

# Ultra High Vacuum Systems

## The breakthrough for Surface Science

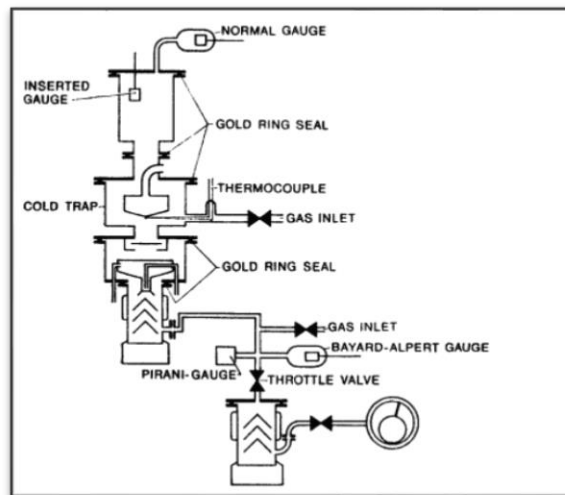
Λιακόπουλος Παύλος

A.M. 3589

Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Η δημιουργία και η μέτρηση του κενού ή της παραμένουσας πίεσης είναι απαραίτητη σε πολλούς τομείς των φυσικών επιστημών και ερευνητικές εφαρμογές των θετικών επιστημών. Το κενό, μετράται συνήθως σε χιλιοστά της στήλης υδραργύρου (mmHg) ή Torr. Μια χρήσιμη συσχέτιση των μεγεθών είναι η εξής:  $1 \text{ Atm} = 10^3 \text{ millibar} = 760 \text{ mmHg} = 10^5 \text{ Pascal}$ . Επιτυγχάνουμε την δημιουργία κενού με την χρήση μιας ή περισσότερων τύπων αντλιών σε συνδυασμό. Αυτές μπορεί να είναι μηχανικές, μοριακής διαχύσεως, τούρμπο (turbo molecular) ή ιονισμού (sputter ion pumps).

Ως υπερυψηλό κενό (UHV) ορίζουμε τις πιέσεις της τάξεως των  $10^{-7}$  Pascal και κάτω, ενώ γενικότερα ένα σύστημα κενού χαρακτηρίζεται από τον την ταχύτητα άντλησης του,  $S$  ( $\text{cm}^3/\text{sec}$ ), η οποία εξαρτάται από την πίεση. Αν έχουμε διαρροές στο σύστημα μας η ταχύτητα άντλησης ελαττώνεται.

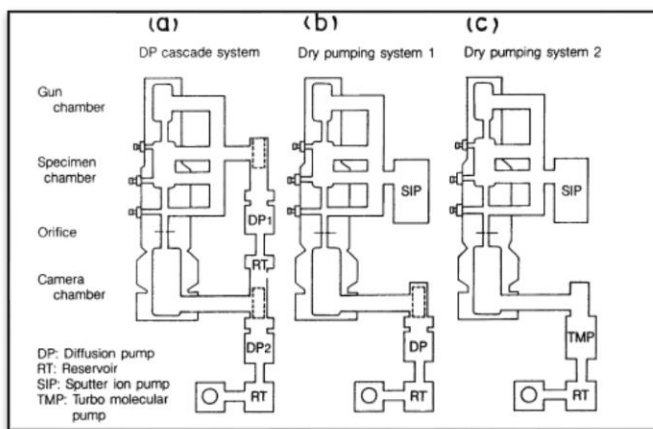


Εικόνα 1: Σύστημα μεταλλικής αντλίας με κρυοπαγίδα. Μέγιστη απόδοση χωρίς ψύξη  $\sim 1 \times 10^{-9}$  Torr ενώ με ψύξη  $5 \times 10^{-10}$  Torr (Hengevoss and Huber, 1963) [9]

Η χαμηλότερη πίεση που μπορεί να φτάσει μια αντλία και το σύστημα εξαρτάται και από τη λείανση των εσωτερικών επιφανειών και από την πίεση κορεσμένων ατμών των υλικών που συχνά προσροφόνται στα τοιχώματα του θαλάμου, κάτι που επιτυγχάνουμε με την διαδικασία που ονομάζουμε "baking" δηλαδή την θέρμανση ενός θαλάμου στην θερμοκρασία  $100^\circ\text{C}$  ή  $200^\circ\text{C}$  για αρκετές ώρες ώστε να αφαιρέσουμε ίχνη νερού και άλλων αερίων. Πολλά κοινά υλικά δεν είναι κατάλληλα για τέτοια εφαρμογή και χρησιμοποιούνται σε μικρές ποσότητες λόγω της υψηλής πίεσης εξάτμισης ή της μεγάλης τους προσροφητικότητας που εμφανίζουν το δυσάρεστο φαινόμενο του outgassing.

Σκοπός αυτής της παρουσίασης είναι -αφού πρώτα κάνουμε μια ιστορική αναδρομή- να κάνουμε μια σύντομη ανασκόπηση στις απαραίτητες προϋποθέσεις και τεχνικές για να κατασκευάσει και να διαχειριστεί κάποιος ένα αποδοτικό σύστημα υψηλού κενού, αλλά και να δούμε συμπερασματικά γιατί αυτή η ανακάλυψη οδήγησε στην αλματώδη εξέλιξη της επιστήμης των επιφανειών της μελέτης των

μικροσκοπικών ιδιοτήτων των υλικών ακόμα και σε τάξη ατομικού επιπέδου.



Εικόνα 2: Τρεις διαφορετικοί τύποι ηλεκτρονικού μικροσκοπίου διέλευσης (TEM) [5]

Η κατασκευή ενός ιδανικού θαλάμου υπερηψυλού κενού είναι μια πολύ περίπλοκη διαδικασία που έχει διαφοροποιήσεις ανάλογα με την εφαρμογή που θέλουμε να το χρησιμοποιήσουμε. Κλείνοντας θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά στο TEM (Transmission electron Microscope) το οποίο είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας συσκευής που δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί χωρίς την ύπαρξη ενός υπερυψηλού κενού.



Εικόνα 3: Θάλαμος κενού για αστρονομική έρευνα, με εσωτερική λεία μεταλλική επιφάνεια που θυμίζει καθρέπτη, ενώ έχει υψηλό δείκτη μηχανικής αντοχής [6]

## Βιβλιογραφία:

- [1] Yates, J. (ed.) (2015). *Experimental Innovations in Surface Science* 737 (1953).
- [2] Yoshimura, N. (2008). *Vacuum Technology*. Springer, Boston, MA
- [3] Wang, Z. (2011) *Challenges and Advances in Instrumentation of UHV LT Multi-Probe SPM System. Atomic Scale Interconnection Machines*. Workshop Proceedings. Springer, Boston, MA
- [4] Yates, J. (ed.) (2015). *Experimental Innovations in Surface Science*. Springer, Boston, MA
- [5] Harada, Y. & Yoshimura, N. (1987). *Electron microscope*, Shinku (J. Vac. Soc. Japan) 30 (12), pp. 985–988 (1987) (in Japanese).
- [6] Pink, F. & Schmidt, G. (2004). *Manufacturing and qualification of UHV chambers*. *Appl. Phys. A* 78, 667–670
- [7] Ηλιόπουλος, Ε., (2013). *Σημειώσεις: Προχωρημένα Εργαστήρια Φυσικής Ι*. Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- [8] Wikipedia. (2018): [Ultra High Vacuum](#) (τελευταία πρόσβαση στις 27/4/2018)
- [9] Hengevoss, J. & Huber, W. (1963). *The influence of fore-vacuum conditions on ultra high vacuum pumping systems with oil diffusion pumps*, *Vacuum* 13 (1), pp. 1–9 (1963).