει και τις οργανικές ενώσεις που οξειδώνονται βιολογικά, γι' αυτό και είναι πάντοτε μεγαλύτερο από το BOD. Εκφράζεται ως ισοδύναμο οξυγόνο

που απαιτείται για τη χημική οξείδωση της οργανικής ύλης στο δείγμα. Οι μονάδες μέτρησης του COD είναι $\text{mg O}_2 / \text{L}$ ή ppm O_2 .

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ του COD:

Για τον προσδιορισμό του COD πρέπει να μετρηθεί το οξυγόνο που καταναλώνεται κατά τη χημική οξείδωση του δείγματος. Η οξείδωση αυτή γίνεται με ισχυρό οξειδωτικό, σε όξινο περιβάλλον, παρουσία καταλύτη και σε υψηλή θερμοκρασία. Ως οξειδωτικό χρησιμοποιείται διάλυμα διχρωμικού καλίου ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), το όξινο περιβάλλον εξασφαλίζεται με πυκνό θειικό οξύ (H_2SO_4) και ως καταλύτης χρησιμοποιείται θειικός άργυρος (Ag_2SO_4). Η θερμοκρασία χώνευσης είναι 150°C και ο χρόνος χώνευσης 2 ώρες. Σχηματικά, η συντελούμενη αντίδραση είναι η ακόλουθη: $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{CaHbOc} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 65 Μετά τη χώνευση του μίγματος γίνεται προσδιορισμός της περίσσειας των διχρωμικών ιόντων $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, χρώματος πορτοκαλί, με φωτομέτρηση σε μήκος κύματος 608 nm. Τα ιόντα χρωμίου Cr^{3+} έχουν πράσινο χρώμα. Η οργανική ύλη του δείγματος που έχει οξειδωθεί υπολογίζεται ως ισοδύναμη ποσότητα οξυγόνου.

Σε ποια περίπτωση δε μπορούμε να κάνουμε προσδιορισμό COD:

Προσδιορισμό COD δε μπορούμε να κάνουμε εάν το δείγμα δεν ομογενοποιηθεί. Επίσης η μέτρηση του COD δεν πρέπει να γίνεται σε δείγματα που περιέχουν χλωριόντα σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 2000 mg/L διότι δεν σχηματίζεται διαλυτός χλωριούχος υδράργυρος και έτσι δεν αποφεύγεται η απομάκρυνση του καταλύτη.

Ποια η σχέση του COD με το BOD:

Το COD χρησιμοποιείται ευρύτατα αντί του BOD ή συμπληρωματικά με αυτό. Έχει το μεγάλο πλεονέκτημα της ταχύτητας αφού η μέτρηση ολοκληρώνεται σε λίγες (2-3) ώρες αλλά μετρά όχι μόνο τη βιοδιασπάσιμη αλλά και τη μη βιοδιασπάσιμη οργανική ύλη και συνεπώς αποτελεί μέτρο των αποξυγονωτικών συνεπειών λιγότερο αντιπροσωπευτικό από το BOD. Ισχύει $\text{COD} > \text{BOD}_u > \text{BOD}_5$.

Ο λόγος BOD/ COD:

Ο λόγος BOD/COD προσδιορίζεται για να εξάγουμε κάποια πιο συγκεκριμένα στοιχεία για να καταλήξουμε αν είναι η κατάλληλη μέθοδος επεξεργασίας. Η μεγαλύτερη τιμή του λόγου BOD/COD είναι ίση της μονάδας μόνο για σε περιπτώσεις που το οργανικό φορτίο είναι βιοαποικοδομήσιμο. Εάν BOD/COD μεγαλύτερο ή ίσο με 0,5 τότε σε βιολογικές μεθόδους τα απόβλητα επεξεργάζονται εύκολα. Εάν πάλι είναι μικρότερα από 0,3 τότε τα απόβλητα ίσως παρουσιάζουν τοξικές ουσίες. Τέλος, για ανεπεξέργαστα απόβλητα ο λόγος αυτός είναι ανάμεσα στο 1,2 και στο 2,0. Στη δική μας περίπτωση ο λόγος BOD/ COD είναι ίσος με 0,58 άρα τα απόβλητα επεξεργάζονται εύκολα.

3,2/3.5

Ερώτηση 3: Να κρίνετε κατά πόσο ο βιολογικός καθαρισμός, στου οποίου την εκροή κάνατε ανάλυση, λειτουργούσε τη μέρα της ανάλυσής σας μέσα στα πλαίσια που ορίζει η νομοθεσία.

Ο βιολογικός καθαρισμός στου οποίου της εκροής κάναμε ανάλυση αποδεικνύετε πώς λειτούργησε κανονικά και στα πλαίσια που ορίζει η νομοθεσία. Αυτό φαίνεται από το γεγονός πως οι τιμές του BOD ήταν 1,1,2,4 και 7 μετρήσεις που είναι μικρότερες από το 25 που είναι το μέγιστο του επιτρεπτού.

COD;

0,5/1

Ερώτηση 4: Για τα δείγματα 1,2,3 έχουμε τα αποτελέσματα ανάλυσης του παρακάτω πίνακα και γνωρίζουμε ότι πρόκειται για νερό ποταμού, εκροή βιολογικού και ανεπεξέργαστα αστικά λύματα. Να βρείτε ποιο είναι το κάθε δείγμα και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Για καλύτερη αιτιολόγηση να ψάξετε ποια τιμή BOD θεωρείται φυσιολογική για ένα δείγμα νερού από ποτάμι.

Δείγμα	BOD ₅ (mg O ₂ /L)	COD (mg O ₂ /L)
1	320	500
2	12	40
3	2	7

Από τον παρακάτω πίνακα 1.12 με τις χαρακτηριστικές τιμές BOD₅ (mg O₂/L) της θεωρίας του μαθήματος βλέπουμε ότι το δείγμα 1 είναι ανεπεξέργαστα αστικά λύματα λόγω του γεγονότος ότι η μέση τιμή BOD₅ για τα οικιακά λύματα είναι περίπου 250-450 mg/l. Το δείγμα 2 είναι εκροή βιολογικού καθαρισμού γιατί η προβλεπόμενη από την νομοθεσία τιμή είναι <25 mg O₂/L. Τέλος δείγμα 3 είναι νερό ποταμού, γιατί με βάση τις χαρακτηριστικές τιμές BOD₅ πρέπει να είναι περίπου ίσο με την μονάδα.

Πίνακας 1.12 Χαρακτηριστικές τιμές BOD₅ (mg O₂/L)

Νερό ποταμών	<1
Νερό ποταμών με σχετική ρύπανση	6-9
Νερό ποταμών με ιδιαίτερη ρύπανση	>10
Ακατέργαστα αστικά λύματα	350

2/2

