



## ΑΣΚΗΣΗ 3<sup>Η</sup> ΕΞΑΓΩΓΗ ΧΑΛΚΟΥ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑ

### Εισαγωγή

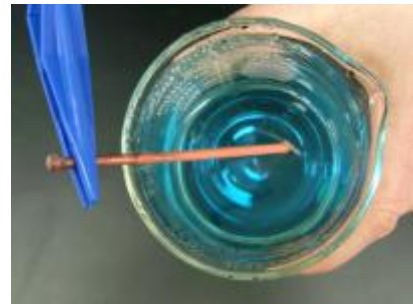
Στόχος της άσκησης είναι η κατανόηση των χημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν κατά την εξαγωγή χαλκού από ένα μεταλλεύμα του, τον μαλαχίτη ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ). Επίσης θα συζητηθεί το θέμα των υποπροϊόντων της εξαγωγής και της διαχείρισής τους. Ο χαλκός έχει μέση συγκέντρωση στο φλοιό περίπου 0.0058% κ.β., ενώ η τυπική εκμεταλλεύσιμη συγκέντρωσή του σε κοιτάσματα είναι της τάξης 1-4% κ.β. δηλ. >80-100 φορές η μέση συγκέντρωση στον φλοιό. Η ελάχιστη εκμεταλλεύσιμη συγκέντρωση του μετάλλου αλλάζει με το χρόνο και εξαρτάται από τη ζήτηση καθώς και τη τεχνολογική εξέλιξη των μεθόδων εξαγωγής (0.8 g/t Au, 0.5% Cu στις Σκουριές Χαλκιδικής). Εφ' όσον μόνο το 1-4% ενός κοιτάσματος περιέχει Cu, το 96-99% του εξορυγμένου υλικού μένει πίσω ως απόβλητο. Τέτοιου είδους απόβλητα αποτελούν σημαντική πρόκληση για την προστασία του περιβάλλοντος καθώς συνήθως περιέχουν λεπτόκοκκο υλικό με σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις θείου και άλλων βαρέων μετάλλων προκαλώντας το φαινόμενο της όξινης απορροής μεταλλείων.

Η διεργασία της όξινης εξαγωγής χαλκού στην άσκηση είναι όμοια με τη μεταλλουργική μέθοδο 'heap leaching' που εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα σε θραυσμένο μεταλλεύμα Cu σε πολλά μεταλλεία ανά τον κόσμο [http://jedreiergeo.com/copper/article1/Chemistry\\_of\\_Copper\\_Leaching.html](http://jedreiergeo.com/copper/article1/Chemistry_of_Copper_Leaching.html) <http://www.metsoc.org/virtualtour/processes/gold/heapleach.asp>

### Μεθοδολογία

Υλικά πειράματος (βρίσκονται στον εργαστηριακό πάγκο):

- Σκόνη μεταλλεύματος υπεργενετικής μεταλλοφορίας Λαυρίου (περιέχει μαλαχίτη, αζουρίτη και άλλα σύνδρομα ανθρακικά και πυριτικά ορυκτά)
- Πλαστική φιάλη με αραιό (1 M) θειικό οξύ ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- Ποτήρια ζέσεως
- Γυαλόχαρτο
- Διηθητικό χαρτί
- pHμετρικό χαρτί
- Στατώ διήθησης
- Χοάνη διήθησης
- Γυαλιά προστασίας



Τοποθετήστε προσεκτικά το διηθητικό χαρτί στη χοάνη και αδειάστε τη σκόνη του μαλαχίτη χωρίς απώλειες.

Μετρήστε το pH του αρχικού διαλύματος θειικού οξέως. Διοχετεύστε με αργό ρυθμό την ποσότητα του οξέως στο στερεό. Προσθέστε το οξύ αργά και προσεκτικά γιατί το υλικό θα αναβράσει. Το διήθημα συλλέγεται σε ποτήρι ζέσεως.

Μετά τη διήθηση το διάλυμα θα πρέπει να είναι διαυγές και να έχει γαλάζιο χρώμα. Μετρήστε το pH του γαλάζιου διαλύματος. Γυαλίστε τη μεταλλική πρόκα με το γυαλόχαρτο και βυθίστε στο διάλυμα. Τι παρατηρείτε;

### Ζητούμενα

1. Με βάση τις εμπειρικές παρατηρήσεις σας κατά τη διάρκεια του πειράματος, εκφράστε με χημικές αντιδράσεις (αντικατάστασης, διάλυσης, εξουδετέρωσης, οξειδοαναγωγής) τις διεργασίες που έλαβαν χώρα.
2. Μπορείτε να προτείνετε ένα τρόπο αντιμετώπισης της όξινης απορροής που προκύπτει με το τέλος του πειράματος;
3. Κατά τη διάρκεια της αναμονής της διήθησης εξασκηθείτε στην εξισορρόπηση των αντιδράσεων οξειδοαναγωγής της επόμενης σελίδας.



Εφαρμόζοντας τους κανόνες της θεωρίας της οξειδοαναγωγής:

A) να εξισορροπήσετε τις παρακάτω αντιδράσεις

B) να αναφέρετε ποιο στοιχείο ανάγεται και ποιο οξειδώνεται σε κάθε αντίδραση

Γ) να αναφέρετε μία πιθανή γεωχημική διεργασία (π.χ. αποσάθρωση, διαγένεση, όξινη απορροή) κατά την οποία είναι δυνατό να λαμβάνει χώρα κάθε μία από τις αντιδράσεις.

