

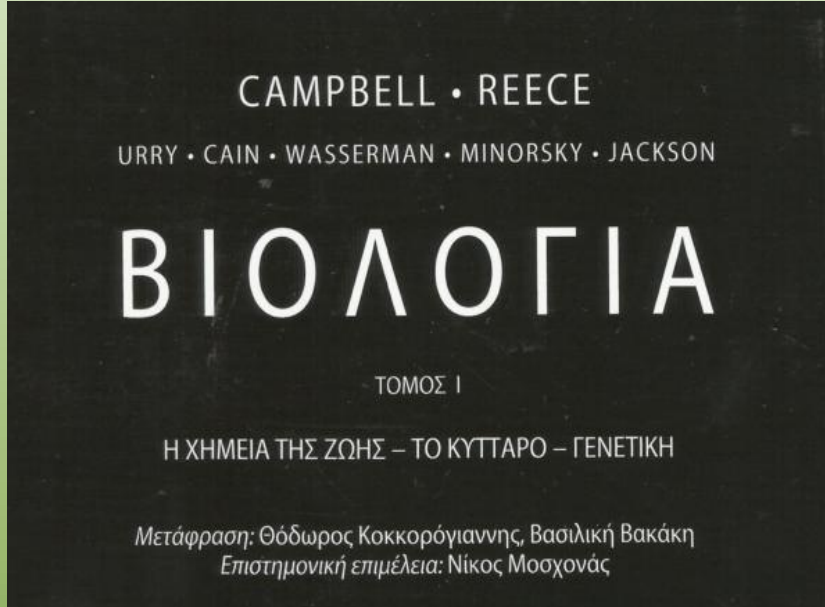
ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΕΠΙΚΑΛΥΠΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (κωδ. μαθ. 763)

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ 6

7^ο εξάμηνο (Χειμερινό)

ΑΕΑΑ 2019-2020

Βιβλιογραφία



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

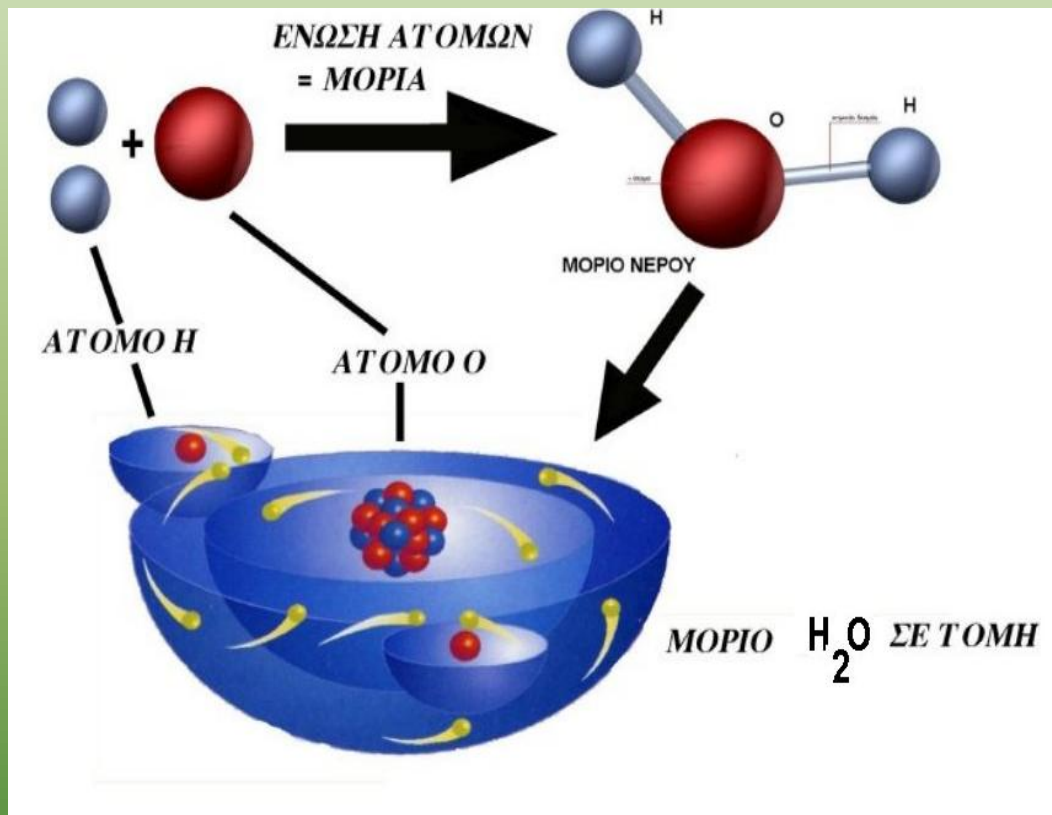
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΗΜΕΡΙΔΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ:
*Προβλήματα φθοράς και παθολογίας μνημείων:
Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης Ι*

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ: ΚΡΙΤΗΡΙΑ, ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Καθ. ΕΜΠ Αντωνία Μοροπούλου

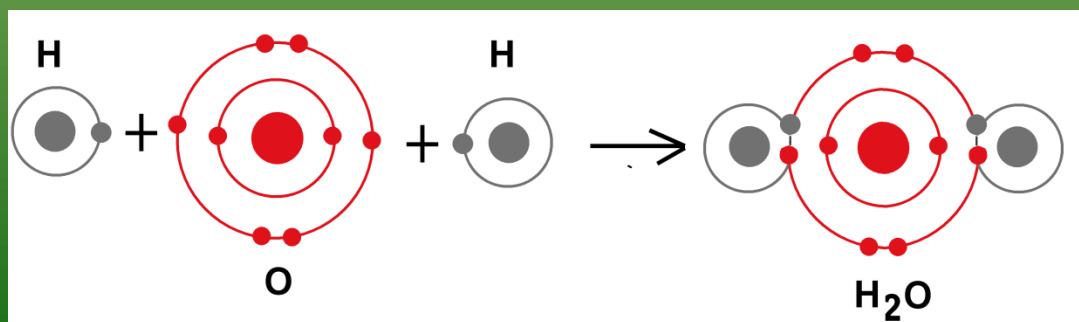
ΠΕΡΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (ΟΡΙΣΜΟΙ, ΔΡΑΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ)-1

Δομή του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων νερού και άλλων υλικών



Το μόριο του νερού αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου κι ένα άτομο οξυγόνου. Το κάθε άτομο υδρογόνου έχει ένα θετικού φορτίου πρωτόνιο στον πυρήνα, κι ένα αρνητικό ηλεκτρόνιο, ενώ το άτομο οξυγόνου έχει 8 θετικού φορτίου πρωτόνια στον πυρήνα και 8 αρνητικά ηλεκτρόνια.

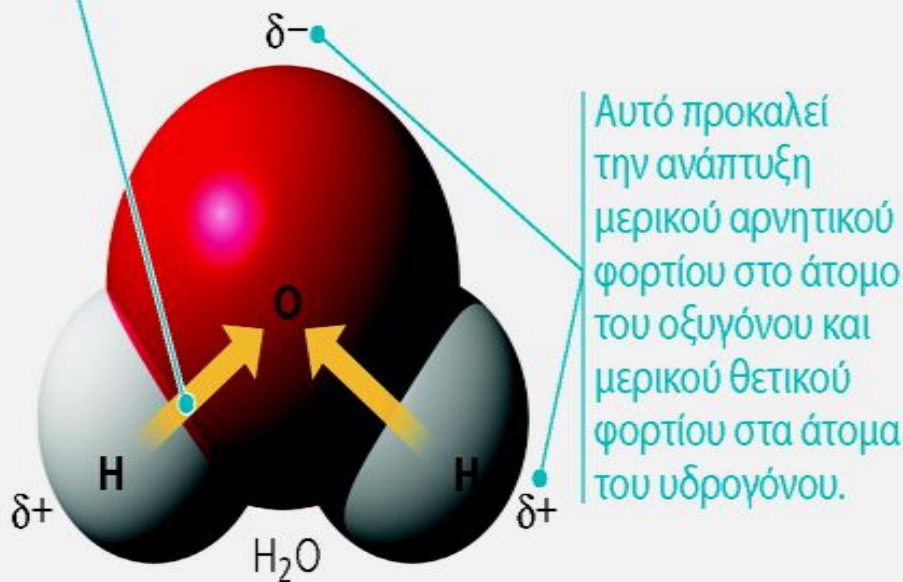
Το μόριο του νερού σχηματίζεται με ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ ατόμων υδρογόνου με το άτομο οξυγόνου (δηλαδή με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων)- βλέπε αριστερά.



ΠΕΡΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (ΟΡΙΣΜΟΙ, ΔΡΑΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ)-2

Δομή του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων νερού και άλλων υλικών

Επειδή το οξυγόνο (O) είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το υδρογόνο (H), το ζεύγος των κοινών ηλεκτρονίων έλκεται περισσότερο προς το οξυγόνο.



▲ **Εικόνα 2.13** Πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί στο μόριο του νερού.

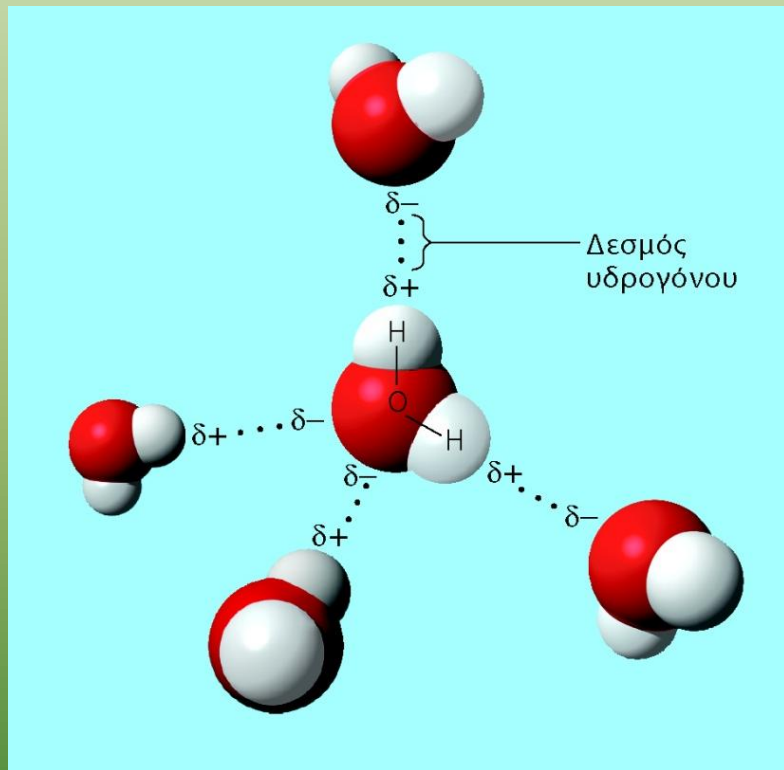
Το μόριο του νερού είναι **ηλεκτρικά ουδέτερο**, δηλαδή έχει όσα ηλεκτρόνια ($1+1+8=10$), τόσα ακριβώς και πρωτόνια (10).

Όμως επειδή το οξυγόνο έχει την τάση να «τραβά» το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων προς το μέρος του (είναι ηλεκτραρνητικότερο), δημιουργείται στο μόριο του νερού, τοπικά μία περιοχή λίγο πιο αρνητική (δ^-) και δύο τοπικές περιοχές λίγο πιο θετικές (δ^+).

Το φαινόμενο είναι τοπικό κι απομακρυνόμενοι πολύ από το μόριο, αυτό συμπεριφέρεται ως ηλεκτρικά ουδέτερο. Η συγκεκριμένη συμπεριφορά καθιστά το μόριο του νερού «πολικό», δηλαδή πολωμένο μόριο.

ΠΕΡΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (ΟΡΙΣΜΟΙ, ΔΡΑΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ)-3

Δομή του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων νερού και άλλων υλικών



Όταν τώρα υπάρχουν πολλά μόρια νερού, τότε οι αντίθετα φορτισμένες περιοχές γειτονικών μορίων έλκονται, δημιουργώντας ασθενείς χημικούς δεσμούς που ονομάζονται **δεσμοί υδρογόνου***.

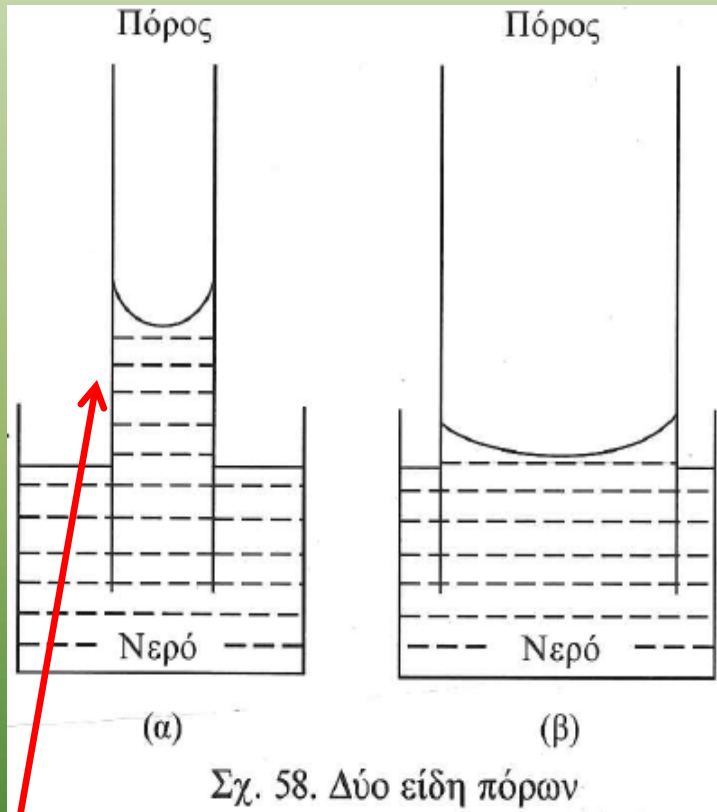
Τέτοιοι χημικοί δεσμοί εκδηλώνονται είτε σε γειτονικά μόρια νερού, είτε ανάμεσα σε μόρια νερού και άλλα πολικά μόρια (π.χ. στο μόριο της ζάχαρης) αλλά και ανάμεσα σε μόρια του νερού και στα τοιχώματα ενός δοχείου που περιέχει το νερό. Για αυτό το νερό σχηματίζει σε ένα ευρύστομο δοχείο την διαμόρφωση του Σχ.58 (β) της επόμενης σελίδας.

▲ **Εικόνα 3.2** Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ μορίων νερού. Οι φορτισμένες περιοχές στο πολικό μόριο του νερού έλκονται από τις αντίθετα φορτισμένες περιοχές γειτονικών μορίων. Κάθε μόριο μπορεί να σχηματίσει δεσμούς υδρογόνου με πολλά άλλα μόρια νερού σε μια ακολουθία σχέσεων που μεταβάλλεται διαρκώς.

*συναντιέται σε μόρια που έχουν υδρογόνο και κάποιο ηλεκτραρνητικό άτομο

ΠΕΡΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (ΟΡΙΣΜΟΙ, ΔΡΑΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ)-4

Δομή του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων νερού και άλλων υλικών

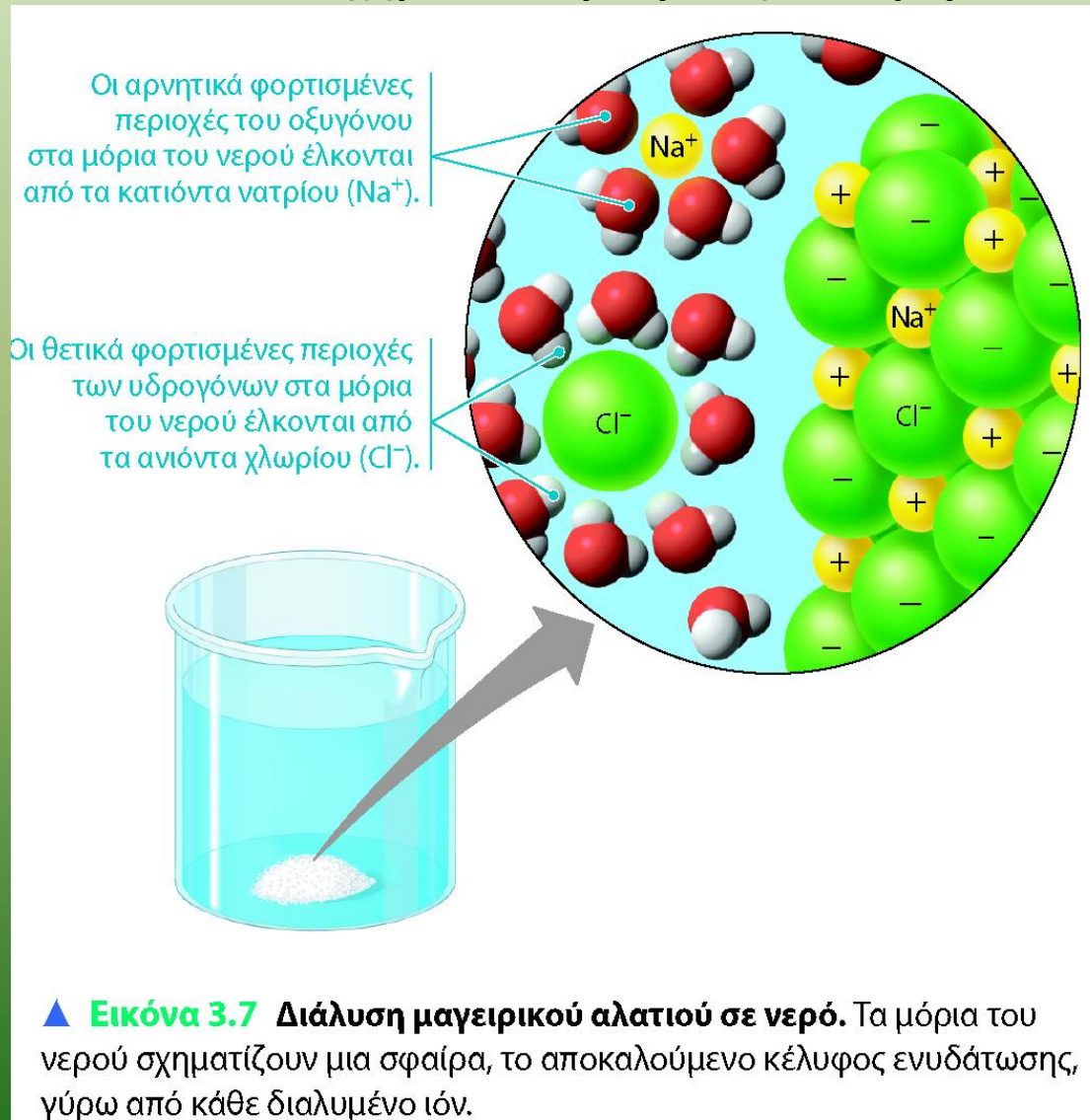


τριχοειδής αναρρίχηση

Οι δεσμοί υδρογόνου ανάμεσα στις τοπικά φορτισμένες περιοχές ($\delta+$ και $\delta-$) του μορίου του νερού και στις πολωμένες περιοχές των συστατικών των τοιχωμάτων των αγγείων ενός δένδρου μικρής διατομής (τριχοειδή) ή ενός πόρου μίας πέτρας πολύ μικρής διατομής ή ενός στενού δοχείου, είναι υπεύθυνοι για την αναρρίχηση του νερού, που κινείται προς τα πάνω, αντίθετα προς την έλξη της βαρύτητας-βλέπε Σχ.58α. Έτσι ανεβαίνουν οι χυμοί από τις ρίζες ενός δένδρου στα ανώτερα στρώματα και η υγρασία από τα θεμέλια ενός λίθινου μνημείου ή ενός τοίχου σε μεγαλύτερα ύψη. Το φαινόμενο είναι τόσο εντονότερο, όσο η διάμετρος του πόρου μικραίνει.

ΠΕΡΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (ΟΡΙΣΜΟΙ, ΔΡΑΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ)-5

Δομή του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων νερού και άλλων υλικών



Το νερό είναι πολύ καλός διαλύτης σε πλήθος υλικών (αλλά όχι στην ολότητα των υλικών)

Τα μόρια του νερού έλκονται ηλεκτρικά από τις φορτισμένες ή πολικές περιοχές διαφόρων ουσιών σχηματίζοντας δεσμούς με αυτές.

Στο νερό λοιπόν **διαλύονται ιοντικές ενώσεις** (όπως το αλάτι και τα ευδιάλυτα άλατα).

Επίσης στο νερό διαλύονται **πολικές ενώσεις** (όπως τα σάκχαρα όπου στο μόριο υπάρχουν ηλεκτραρνητικότερες και ηλεκτροθετικότερες περιοχές).

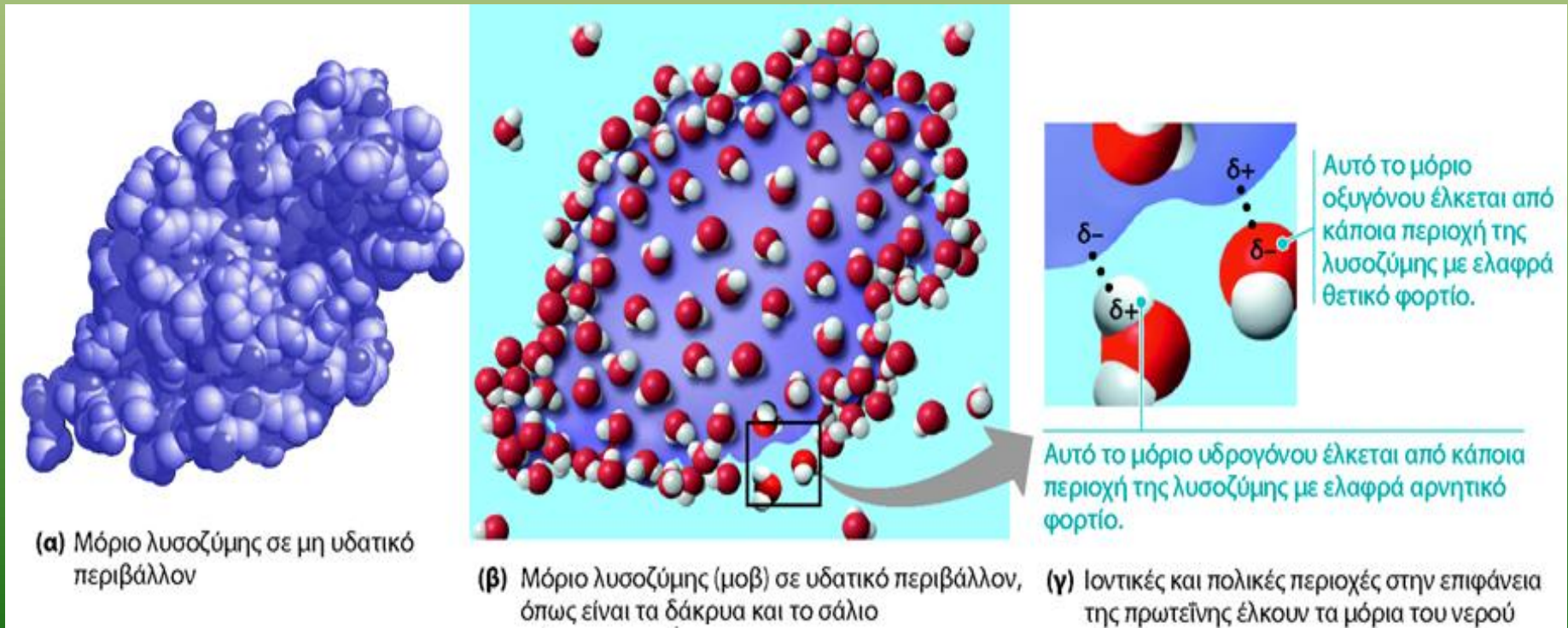
ΠΕΡΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (ΟΡΙΣΜΟΙ, ΔΡΑΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ)-6

Δομή του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων του νερού, χημικοί δεσμοί μεταξύ των μορίων νερού και άλλων υλικών

Το νερό είναι πολύ καλός διαλύτης σε πλήθος υλικών (αλλά όχι στην ολότητα των υλικών)

Επίσης στο νερό διαλύονται **μεγαλοενώσεις** –όπως οι **πρωτεΐνες** που στα υπερμεγέθη μόρια τους τυχαίνει να υπάρχουν τοπικές ιοντικές ή πολικές περιοχές (π.χ. η λυσοζύμη που δρα αντιβακτηριακά στο σάλιο και στα δάκρυα) . Όλες οι παραπάνω ουσίες λέγονται **υδρόφιλες**.

Οι μη πολικές ή οι μη ιοντικές ενώσεις λέγονται **υδρόφοβες** και στην πράξη απωθούν το νερό (π.χ. το λάδι)



ΠΕΡΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (ΟΡΙΣΜΟΙ, ΔΡΑΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ)-7



Επίδραση του νερού

Το νερό και τα σχετιζόμενα με αυτό φαινόμενα αποτελούν βασικότερη αιτία φθοράς σε δομικά υλικά .

Το νερό εισχωρεί με 3 τρόπους στην πέτρα, τούβλα, τοίχους, μπετόν :

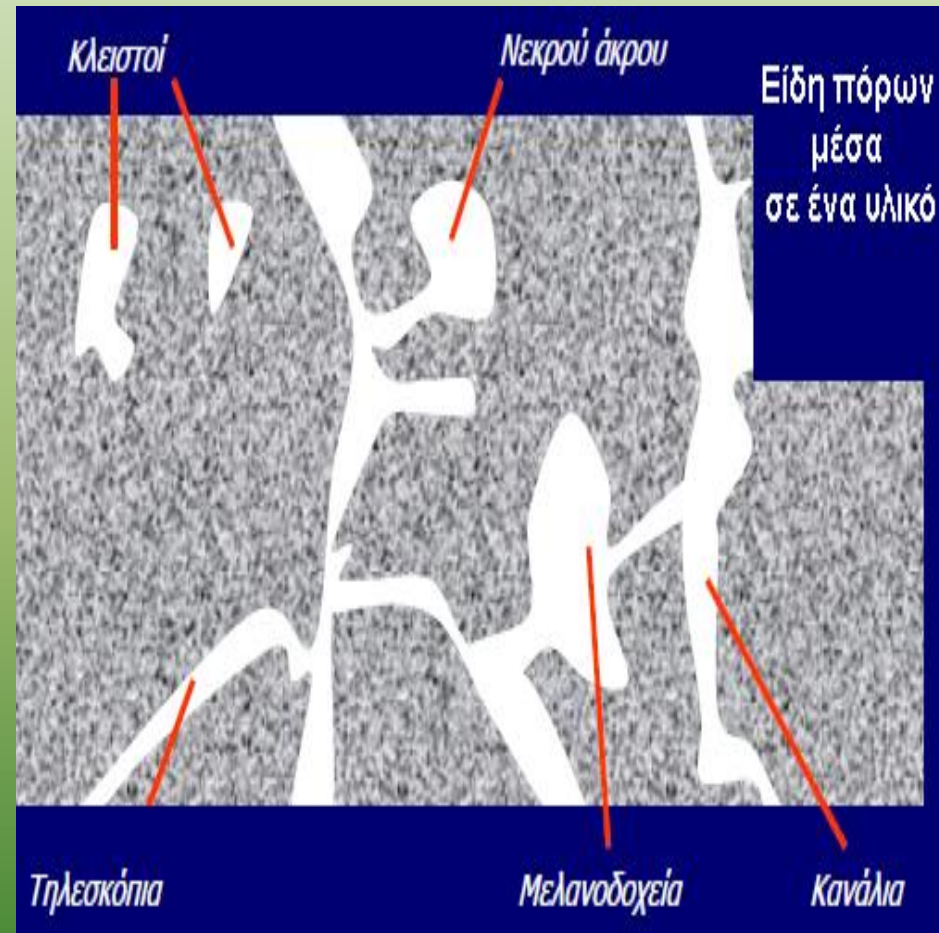
- i) Διαδικασία **τριχοειδούς αναρρίχησης** (νερό από το έδαφος προς τα πάνω-εξηγήσαμε πριν γιατί).
- ii) **Συμπύκνωση** των υδρατμών του αέρα.
- iii) **Διείσδυση** του νερού της βροχής (μέσω των πόρων).

Η φθορά σχετίζεται ανάλογα με το πόσο μεγάλο είναι το πορώδες.

ΠΕΡΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (ΟΡΙΣΜΟΙ, ΔΡΑΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ)-8

Επίδραση του νερού

- **Πορώδες** : το ποσό έκτασης της παρουσίας πόρων στο δομικό υλικό (πέτρα, τούβλο κ.ά.), δηλαδή μικρών κενών χώρων σαν κανάλια, οι οποίοι είτε είναι ανοιχτοί (διαμπερείς από το ένα άκρο στο άλλο), είτε είναι κλειστοί, είτε ανοικτοί στο ένα άκρο, είτε επικοινωνούν σχηματίζοντας ένα δίκτυο (βλέπε εικόνα).



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΙΤΙΑ-ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΦΘΟΡΑΣ-
ΣΧΕΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ, (ΜΟΡΟΠΟΥΛΟΥ, ΜΑΘΗΜΑΤΑ
OPEN COURSES, ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΜΠ)

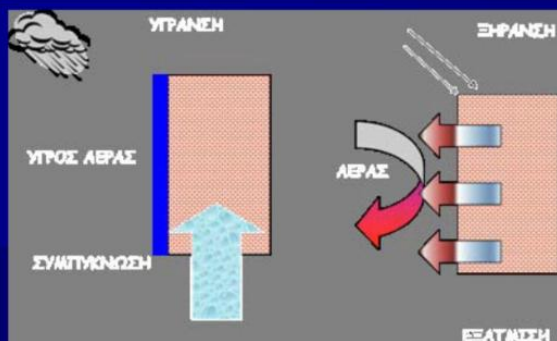
ΠΕΡΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (ΟΡΙΣΜΟΙ, ΔΡΑΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ)-9

Επίδραση του παγετού

Μία απλοϊκή εξήγηση της φθοράς της πέτρας όταν το νερό που περιέχεται στη μάζα της παγώνει, είναι η αύξηση του όγκου που υφίσταται το νερό αν πέσει στους 0° C.

Βεβαίως υπάρχουν προτεινόμενοι μηχανισμοί που εμπλέκουν το πορώδες της δομής της πέτρας, την ταχύτητα εισχώρησης, την αντοχή της πέτρας κ.ά., στα οποία δεν θα αναφερθούμε καθότι είναι αρκετά περίπλοκα.

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΝΕΡΧΟΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ



Πηγές Υγρασίας σε μια τοιχοποιία

- το έδαφος (με τριχοειδή αναρρίχηση)
- το περιβάλλον (βροχή, συμπύκνωση ατμοσφαιρικής υγρασίας)
- τη θάλασσα (αλατονέφωση ή απευθείας προσβολή της θάλασσας)
- διαρροές των δικτύων αποχέτευσης και παροχέτευσης
- χρήση του κατά την εγκατάσταση των δομικών υλικών (π.χ. νερό για την ανάμιξη κονιαμάτων)
- διάφορες επεμβάσεις συντήρησης και επισκευής των κτηρίων, όπως χρήσης μεγάλης ποσότητας νερού σε μία επέμβαση καθαρισμού, αποβολή νερού κατά την πήξη κονιαμάτων και επιχρισμάτων
- την υγροσκοπικότητα ορισμένων διαλυτών αλάτων

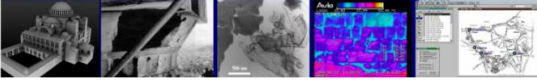


Κύριοι τύποι φθοράς στα δομικά υλικά από τη δράση της υγρασίας

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΗΜΕΡΙΔΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ:
Προβλήματα φθοράς και παθολογίας μνημείων:
Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης Ι

**ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ:
ΚΡΙΤΗΡΙΑ, ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

Καθ. ΕΜΠ Αντωνία Μοροπούλου



Εξανθήσεις

Τυπική εξάνθηση που αλλοιώνει την αισθητική της επιφάνειας χωρίς όμως κάποια σοβαρή επιπλοκή στη μηχανική σταθερότητα του επιχρίσματος. Αναλύσεις χημικές και ορυκτολογικές έδειξαν ότι κύριο συστατικό ήταν το NaCl , με μικρά ποσοστά άλλων αλάτων.

Κρυπτοεξανθήσεις

Τυπικό παράδειγμα κρυπτοεξάνθησης, περισσότερο καταστρεπτικές, που προκαλεί ρηγμάτωση και αποκόλληση του επιχρίσματος λόγω της κρυστάλλωσης του NaCl κάτω από το στρώμα του επιχρίσματος



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΗΜΕΡΙΔΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ:
*Προβλήματα φθοράς και παθολογίας μνημείων:
Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης Ι*

**ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ:
ΚΡΙΤΗΡΙΑ, ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

Καθ. ΕΜΠ Αντωνία Μοροπούλου



Μέθοδοι αντιμετώπισης της ανερχόμενης υγρασίας

Καλύτερη μέθοδος αντιμετώπισης του προβλήματος της ανερχόμενης υγρασίας είναι η πρόληψη του

Πώς αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της ανερχόμενης υγρασίας

Σήμερα υπάρχει μία πληθώρα υλικών και τεχνικών. Ο μηχανισμός δράσης τους βασίζεται γενικά:

- Στη μείωση ή/ και στην εξάλειψη της ροής της υγρασίας από το έδαφος
- Στην αύξηση του ρυθμού εξάτμισης της υγρασίας προς το εξωτερικό περιβάλλον

ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ

- I. Οριζόντια στεγανοποίηση
 - I1. Εισαγωγή διαφράγματος
 - I2. Δημιουργία αδιαπέρατης ζώνης με τη χρήση χημικών ουσιών (έγχυση με ή χωρίς πίεση)
- II. Ατμοσφαιρικά σιφώνια (σωλήνες Knapen)
- III. Δημιουργία κενών μεταξύ των τοίχων
- IV. Επιχρίσματα που διευκολύνουν την αναπνοή της τοιχοποιίας

ΜΗ ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ

- V. Ηλεκτρικά συστήματα
 - V1. Ηλεκτροεξώσμωση (παθητική και ενεργητική)
 - V2. Ηλεκτρομαγνητικές μέθοδοι
- VI. Εξαερισμός-Κλιματισμός
- VII. Αποστράγγιση γύρω από τα θεμελιώσεις

Κάποιες από τις παραπάνω ΕΠΙΘΕΤΙΚΕΣ πρακτικές υλοποιούνται με μονωτικά υλικά που αναφέρθηκαν στην ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ 4 π.χ. η οριζόντια στεγανοποίηση με επαλειφόμενο ελαστομερές κ.ά., η εισαγωγή διαφράγματος με φύλλα πολυαιθυλενίου κ.α., η δημιουργία αδιαπέρατης ζώνης με ασφαλτόπανα κ.ά., τα επιχρίσματα που αναπνέουν-με υδρύαλο κ.ά.).

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΗΜΕΡΙΔΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ:
Προβλήματα φθοράς και παθολογίας μνημείων:
Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης I



ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ: ΚΡΙΤΗΡΙΑ, ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Καθ. ΕΜΤΤ Αντωνία Μοροπούλου





ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ: ΚΡΙΤΗΡΙΑ, ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Καθ. ΕΜΠ Αντωνία Μοροπούλου



Επιχρίσματα που αυξάνουν την αναπνοή της τοιχοποιίας

Καρογλου, Μοροπούλου 2005

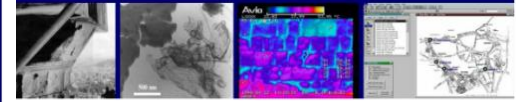
- Τα επιχρίσματα είναι θυσιαζόμενα προστατευτικά επιστρώματα της τοιχοποιίας.
- Τα επιχρίσματα για να προστατεύουν την τοιχοποιία θα πρέπει είναι διαπερατά στο νερό σε αέρια ή υγρή μορφή
- επιτρέπουν τη διακίνηση της υγρασίας στην τοιχοποιία.
- μεγαλώνουν την επιφάνεια επαφής της τοιχοποιίας με τον ατμοσφαιρικό αέρα χάρη στους μακροπόρους που περιέχουν, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό το ρυθμό εξάτμισης της υγρασίας.
- αποτελούν ένα προστατευτικό θυσιαζόμενο επίστρωμα της τοιχοποιίας στους περιβαλλοντικούς παράγοντες φθοράς

Χρήση μη διαπερατών επιχρισμάτων από το νερό σε ιστορικές τοιχοποιίες συνεπάγεται :

- μείωση της αναπνοής της τοιχοποιίας
- κατακράτηση νερού στο εσωτερικό με συνέπεια να κρυσταλλώνονται τα διαλυτά άλατα στο εσωτερικό της τοιχοποιίας ή στη διεπιφάνεια τοίχου επιχρίσματος

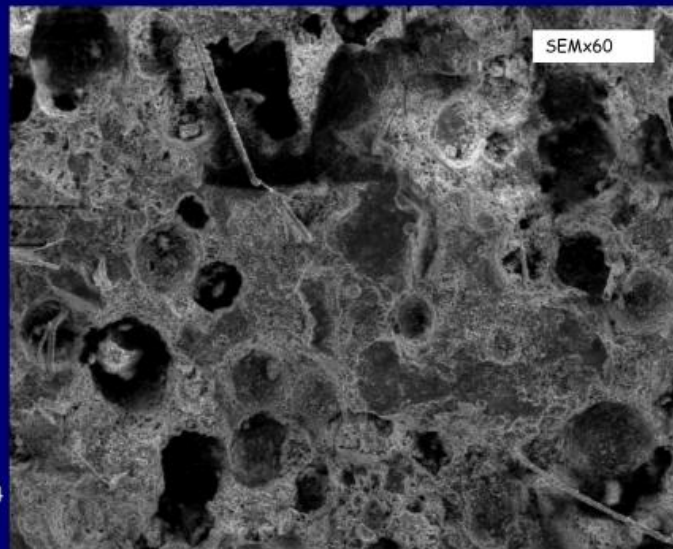
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ: ΚΡΙΤΗΡΙΑ, ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Καθ. ΕΜΠ Αντωνία Μοροπούλου



Επιχρίσματα ελεγχόμενης μικροδομής

- Αύξηση του ρυθμού εξάτμισης
- Αποτελούνται συνήθως από υδραυλικές κονίες και διάφορα πρόσθετα
- Υψηλό πορώδες με τη χρήση αερακτικών



Μοροπούλου, Bakolas, Karoglou, Karaberi 2001

Μοροπούλου, Bakolas, Karoglou, Papapostolou, 2004