

ΑΣΚΗΣΗ 5

ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ – ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΗΣ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Από τους αέριους ρύπους που είναι ενώσεις τους θείου μόνο το διοξείδιο και το τριοξείδιο του θείου καθώς και το υδρόθειο αποτελούν σημαντικούς ρύπους (Ζερεφός, Χ., 1984). Το H_2S οξειδώνεται στον αέρα σε SO_2 μέσα σε λίγες ώρες και μολονότι είναι τοξικό δεν θα μας απασχολήσει άλλο εδώ.

Τα οξείδια του θείου SO_2 (διοξείδιο) και SO_3 (τριοξείδιο) διαλύονται πολύ εύκολα στο νερό, γι' αυτό παρασυρόμενα από το νερό της βροχής μετατρέπονται σε θειώδες (H_2SO_3) και θειϊκό (H_2SO_4) οξύ, φαινόμενο γνωστό ως «όξινη βροχή».

Η όξινη βροχή έχει pH μεταξύ 4 και 4.5 αντί του κανονικού pH των 5-5.6 το οποίο έχει η βροχή πολύ μακριά από οποιοσδήποτε πηγές ρύπανσης. Θα πρέπει εδώ να πούμε πως το pH της βροχής αναμένεται ότι θα ελαττωθεί ακόμη περισσότερο στις αναπτυγμένες περιοχές της γης κατά τις επόμενες δεκαετίες, σαν αποτέλεσμα της αυξανόμενης ελευθέρωσης SO_2 στην ατμόσφαιρα. Πραγματικά υπολογίζεται ότι ενώ μεταξύ του 1910 και του 1950 υπήρχαν 25×10^9 Kg SO_2 /έτος στην ατμόσφαιρα της Ευρώπης, ο αριθμός αυτός υπερδιπλασιάστηκε το 1973 (58×10^9 Kg) σύμφωνα με εμπειριστατωμένη έκθεση του ΟΟΣΑ και σήμερα οι συγκεντρώσεις από ανθρωπογενείς επιδράσεις έχουν ξεπεράσει τις φυσικές πηγές του SO_2 .

Στην παρούσα άσκηση θα διεξαχθούν αναλύσεις δειγμάτων ρυπασμένου αέρα, που έχουν ληφθεί με όργανο της Glass Development και θα αξιολογηθούν στατιστικά ως προς τις συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου (SO_2), που περιέχουν τα δείγματα αυτά, σύμφωνα με τις υποδείξεις, που θα γίνουν στο Εργαστήριο.

Ο εν λόγω δειγματολείπτης SO_2 έχει περιγραφεί αναλυτικά στο κεφάλαιο 2.2.

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Στο Εργαστήριο αναλύονται τα ρυπασμένα με διοξείδιο του θείου (SO_2) δείγματα που δίνονται από τον υπεύθυνο της άσκησης. Στον Πίνακα 2.1 τοποθετείστε τα καταναλωθέντα ml βόρακα για το ρυπασμένο δείγμα που σας δίνεται. Εφαρμόζοντας την εξίσωση 2.1 υπολογίστε τις συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου C_{SO_2} , και σχολιάστε τα αποτελέσματα.

Πίνακας 2.1. Εξουδετέρωση των ρυπασμένων δειγμάτων με βόρακα και σε συνάρτηση με τον όγκο αέρα που δέχεται κάθε φορά το διάλυμα.

Ρυπασμένο δείγμα	V_2 (όγκος αέρα στο 24/ωρο)	V_1 (καταναλωθέντα ml βόρακα)
(1)	68 κ.π.	
(2)	72 »	
(3)	80 »	

$$C_{SO_2} = a \frac{V_1}{V_2} \quad (2.1)$$

a = συντελεστής μονάδων [$a = 4250$].

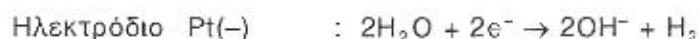
- Η καμινάδα του σταθμού ηλεκτροδότησης Κερατσινίου έχει ύψος $h = 155$ m και διάμετρο $d = 5.5$ m. Η εκκλυόμενη θερμότητα Q_H είναι 9.8×10^7 cal/sec. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση SO_2 που εκλύεται με επικρατούντα άνεμο ταχύτητας $u = 10$ m/sec. (Ο υπολογισμός να γίνει βάσει των εξισώσεων 1.1, 1.2, 1.3 και 1.4 της άσκησης 1).
- Δίνονται στο Εργαστήριο τρία διαφορετικά δείγματα βροχής. Να προσδιοριστεί το pH αυτών των δειγμάτων (με υπόδειξη του διδάσκοντα) και να αξιολογηθούν από άποψη ενεργού οξέυτητας.

Μέτρηση του pH

Με τον όρο pH ορίζεται ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των ελευθέρων υδρογονοκατιόντων σε ένα διάλυμα: $pH = -\log [H^+]$. Μετρώντας επομένως το pH των βρόχινων δειγμάτων ουσιαστικά προσδιορίζουμε τη συγκέντρωση $[H^+] = 10^{-pH}$. Το όργανο που χρησιμοποιείται για την εύρεση του pH λέγεται πεχάμετρο (pH-μετρο) και λειτουργεί ποτενσιομετρικά με τη χρήση ηλεκτροδίων και μιλιβολτομέτρου, βαθμονομημένου σε μονάδες pH. Πριν από κάθε μέτρηση, το pH-μετρο βαθμονομείται με τη βοήθεια πρότυπων ρυθμιστικών διαλυμάτων στην περιοχή pH 4–7. Ο προσδιορισμός του pH παρουσιάζει δυσκολίες. Κατ' αρχάς, πρέπει να γίνεται πολύ σύντομα μετά τη δειγματοληψία. Επίσης, το βρόχινο νερό έχει χαμηλή ιονική ισχύ, γεγονός που δρα δυσχερώς στην προσπάθεια μέτρησης της τιμής του. Έτσι, ο προσδιορισμός του pH σε δείγματα βροχής αποτελεί αντικείμενο διεθνών εντατικών ερευνών από αρμόδιους οργανισμούς. Η ακρίβεια με την οποία μπορεί να μετρηθεί είναι έως 0.1 της πεχαμετρικής μονάδας (KOCH και MARINERO, 1981).

Οξύτητα

Η συνολική οξύτητα αφορά το σύνολο των πρωτονίων, είτε αυτά είναι ελεύθερα είτε δεσμευμένα με τη μορφή ισχυρών και ασθενών οξέων. Μετρώντας την οξύτητα σε ένα δείγμα βροχής παίρνουμε μια πιο ξεκάθαρη εικόνα της σχέσης οξέως - βάσεως στο διάλυμα. Προσδιορίζεται κουλομετρικά (LIBERTI, ROSSANZINI και VICEDOMINI, 1972) ως εξής: χρησιμοποιούνται δύο ηλεκτρόδια, ένα πλατίνας που χρησιμεύει σαν κάθοδος και ένα Ag/AgBr που χρησιμεύει σαν άνοδος. Ελευθερώνονται στην κάθοδο ανιόντα υδροξυλίου, τα οποία εξουδετερώνουν τα ισχυρά και ασθενή οξέα που περιέχονται στο βρόχινο δείγμα.



Ο αριθμός των γραμμοϊσοδυνάμων OH^- που ελευθερώνονται στην κάθοδο είναι $v = I \times t/F$ όπου η ένταση του ρεύματος I είναι σταθερή. Το τελικό σημείο προσδιορίζεται από ένα διάγραμμα κατά Gran. Αυτό κατασκευάζεται από τις τιμές της ηλεκτρεγερτικής δύναμης ενός ηλεκτροδίου υάλου-καλομέλανος μετρούμενες ανά σταθερά χρονικά διαστήματα.

Πριν τη διαδικασία μέτρησης της οξύτητας ενός δείγματος, προστίθεται σ' αυτό γνωστή σταθερή ποσότητα H_2SO_4 . Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, διαβιβάζεται στο δείγμα ρεύμα αζώτου, ώστε να απομακρύνεται το διοξείδιο του άνθρακα.

4. Να αξιολογηθούν στατιστικά (τάσεις, μέγιστα, ελάχιστα, κ.λπ.) τα στοιχεία των Πινάκων 2.2 και 2.3.

Πίνακας 2.2. Συγκεντρώσεις ανά σταθμό του ρύπου SO_2 (mg/m^3), στην περιοχή της Αθήνας.

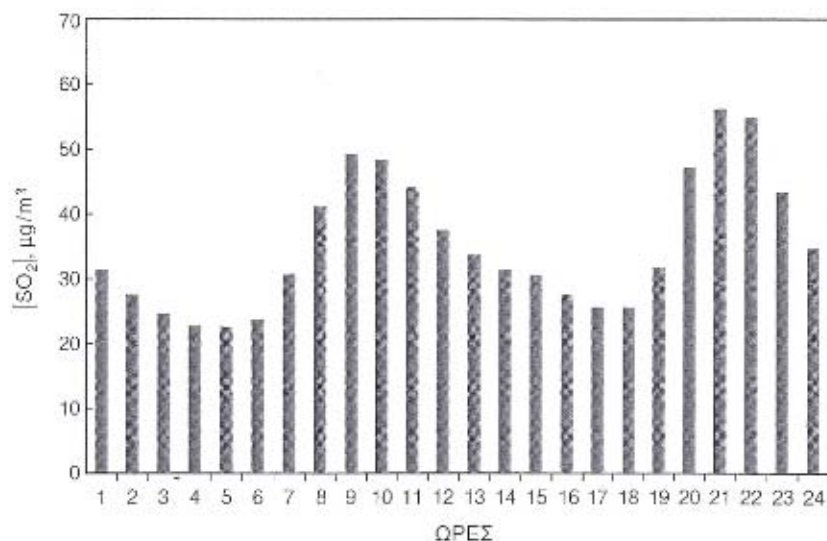
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΡΥΠΟΥ SO_2 (mg/m^3)			
	ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΑΠΟΛΥΤΩΣ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΑΠΟΛΥΤΩΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗ
ΑΘΗΝΑΣ	48.15	22.88	112.02	9.74
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ	44.32	19.05	114.07	7.69
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗΣ	29.09	16.57	46.10	7.02
ΛΙΟΣΙΩΝ	28.78	12.96	74.95	6.76
ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	21.68	12.67	35.77	7.30
Ν. ΣΜΥΡΝΗΣ	55.93	18.06	123.96	7.37
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	77.32	26.47	172.72	10.33
ΠΕΙΡΑΙΑ	65.51	34.56	159.03	15.20
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ	32.36	14.89	55.12	6.00

Πίνακας 2.3. Συγκεντρώσεις κατά μήνα του ρύπου SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), στο σταθμό Πατησίων.

ΕΤΗ	ΜΗΝΕΣ												ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	
1991	101.79	93.97	69.25	52.72	67.97	59.45	33.88	22.35	49.38	52.47	71.67	132.11	67.25
1992	172.72	148.73	134.46	74.65	73.40	69.95	66.51	36.20	40.74	72.43	66.57	77.96	86.19
1993	97.87	120.54	113.43	61.88	64.84	46.10	40.55	32.91	49.32	40.23	26.63	77.43	64.31
1994	74.49	81.20	55.85	43.47	54.25	50.86	36.21	37.74	51.62	44.20	74.12	87.94	57.59
1995	66.60	66.75	43.72	44.08	41.22	49.23	26.28	28.26	26.93	30.04	54.81	58.23	44.68
1996	63.90	61.00	51.46	38.74	41.26	17.05	32.21	29.04	38.56	30.61	39.80	44.63	39.56
1997	63.15	57.24	36.73	31.74	28.38	30.42	29.03	18.95	26.67	21.84	40.68	50.09	36.41
1998	61.85	58.26	41.33	36.20	30.66	34.52	34.59	20.53	23.66	25.16	29.49	45.69	36.34
1999	43.83	44.98	33.67	30.43	16.80	11.33	11.86	11.66	10.33	10.99	10.52	20.04	21.42
2000	35.77	40.48	46.19	36.68	36.98	27.56	34.03	27.05	29.21	21.17	24.48	48.38	34.02
ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ	77.20	77.32	62.81	45.06	45.58	39.74	34.51	26.47	34.64	34.92	43.87	64.16	48.86

Ερωτηματολόγιο

1. Σε ποιες περιπτώσεις μετατρέπεται το ρυπασμένο υγρό μετά την προσθήκη τριών σταγόνων «B.D.H. 4.5» σε κυανό; Εξηγήστε το φαινόμενο.
2. Σχολιάστε τη διακύμανση της ωριαίας κατανομής συγκεντρώσεων SO_2 στο σταθμό Πατησίων, του κατωτέρω σχήματος.



3. Ποιες είναι οι κυριότερες πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας στην Αθήνα;