



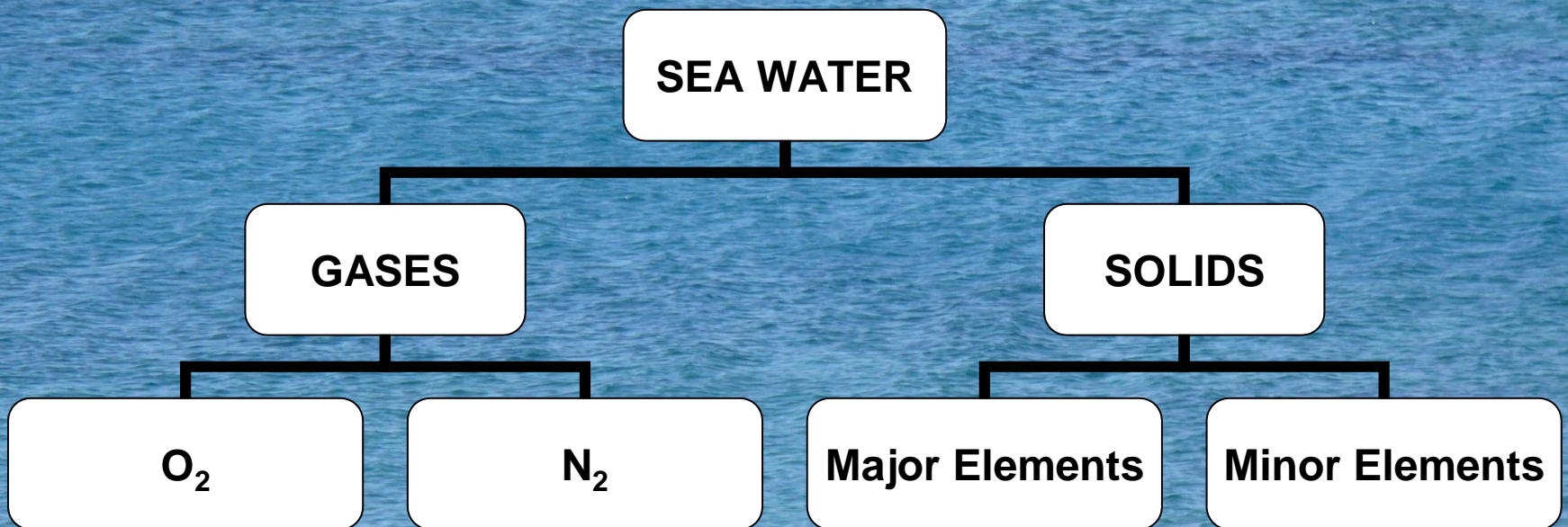
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Χημική Ωκεανογραφία

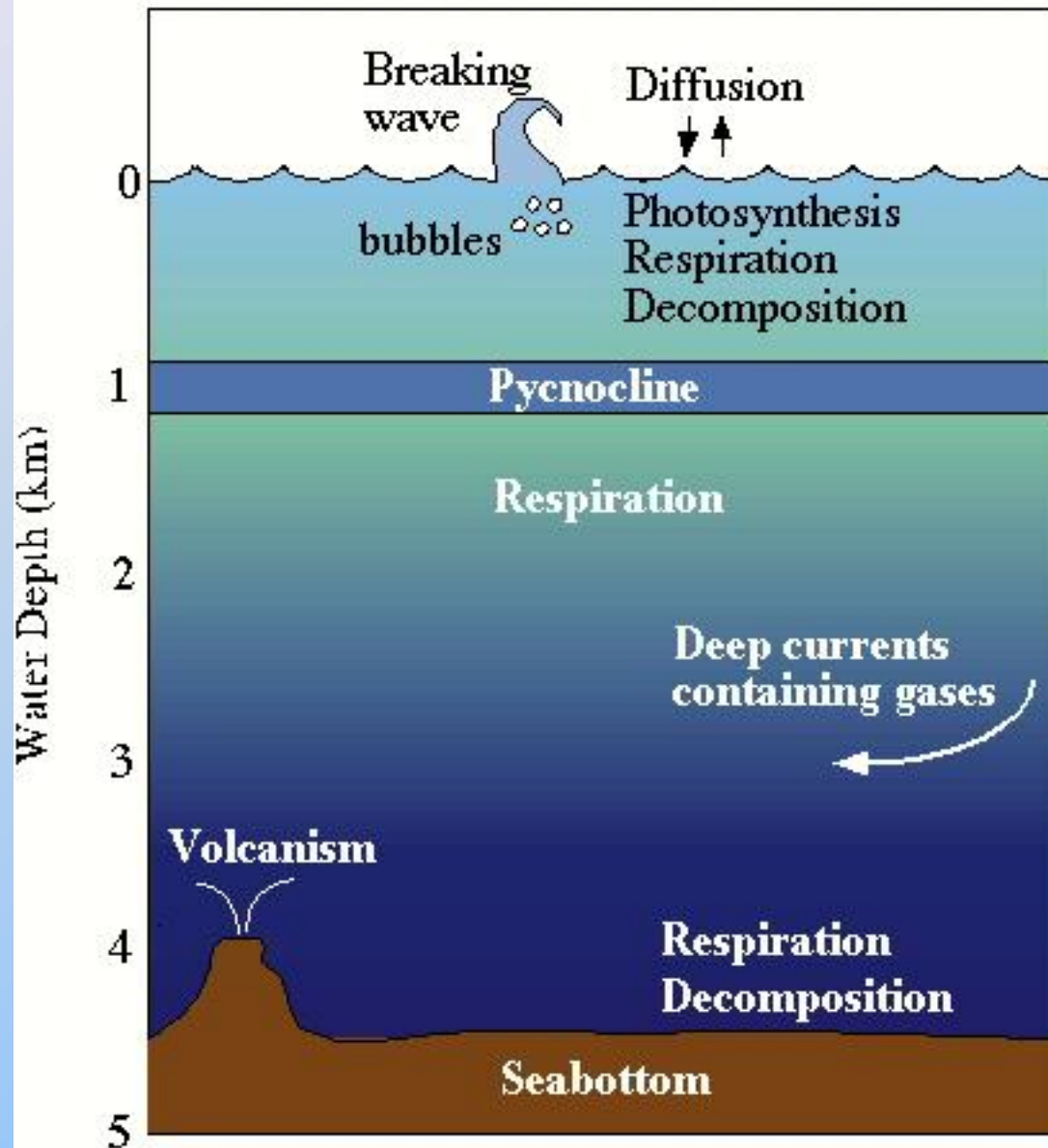
Ενότητα 2: Προσδιορισμός διαλυμένου οξυγόνου
στη θάλασσα

Εμμανουήλ Δασενάκης
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Χημείας

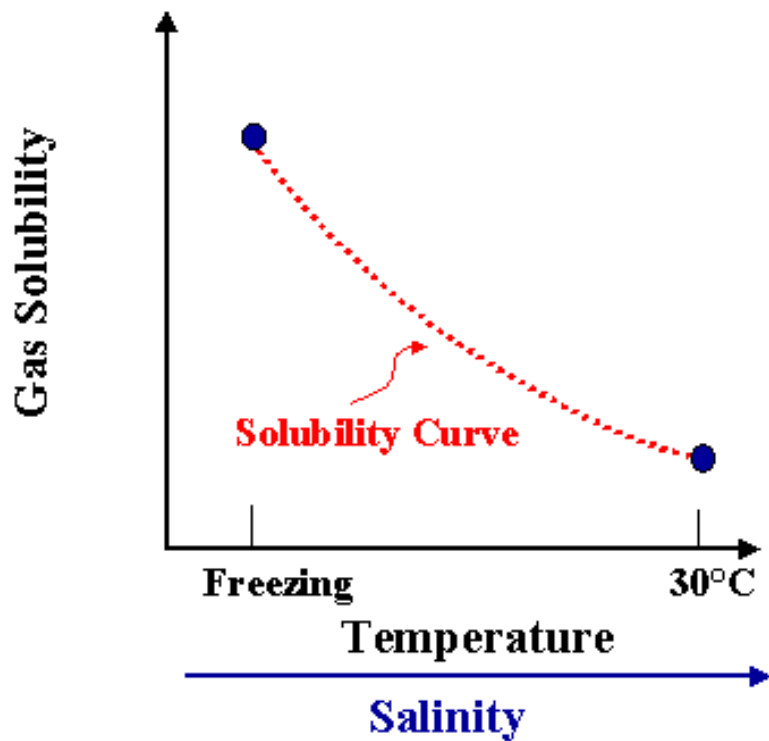
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ



ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ



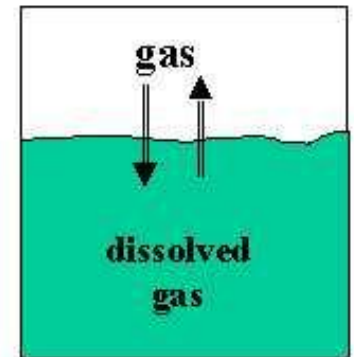
Redrawn after Figure 4-14b in Pinet, P. "Invitation to Oceanography," Jones and Bartlett, Sudbury, MA, 1998.



Η διαλυτότητα & η τιμή κορεσμού των αερίων στο θαλ.νερό αυξάνει καθώς η θερμοκρασία και η αλατότητα μειώνονται ενώ η πίεση αυξάνεται.

Gas Solubility

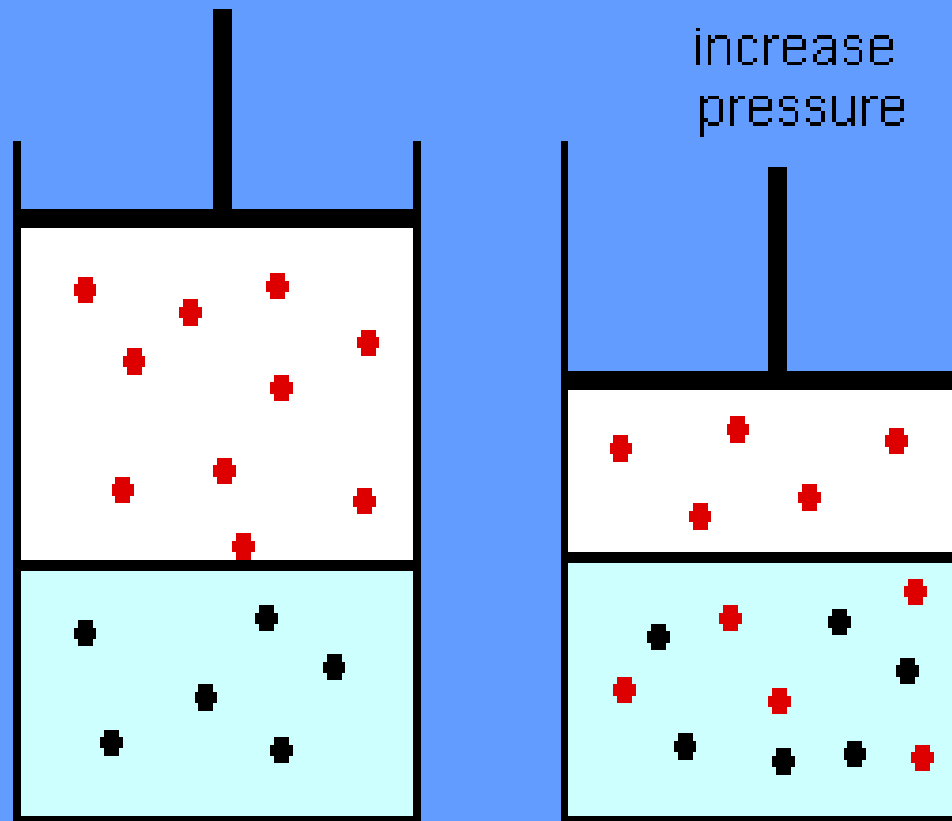
At equilibrium:



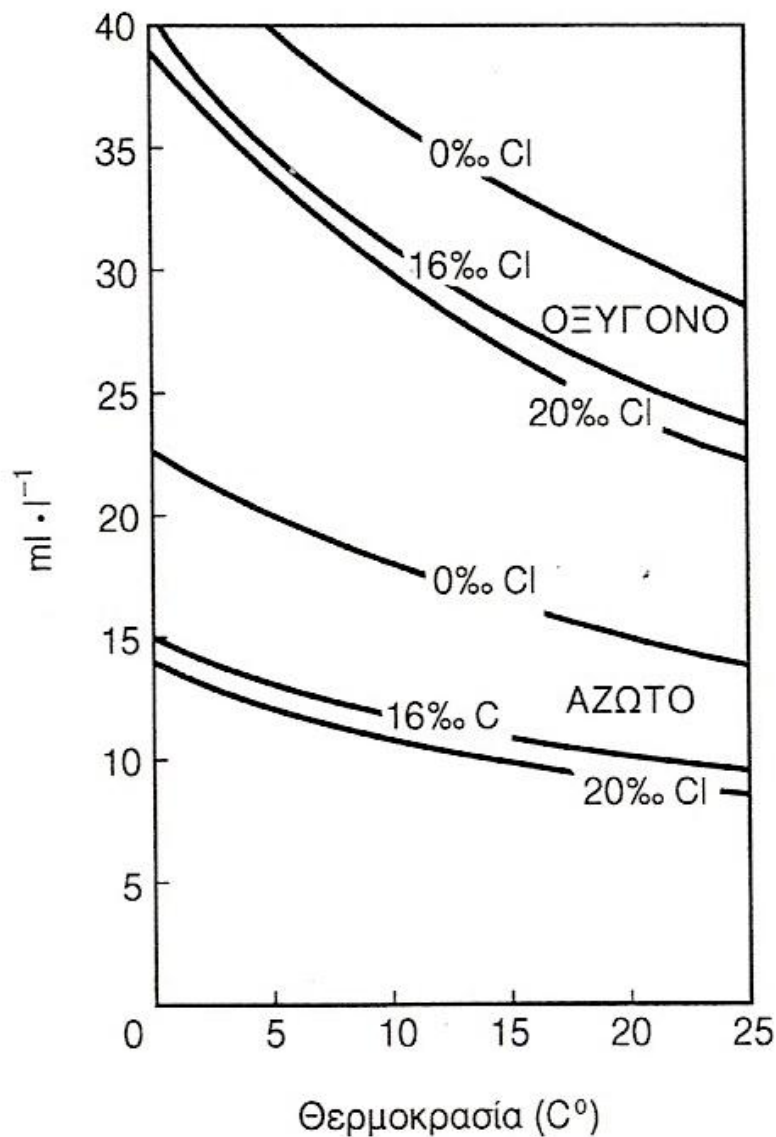
Equilibrium constant:

$$K_{eq} = \frac{[Gas]_{aq}}{[Gas]_g}$$

Solubility of a gas vs. Pressure



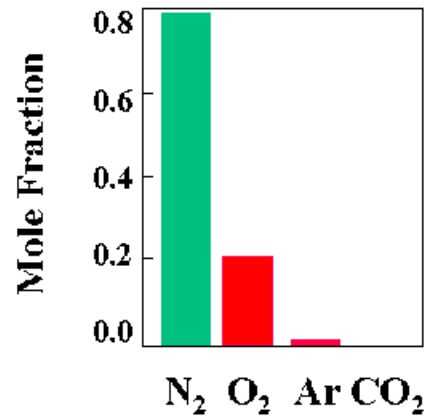
More gas molecules are soluble at higher pressure.



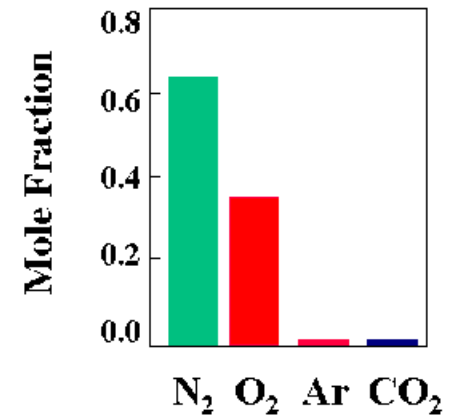
Η διαλυτότητα των κυριώτερων ατμοσφαιρικών αερίων (O₂ και N₂) στο θαλάσσιο νερό σε διάφορες χλωριότητες και πίεση 1 atm.

Κύρια αέρια στην ατμόσφαιρα και τον Ωκεανό

αέριο	% κ.ό. στην ατμόσφαιρα	% κ.ό. στο θαλ.νερό
N_2	78%	62%
O_2	21%	36%
CO_2	0.35%	1%



**Dry Air
Composition**



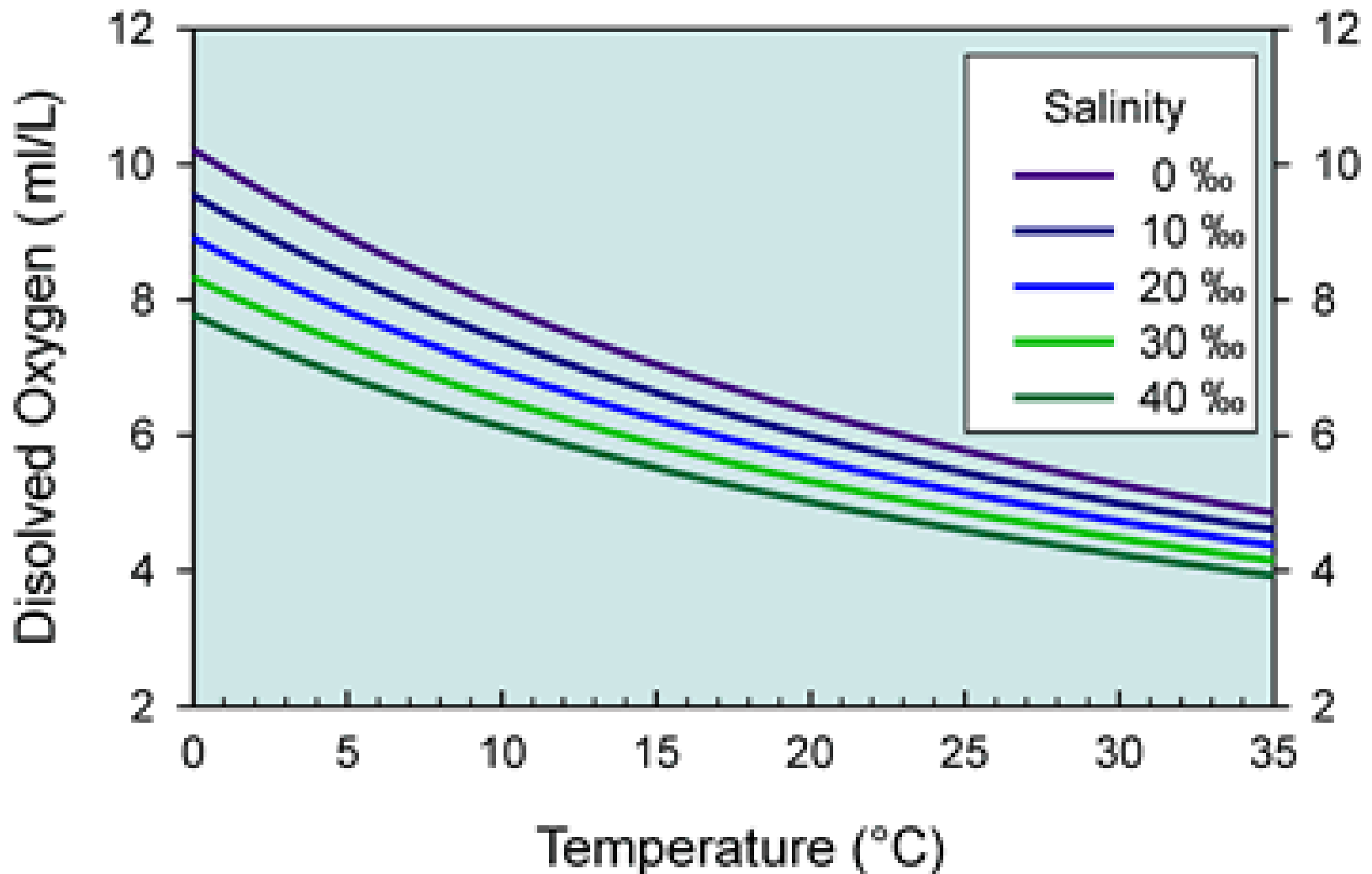
**Seawater S=35
P = 1 atm, T = 20°C**

Solubilities of N₂, O₂, Ar, Ne and He in sea water at 35‰ salinity

<i>t</i> °C	μmol kg ⁻¹			nmol kg ⁻¹	
	<i>c</i> _{N₂} [*]	<i>c</i> _{O₂} [*]	<i>c</i> _{Ar} [*]	<i>c</i> _{Ne} [*]	<i>c</i> _{He} [*]
0	616.4	349.5	16.98	7.88	1.77
5	549.6	308.1	15.01	7.55	1.73
10	495.6	274.8	13.42	7.26	1.70
15	451.3	247.7	12.11	7.00	1.68
20	414.4	225.2	11.03	6.77	1.66
25	383.4	206.3	10.11	6.56	1.65
30	356.8	190.3	9.33	6.36	1.64

ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ O₂ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Oxygen Concentration vs Temperature in (Sea) Water



Solubility of oxygen (C) in sea water ($\text{cm}^3 \text{dm}^{-3}$) with respect to an atmosphere of 20.95% oxygen and 100% relative humidity at a total atmospheric pressure of 760 mm Hg. (UNESCO, 1973)*

T (°C)	Salinity (‰)														
	0	5	10	15	20	25	30	31	32	33	34	35	36	37	38
0	10.22	9.87	9.54	9.22	8.91	8.61	8.32	8.27	8.21	8.16	8.10	8.05	7.99	7.94	7.88
1	9.94	9.60	9.28	8.97	8.68	8.39	8.11	8.05	8.00	7.94	7.89	7.84	7.78	7.73	7.68
2	9.67	9.35	9.04	8.74	8.45	8.17	7.90	7.85	7.79	7.74	7.69	7.64	7.59	7.53	7.48
3	9.41	9.10	8.80	8.51	8.23	7.96	7.70	7.65	7.60	7.55	7.50	7.45	7.40	7.35	7.30
4	9.16	8.86	8.57	8.29	8.02	7.76	7.51	7.46	7.41	7.36	7.31	7.26	7.22	7.17	7.12
5	8.93	8.64	8.36	8.09	7.83	7.57	7.33	7.28	7.23	7.18	7.14	7.09	7.04	7.00	6.95
6	8.70	8.42	8.15	7.89	7.64	7.39	7.15	7.11	7.06	7.01	6.97	6.92	6.88	6.83	6.79
7	8.49	8.22	7.95	7.70	7.45	7.22	6.98	6.94	6.89	6.85	6.81	6.76	6.72	6.67	6.63
8	8.28	8.02	7.76	7.52	7.28	7.05	6.82	6.78	6.74	6.69	6.65	6.61	6.57	6.52	6.48
9	8.08	7.83	7.58	7.34	7.11	6.89	6.67	6.63	6.59	6.54	6.50	6.46	6.42	6.38	6.34
10	7.89	7.64	7.41	7.17	6.95	6.73	6.52	6.48	6.44	6.40	6.36	6.32	6.28	6.24	6.20
11	7.71	7.47	7.24	7.01	6.80	6.58	6.38	6.34	6.30	6.26	6.22	6.18	6.14	6.10	6.07
12	7.53	7.30	7.08	6.86	6.65	6.44	6.24	6.21	6.17	6.13	6.09	6.05	6.01	5.98	5.94
13	7.37	7.14	6.92	6.71	6.50	6.31	6.11	6.07	6.04	6.00	5.96	5.93	5.89	5.85	5.82
14	7.20	6.98	6.77	6.57	6.37	6.17	5.99	5.95	5.91	5.88	5.84	5.80	5.77	5.73	5.70
15	7.05	6.84	6.63	6.43	6.24	6.05	5.87	5.83	5.79	5.76	5.72	5.69	5.65	5.62	5.58
16	6.90	6.69	6.49	6.30	6.11	5.93	5.75	5.71	5.68	5.64	5.61	5.58	5.54	5.51	5.48
17	6.75	6.55	6.36	6.17	5.99	5.81	5.64	5.60	5.57	5.53	5.50	5.47	5.43	5.40	5.37
18	6.61	6.42	6.23	6.05	5.87	5.69	5.53	5.49	5.46	5.43	5.40	5.36	5.33	5.30	5.27
19	6.48	6.29	6.11	5.93	5.75	5.59	5.42	5.39	5.36	5.33	5.29	5.26	5.23	5.20	5.17
20	6.35	6.17	5.99	5.81	5.64	5.48	5.32	5.29	5.26	5.23	5.20	5.17	5.14	5.10	5.07
21	6.23	6.05	5.87	5.70	5.54	5.38	5.22	5.19	5.16	5.13	5.10	5.07	5.04	5.01	4.98
22	6.11	5.93	5.76	5.60	5.44	5.28	5.13	5.10	5.07	5.04	5.01	4.98	4.95	4.92	4.89
23	5.99	5.82	5.65	5.49	5.34	5.18	5.04	5.01	4.98	4.95	4.92	4.89	4.87	4.84	4.81
24	5.88	5.71	5.55	5.39	5.24	5.09	4.95	4.92	4.89	4.86	4.84	4.81	4.78	4.75	4.73
25	5.77	5.61	5.45	5.30	5.15	5.00	4.86	4.84	4.81	4.78	4.75	4.73	4.70	4.67	4.65
26	5.66	5.51	5.35	5.20	5.06	4.92	4.78	4.75	4.73	4.70	4.67	4.65	4.62	4.59	4.57
27	5.56	5.41	5.26	5.11	4.97	4.83	4.70	4.67	4.65	4.62	4.60	4.57	4.54	4.52	4.49
28	5.46	5.31	5.17	5.03	4.89	4.75	4.62	4.60	4.57	4.55	4.52	4.50	4.47	4.45	4.42
29	5.37	5.22	5.08	4.94	4.81	4.67	4.55	4.52	4.50	4.47	4.45	4.42	4.40	4.37	4.35
30	5.28	5.13	4.99	4.86	4.73	4.60	4.47	4.45	4.43	4.40	4.38	4.35	4.33	4.31	4.28
31	5.19	5.05	4.91	4.78	4.65	4.53	4.40	4.38	4.36	4.33	4.31	4.28	4.26	4.24	4.22
32	5.10	4.96	4.83	4.70	4.58	4.45	4.33	4.31	4.29	4.26	4.24	4.22	4.20	4.17	4.15

* Based on measurements by Carpenter (1966) and Murray and Riley (1969a) fitted by Weiss (1970) to the thermodynamically consistent equation: $\ln C = A_1 + A_2(100/T) + A_3 \ln(T/100) + A_4(T/100) + S\%_0[B_1 + B_2(T/100) + B_3(T/100)^2]$ where

$$\begin{array}{ccccccc}
 A_1 & A_2 & A_3 & A_4 & B_1 & B_2 & B_3 \\
 -173.4292 & 249.6339 & 143.3483 & -21.8492 & -0.033096 & 0.014259 & -0.0017000
 \end{array}$$
 and T and S‰ are the absolute temperature (K) and salinity in parts per mille respectively.

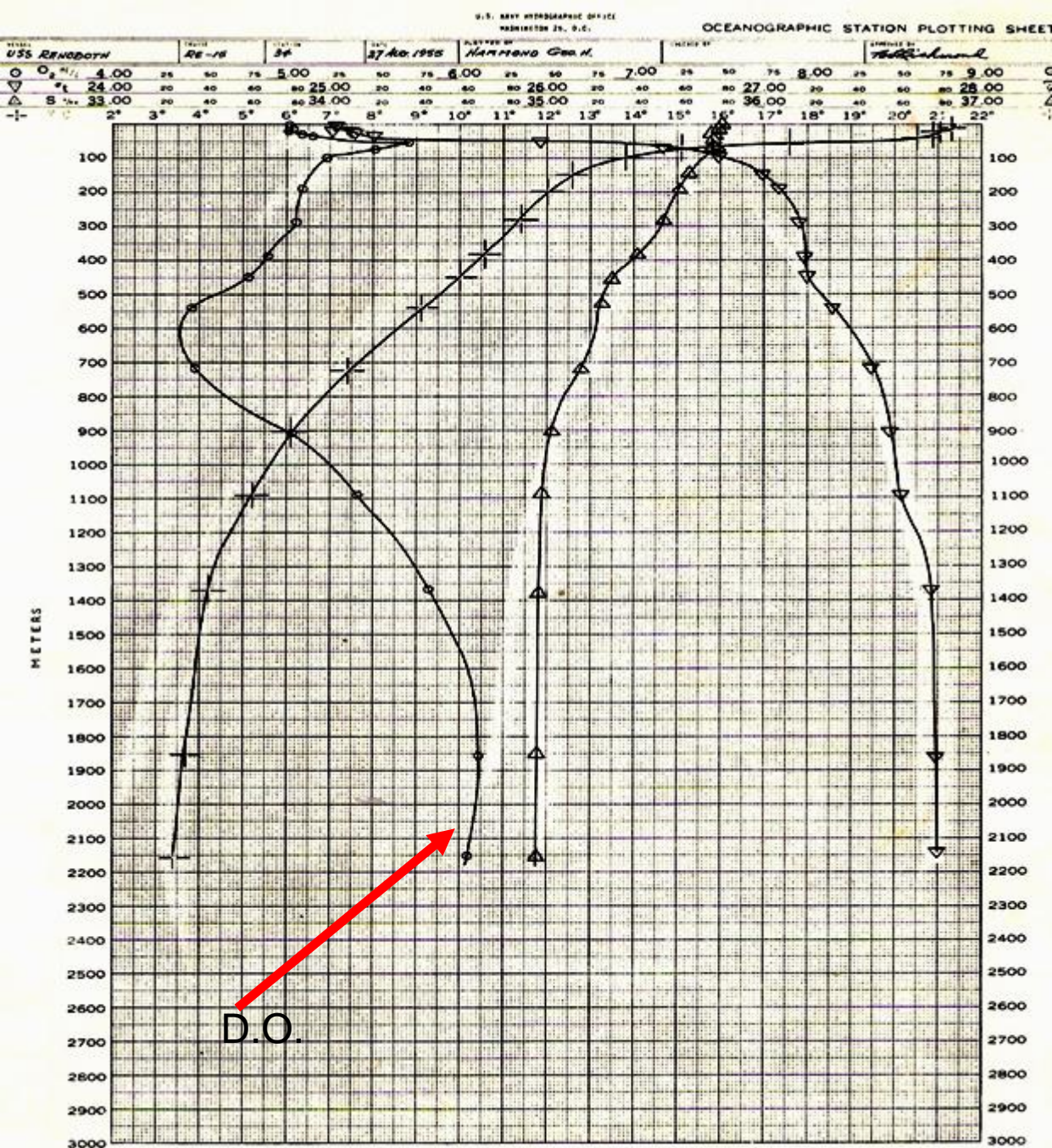
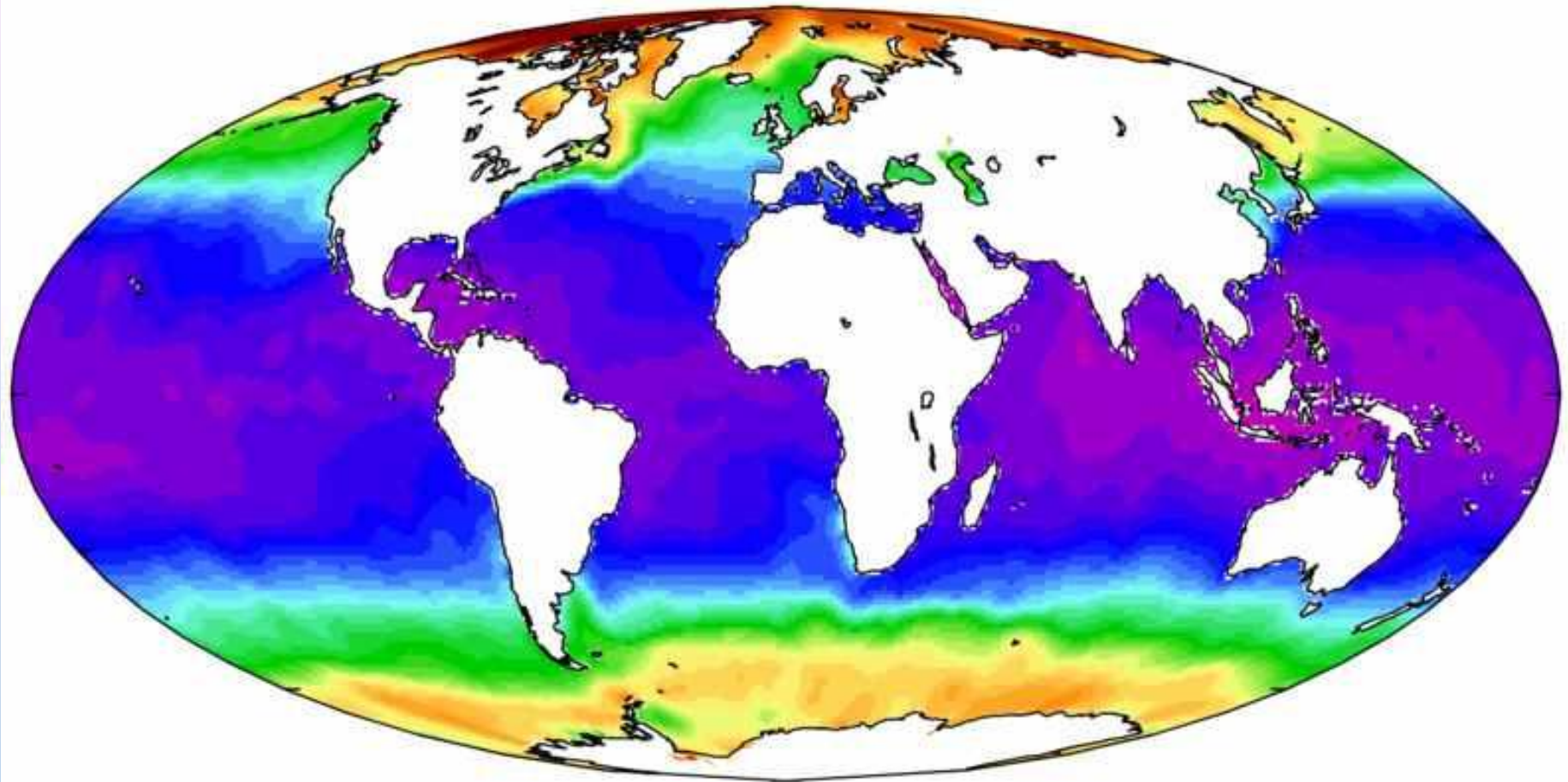


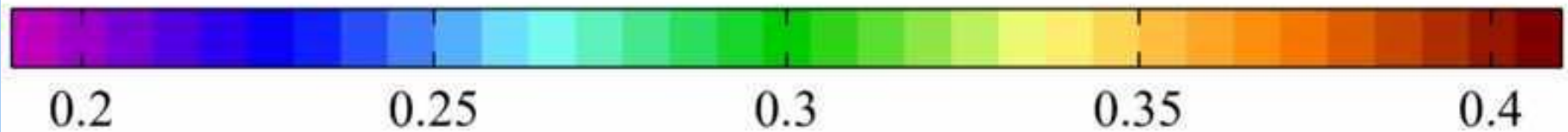
Figure 4-1. Oceanographic Station plotting sheet.



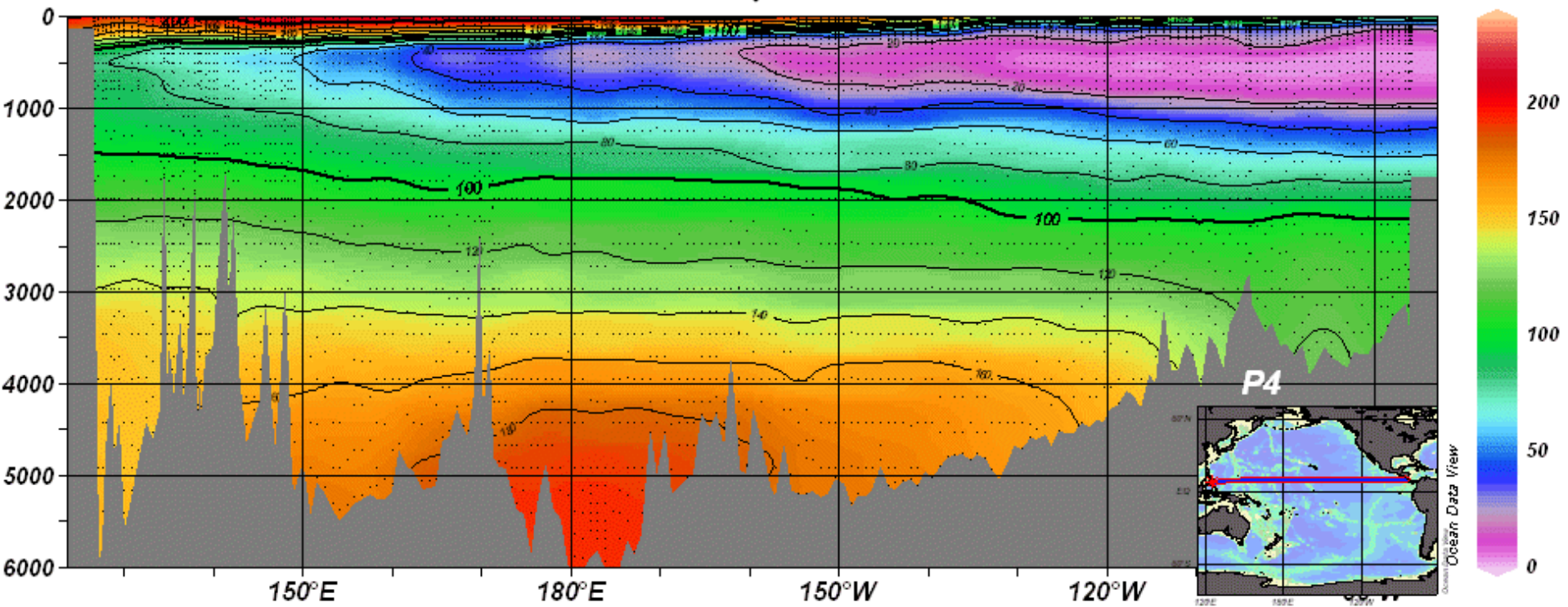
ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ O₂ ΣΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΩΚΕΑΝΟ



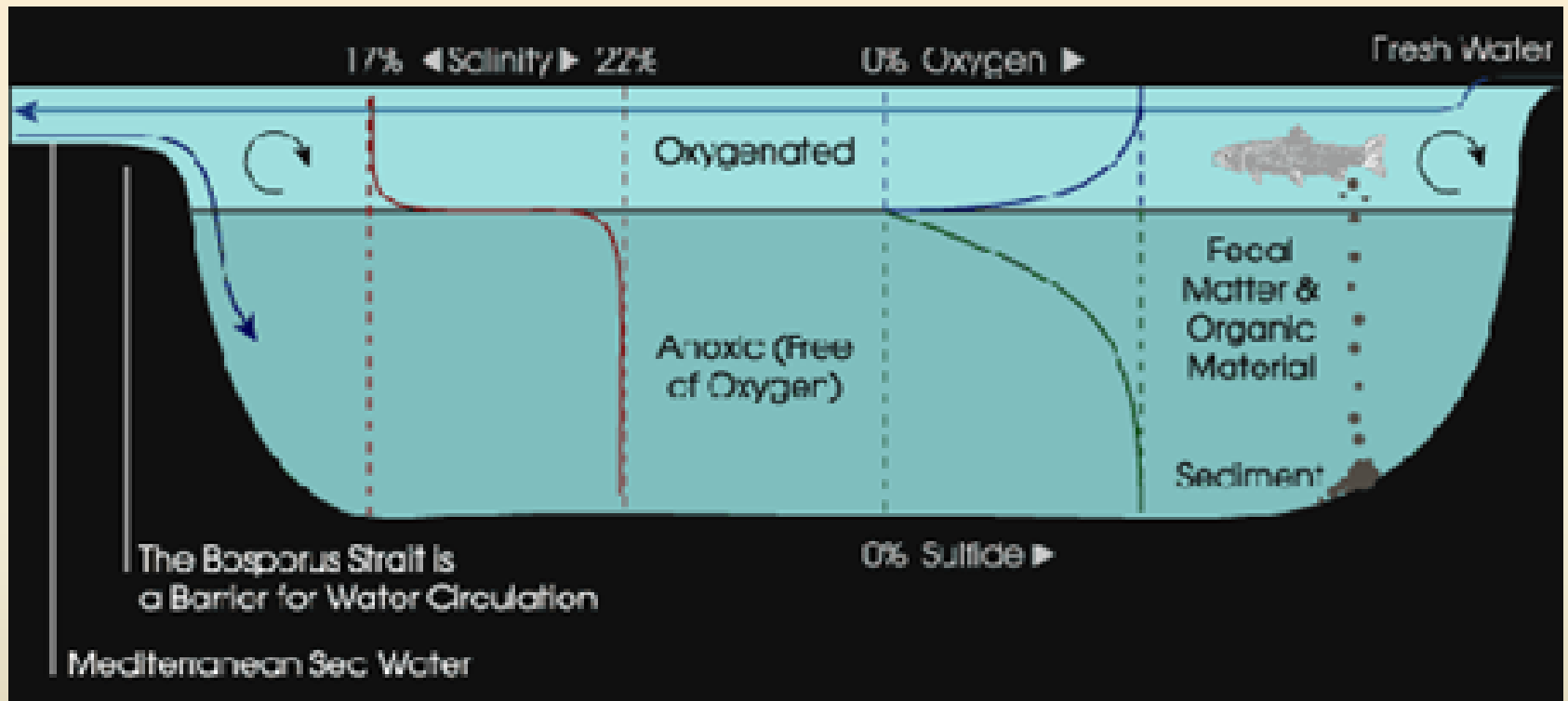
Sea-surface oxygen [mol O₂ m⁻³]

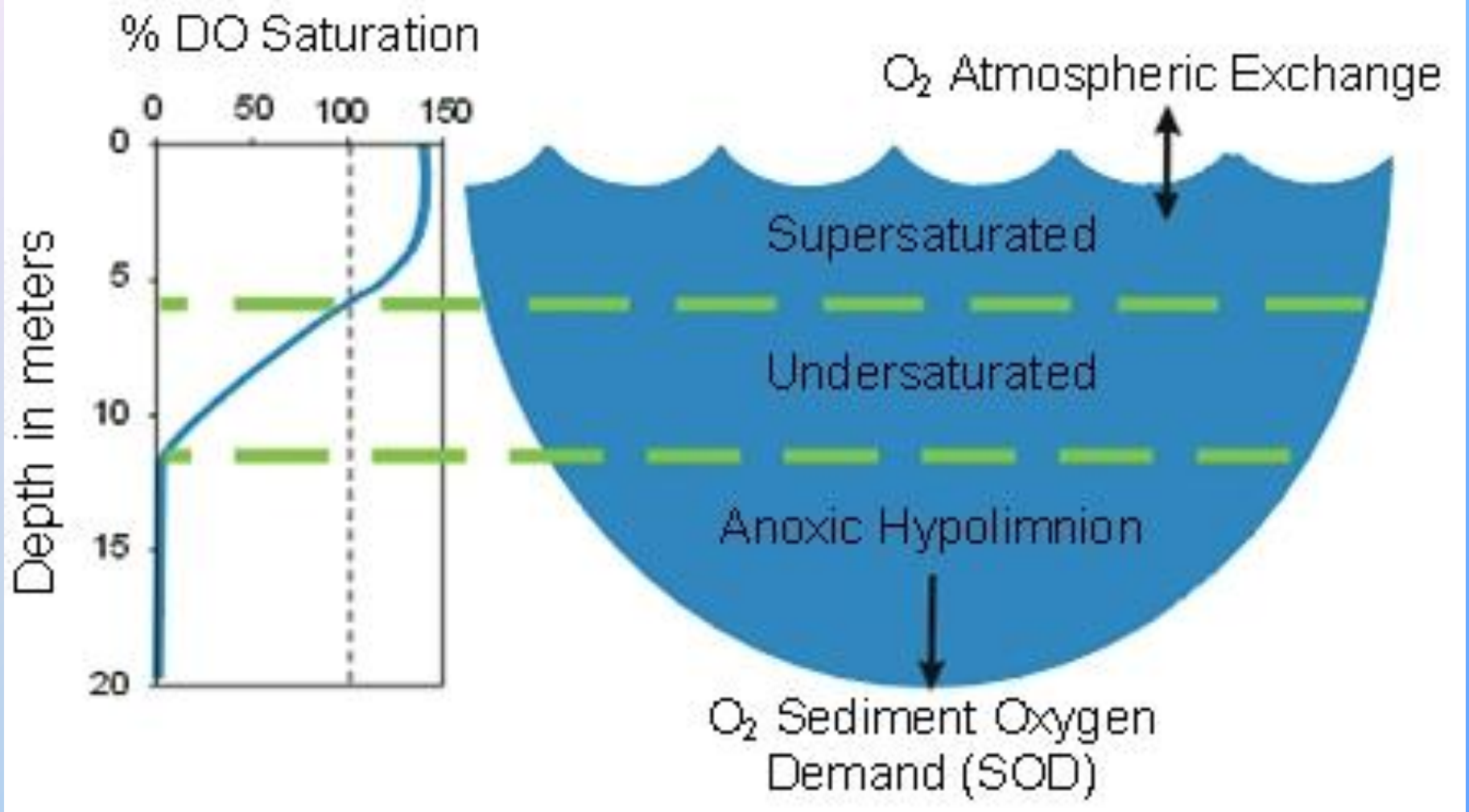


Oxygen [$\mu\text{mol/kg}$]



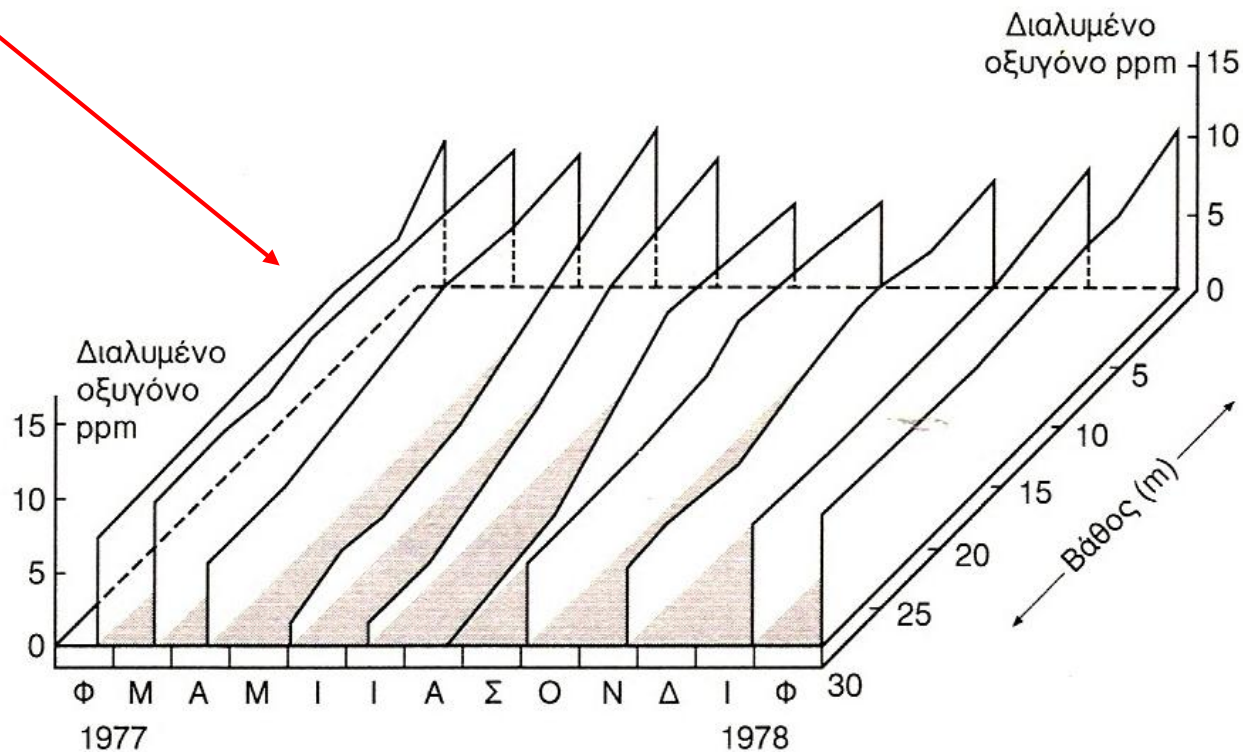
BLACK SEA







Το Σχ. 95 δείχνει τις μεταβολές της συγκέντρωσης οξυγόνου με το βάθος για διάφορους μήνες της περιόδου 1977-78.



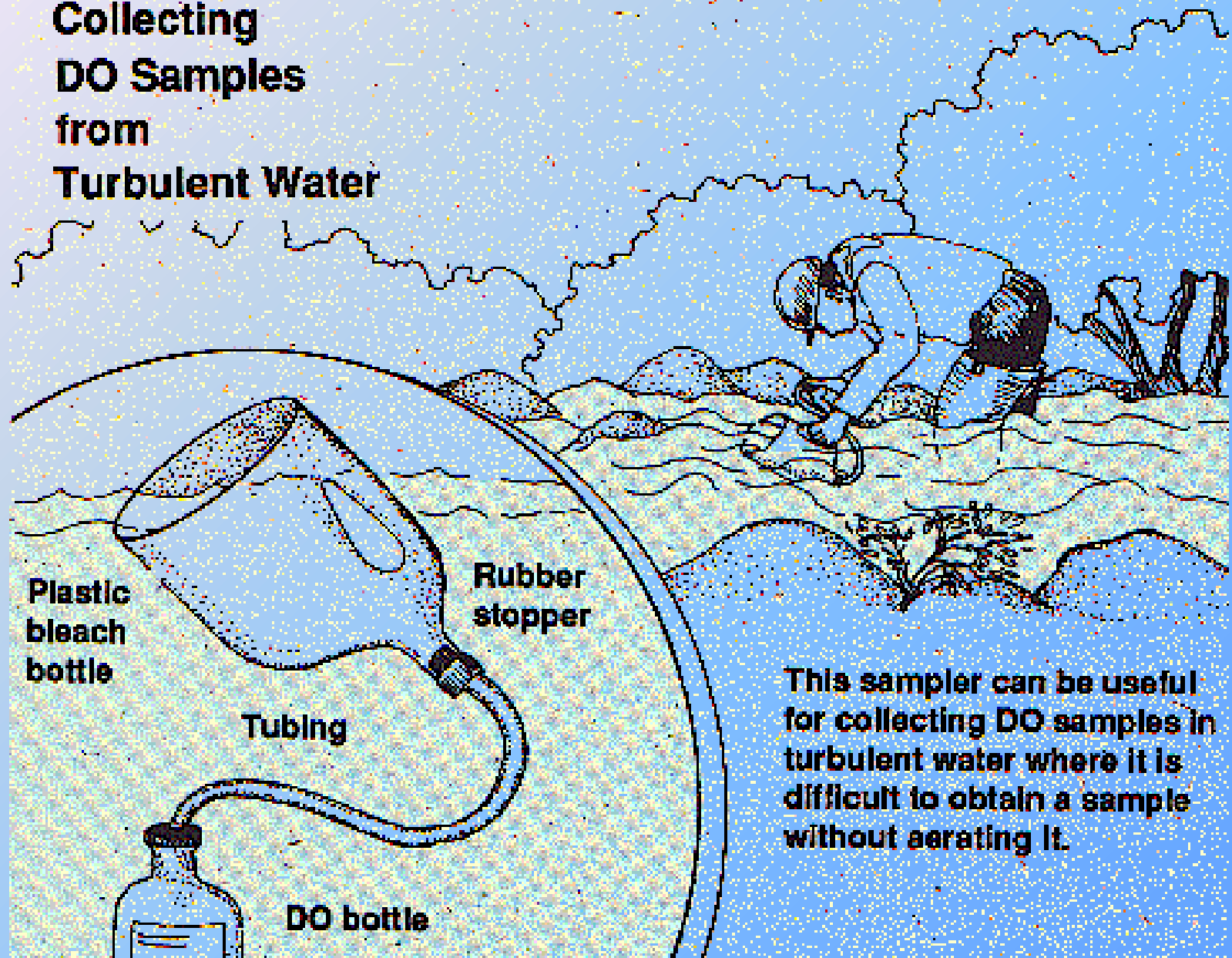
Σχήμα 95

Είναι σαφής η σταδιακή κατανάλωση του οξυγόνου όσο αυξάνει η στρωμάτωση, με κατακόρυφη πτώση την διάρκεια του θέρους.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Collecting DO Samples from Turbulent Water



ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ



ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ



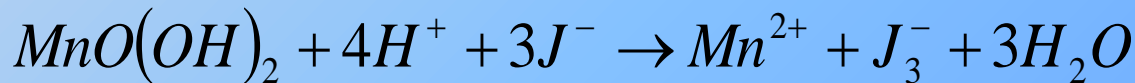
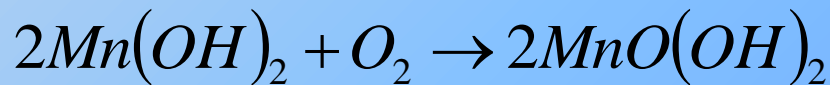
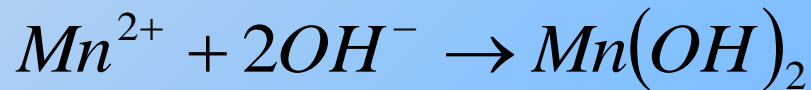
ΧΗΜΙΚΟΣ – ΙΩΔΙΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ

Μέθοδος WINKLER:

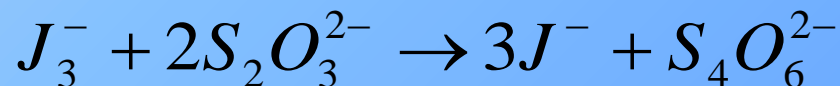
-Εφαρμογή σε κάθε είδος νερού με $O_2 > 0.2 \text{ mg/L}$ (ενώσεις όπως τανίνες, χουμικά οξέα, λιγνίνες κλπ δεσμεύουν το ιώδιο)

Αρχή μεθόδου:

Το διαλυμένο οξυγόνο αντιδρά με το $Mn(OH)_2$, που σχηματίζεται με την προσθήκη $MnSO_4$ και $NaOH$ σχηματίζοντας καστανό ίζημα $MnO(OH)_2$. Οξίνιση του διαλύματος με H_2SO_4 επιτρέπει στο άλας του μαγγανίου (IV) που σχηματίζεται με αυτό τον τρόπο να οξειδώσει το KJ που έχει μόλις προστεθεί, απελευθερώνοντας ισοδύναμη ποσότητα ιωδίου.



Το ιώδιο προσδιορίζεται με τη βοήθεια τιτλοδοτημένου διαλύματος $Na_2S_2O_3$ και δείκτη άμυλο, σύμφωνα με την αντίδραση:



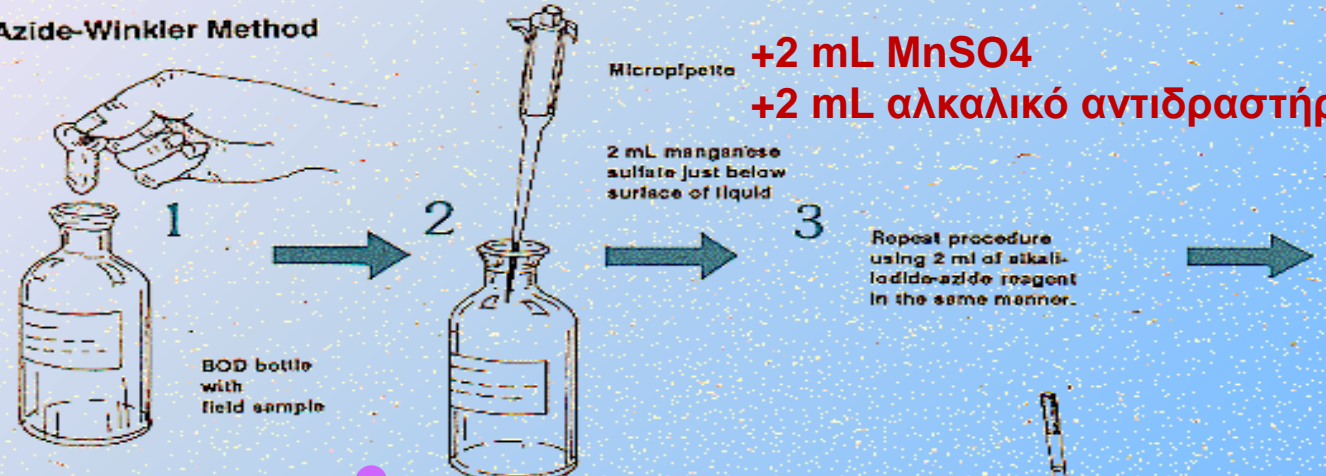
Αντιδραστήρια:

1. H_2SO_4 $\rho_{20}^\circ = 1.84 \text{ g/mL}$, διάλυμα 96% (m/m)
2. Αλκαλικό διάλυμα με ιωδιούχο κάλιο (ΚΙ). Ετοιμάζεται ένα διάλυμα που περιέχει 15g ΚΙ, 35g NaOH. Το διάλυμα φυλάσσεται σε πωματισμένο γυάλινο σκουρόχρωμο δοχείο. Το αντιδραστήριο δεν πρέπει να χρωματίζεται καθόλου όταν έρθει σε επαφή με αμυλούχο διάλυμα, μετά την αραίωση και οξύνιση.
3. MnSO_4 . Διαλύονται 340g άνυδρου MnSO_4 σε 1L, ή 380g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ σε 1L
4. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,025N. Διαλύονται 6.205g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ σε 1L

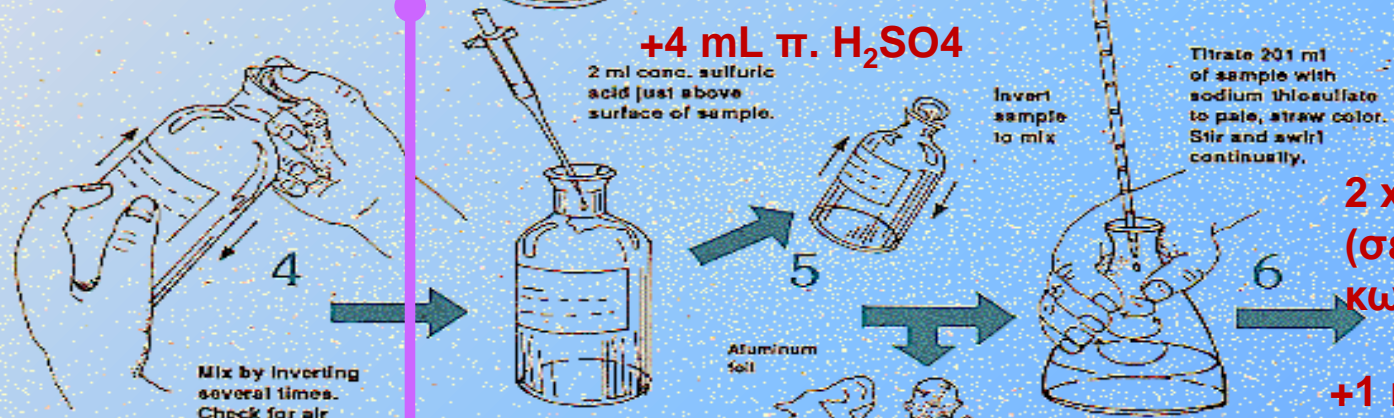
(όλα τα διαλύματα παρασκευάζονται με απεσταγμένο νερό από το οποίο έχει απομακρυνθεί το διαλυμένο οξυγόνο)

ΠΟΡΕΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

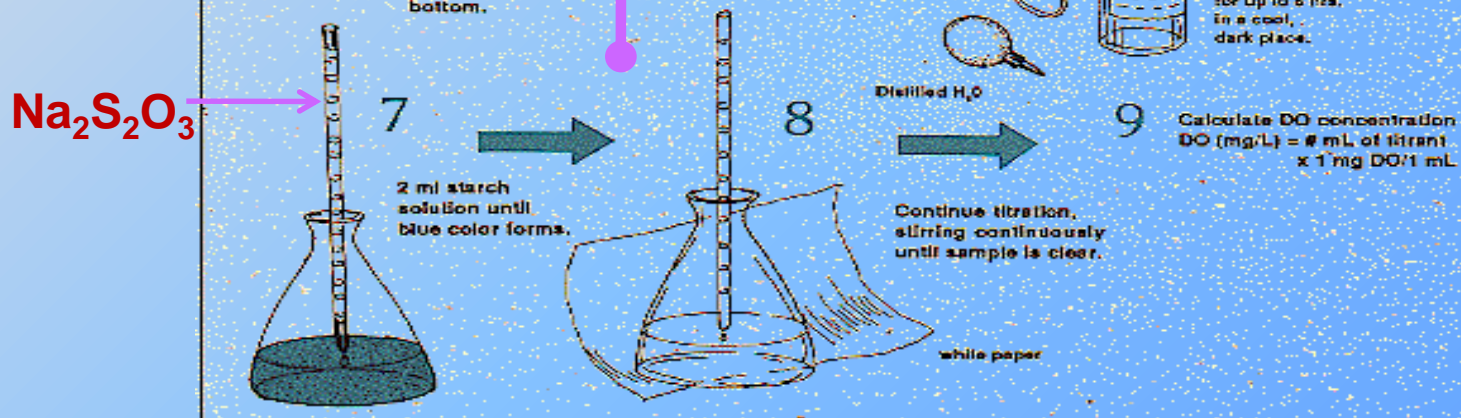
Azide-Winkler Method



+2 mL MnSO₄
+2 mL αλκαλικό αντιδραστήριο



2 x 100 mL (σε κάθε κωνική)
+1 mL άμυλο



Na₂S₂O₃

Δέσμευση του οξυγόνου

Αμέσως μετά τη λήψη του δείγματος προστίθεται στο δοχείο που περιέχει το δείγμα 2mL διαλύματος $MnSO_4$ και στη συνέχεια 2mL από το αλκαλικό αντιδραστήριο. Αυτό γίνεται με προσοχή ώστε να αποφευχθεί είσοδος αέρα στο δοχείο. Τα αντιδραστήρια προστίθενται κάτω από την επιφάνεια του υγρού με πιπέτα ή σύριγγα. Το δοχείο πωματίζεται και αναστρέφεται μερικές φορές, ώστε το περιεχόμενό του να ομογενοποιηθεί τελείως. Το ίζημα που σχηματίζεται αφήνεται να κατακαθίσει για τουλάχιστον 5 λεπτά. Στο στάδιο αυτό μπορεί να διακοπεί η ανάλυση και το δοχείο μπορεί να μεταφερθεί στο εργαστήριο για τη μέτρηση, σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω.

Απελευθέρωση του ιωδίου και προσδιορισμός

Πιστοποιείται ότι το ίζημα που έχει σχηματιστεί έχει κατακαθίσει έτσι ώστε να βρίσκεται στα κατώτερα δύο τρίτα του δοχείου. Προστίθενται αργά 4mL H_2SO_4 και η φιάλη ανακινείται μέχρι να διαλυθεί όλο το ίζημα και να εμφανιστεί το χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα του ιωδίου. Το περιεχόμενο του δοχείου μεταφέρεται σε κωνική φιάλη. Το δοχείο WINKLER ξεπλένεται και το νερό με το οποίο έχει γίνει η έκπλυση μεταφέρεται και αυτό στην κωνική φιάλη. Γίνεται τιτλοδότηση με $Na_2S_2O_3$ και με δείκτη αμύλου που προστίθεται περίπου στο τέλος της τιτλοδότησης όταν το χρώμα του ιωδίου έχει εξασθενίσει. Παράγεται χαρακτηριστικό μπλε σύμπλοκο αμύλου-ιωδίου. Στο τελικό σημείο το δείγμα αποχρωματίζεται.





Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου δίνεται από τους

τύπους:

$$D.O.(mg/l) = \frac{V_2 \times N \times 8000}{V_1 - 4}$$

$$D.O.(mgat/l) = \frac{V_2 \times N \times 500}{V_1 - 4}$$

$$D.O.(ml/l) = \frac{V_2 \times N \times 5600}{V_1 - 4}$$

όπου:

V_2 (mL) ο όγκος του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ που χρησιμοποιήθηκε για την τιτλοδότηση του δείγματος

N (meq/mL) η κανονικότητα του $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

V_1 (mL) ο όγκος του δείγματος

V_1-4 (mL) ο ίδιος όγκος διορθωμένος ως προς τις απώλειες που οφείλονται στην προσθήκη των δύο πρώτων αντιδράσεων

Το αποτέλεσμα θα πρέπει να δοθεί με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.

Εκτός από την απόλυτη τιμή της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου πολύ χρήσιμο είναι να υπολογιστεί ο % κορεσμός του νερού σε O_2 . Η παράμετρος αυτή δείχνει καλύτερα από την απόλυτη τιμή την πιθανή τάση μείωσης του διαλυμένου οξυγόνου σε μια περιοχή. Ο βαθμός κορεσμού υπολογίζεται αν συγκριθεί η τιμή διαλυμένου οξυγόνου με τη θεωρητική του διαλυτότητα για μια ορισμένη θερμοκρασία και αλατότητα η οποία δίνεται σε ειδικούς πίνακες

$$\% \text{ κορεσμός} = [C_{\text{πειραματική}} / C_{\text{θεωρητική}}] * 100$$

Σε μερικές περιπτώσεις επιφανειακών υδάτων που περιέχουν, λόγω θαλασσοταραχής, εκτός από διαλυμένο οξυγόνο και φυσαλίδες αέρα σε λεπτό διαμερισμό, είναι δυνατόν να μετρηθούν και τιμές του βαθμού κορεσμού >100%

Παρουσία οξειδωτικών ουσιών

Αρχή προσδιορισμού

Προσδιορισμός σε ένα δεύτερο δείγμα των άλλων οξειδωτικών ουσιών, ώστε να ληφθούν υπόψη στον τελικό υπολογισμό.

Διαδικασία.

Ένα δεύτερο δείγμα μεταφέρεται σε κωνική φιάλη κατάλληλου μεγέθους. Προστίθενται κατά σειρά 2 mL H₂SO₄, το διάλυμα ομογενοποιείται και προστίθενται 2 mL αλκαλικού αντιδραστηρίου και 2 mL MnSO₄. Το διάλυμα αφήνεται για 5 λεπτά.

Γίνεται τιτλοδότηση με Na₂S₂O₃ και δείκτη αμύλου.

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (mg/L) δίνεται από τον τύπο:

$$\frac{V_2 \times N \times 8000}{V_1 - 4} - \frac{V_4 \times N \times 8000}{V_3}$$

όπου:

V₂, N, V₁ V₁-4 (βλ. κανονικό προσδιορισμό)

V₃ ο όγκος του δεύτερου δείγματος

V₄ (mL) του διαλύματος Na₂S₂O₃ που χρησιμοποιήθηκε για την τιτλοδότηση του δεύτερου δείγματος.

Ηλεκτροχημική μέθοδος.

-Ειδικά ηλεκτρόδια:

✓ $[O_2] > 0.1 \text{ mg/L}$

✓ Χρησιμοποιούνται εύκολα στο ύπαιθρο

✓ Επιτρέπουν καταγραφή αποτελεσμάτων

✓ Κατάλληλα για νερά που περιέχουν συστατικά που επηρεάζουν την ιωδομετρική μέθοδο WINKLER

★ Τα ηλεκτρόδια αποτελούνται από ένα στοιχείο που κλείνεται με μεμβράνη εκλεκτικής διαπερατότητας και περιέχει τον ηλεκτρολύτη και δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια. Αυτό βυθίζεται μέσα στο νερό που πρόκειται να αναλυθεί.

★ Η μεμβράνη είναι ουσιαστικά αδιαπέραστη από το νερό και τα διαλυμένα στερεά συστατικά του, αλλά είναι περατή από το οξυγόνο και άλλα αέρια. Υπάρχουν διαφόρων τύπων μεμβράνες ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε ηλεκτροδίου.

★ Οι μεμβράνες από Teflon έχουν εξαιρετικά γρήγορη απόκριση αλλά μικρή μηχανική σταθερότητα. Καλύπτοντας την μεμβράνη Teflon με μια επίστρωση σιλικόνης αυξάνουμε τη διάχυση του οξυγόνου μια και η διαπερατότητα της σιλικόνης είναι περίπου 60 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του Teflon.

Ηλεκτρόδιο τύπου Clark

Κατασκευάστηκε από τον Dr. Clark το 1956 και είναι ένα αμπερομετρικό στοιχείο

Η αναγωγή του O_2 επιτυγχάνεται μεταξύ 400 και 1200 mV οπότε χρειάζεται μια τάση περίπου 800 mV που παράγεται εξωτερικά με συστοιχία μπαταριών.

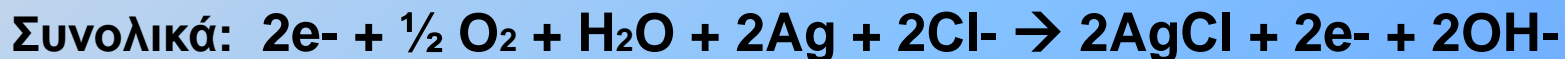
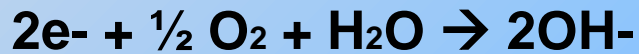
Το ηλεκτρόδιο τύπου Clark βασίζεται στο ημιστοιχείο Ag/AgCl και σε ένα ευγενές μέταλλο ως ηλεκτρόδιο καθόδου (Au ή Pt ή Pd).

Ως ηλεκτρολύτης χρησιμοποιείται διάλυμα KCl ή KBr ενώ η άνοδος είναι από Ag.

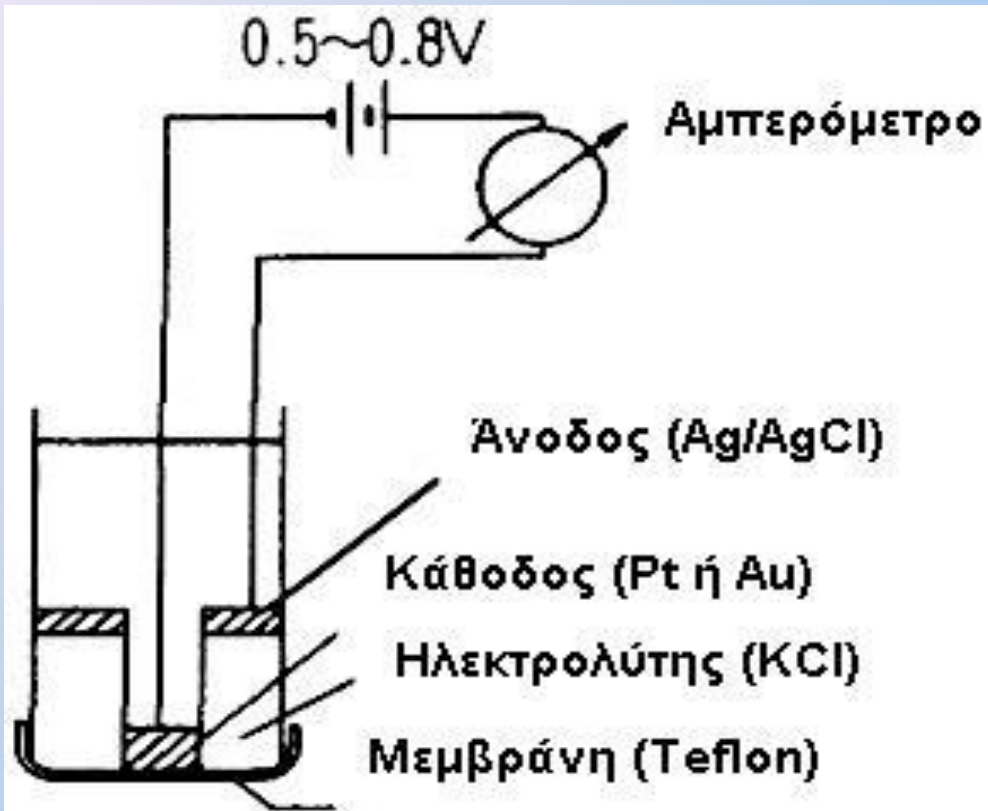
Στην άνοδο (+) γίνεται η αντίδραση:

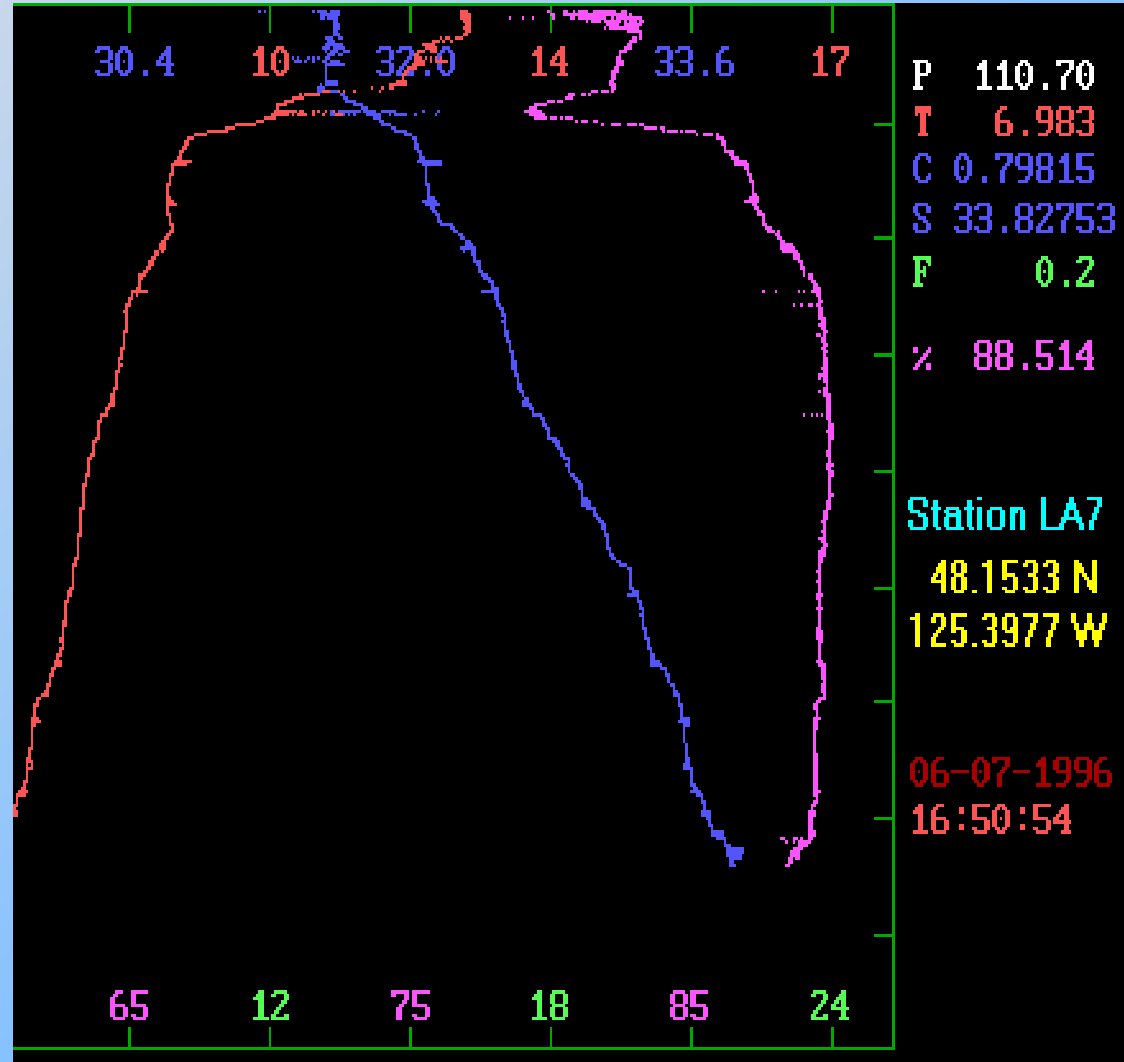


Στην κάθοδο (-) γίνεται η αντίδραση:



Το O_2 ανάγεται στην κάθοδο και για κάθε μόριό του παράγονται 4 ηλεκτρόνια. Το ηλεκτρικό ρεύμα που δημιουργείται είναι ανάλογο του οξυγόνου που ανάγεται. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από την αναγωγή του O_2 , μεταφράζεται από το όργανο σε αντίστοιχη συγκέντρωση.





Έκθεση Άσκησης

1. Σύνοψη θεωρία για την σημασία του προσδιορισμού
2. Πειραματική διαδικασία
3. Αναλυτική έκθεση υπολογισμών προσδιορισμού συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου (σε διάφορες μονάδες) και βαθμού κορεσμού
4. Σχολιασμός του αποτελέσματος
5. Απάντηση σε ερωτήσεις
 - α. Σε ποιες περιοχές την Ελλάδα έχουν παρουσιαστεί στο πρόσφατο παρελθόν ανοξικές συνθήκες και γιατί ;
 - β. Πως θα μπορούσαμε να μετρήσουμε το διαλυμένο στη θάλασσα αέριο άζωτο;
 - γ. Εκτός από οξυγόνο και άζωτο, Ποια άλλα αέρια βρίσκονται διαλυμένα στο θαλάσσιο νερό και σε τι συγκεντρώσεις;
 - δ. Πως μπορούμε να μετρήσουμε την περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε οξυγόνο;

Τέλος

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.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση διαθέσιμη εδώ <http://eclass.uoa.gr/courses/CHEM162/>



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Μιχαήλ Σκούλλος, Εμμανουήλ Δασενάκης 2015. Μιχαήλ Σκούλλος, Εμμανουήλ Δασενάκης. «Χημική Ωκεανογραφία. Ενότητα 2: Προσδιορισμός διαλυμένου οξυγόνου στη θάλασσα». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/NOC83/>



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.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/4)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1: Πηγές και αποδέκτες διαλυμένων αερίων. Copyrighted.

http://www.proektomg.obrazovaniebg.com/uroci_2/Geografiya/Kamen%20Djambazon/urok2/hidrosfera/picture17.gif

Εικόνα 2: Gas Pressure and Solubility. Copyrighted.

<http://chemistry.elmhurst.edu/vchembook/images2/17gaspressure.gif>

Εικόνα 3: Copyrighted.

Εικόνα 4: Graph oxygen concentration vs temperature in sea water. Copyrighted.

<https://www.e-education.psu.edu/earth111/sites/www.e-education.psu.edu/earth111/files/Module7/Earth111Mod7pt1fig731.png>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/4)

Εικόνα 5: Oceanographic Station plotting sheet. Copyrighted.

Εικόνα 6: Διαλυμένο O₂ στον παγκόσμιο ωκεανό. Public domain.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7f/AYool_WOA_surf_O2.png/1280px-AYool_WOA_surf_O2.png?1444657486429

Εικόνα 7: Copyrighted.

https://www.nodc.noaa.gov/woce/woce_v3/wocedata_2/ewoce/gallery/whp/P4_OXYGEN.gif

Εικόνα 8: Black Sea Diagram. Copyrighted. http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/education-and-outreach/images/black_sea_diagram.gif

Εικόνα 9: Copyrighted. <http://www.upstatefreshwater.org/NRT-Data/Data-Interpretation/oxygen.gif>

Εικόνα 10: Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/4)

Εικόνα 11: Copyrighted.

Εικόνα 12: How to measure oxygen. Copyrighted.

<http://www.ecy.wa.gov/programs/wq/plants/management/joysmanual/images/50.gif>

Εικόνα 13: Πορεία ανάλυσης.

<http://www.ecy.wa.gov/programs/wq/plants/management/joysmanual/images/51.gif>

Εικόνα 14: Μετρητής διαλυμένου οξυγόνου. Copyrighted.

<http://southernaquaculturesupply.com/products/meters/0.9DE>

Εικόνα 15: Αισθητήρας διαλυμένου οξυγόνου. Copyrighted. <http://filemaker2-server.cbl.umces.edu/sensorimages/10004-HachDO.gif>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/4)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες

Πίνακας 1: Solubilities of N₂, O₂, Ar, Ne and He in sea water at 35‰ salinity. Copyrighted.

Πίνακας 2: Solubility of oxygen in sea water with respect to an atmosphere of 20-95% oxygen and 100% relative humidity at a total atmospheric pressure of 760 mm Hg. Copyrighted.

