

Επιστήμη επιφανειών-νανοϋλικών

Τελική εξέταση, 21/6/2007

ΘΕΜΑ 1

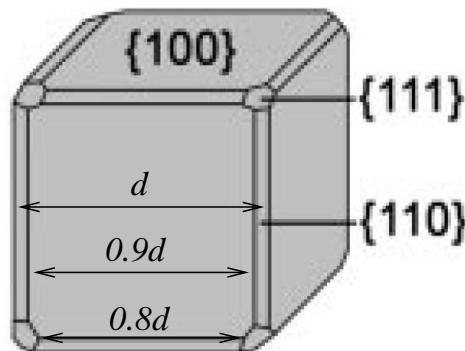
Μια επιφάνεια μετάλλου είναι σε ισορροπία με αέρια N_2 και H_2 . Δεν παρατηρείται διάσπαση του μορίων αζώτου. Αντίθετα, το υδρογόνο διασπάται ακαριαία πάνω στο μέταλλο, έτσι ώστε πρακτικά να υπάρχουν μόνο άτομα υδρογόνου στην επιφάνεια. Τα προσροφημένα μόρια δεν αντιδρούν μεταξύ τους.

α) Υπολογίστε πώς εξαρτώνται οι επιφανειακές συγκεντρώσεις από τις μερικές πιέσεις.

β) Υπολογίστε τις επιφανειακές συγκεντρώσεις σε κανονικές συνθήκες, και για 10 φορές περισσότερο αέριο άζωτο από ότι υδρογόνο. Δίνονται οι ενέργειες προσρόφησης $\Delta H_{AD}^{N_2} = -20$ kJ/mol και $\Delta H_{AD}^H = -60$ kJ/mol. $R = 8.31$ J mol⁻¹K⁻¹.

ΘΕΜΑ 2

Σε ένα πείραμα βρέθηκε ότι νανοσωμάτια Ag τα οποία είχαν αφαιρεθεί να φτιάξουν το σχήμα ελάχιστης ενέργειας, είχαν σχήμα όπως αυτό της διπλανής εικόνας. Τι συμπεράσματα μπορείτε να βγάλετε για τις επιφανειακές τάσεις του αργύρου;



ΘΕΜΑ 3

Η πιθανότητα να φορτιστεί ένα σύστημα (σε ισορροπία) με φορτίο e δίνεται από τη σχέση $P = \exp(-\frac{E}{kT})$, όπου $E = \frac{e^2}{2C}$. Στους τύπους αυτούς T είναι η θερμοκρασία, $k = R/N_A$ η σταθερά του Boltzmann ($R = 8.31$ J mol⁻¹K⁻¹), $e = 1.6 \times 10^{-19}$ Cb, και C η χωρητικότητα του συστήματος.

α) Εξηγήστε γιατί η πιθανότητα P που ορίσαμε παραπάνω θα είναι κοντά στο 1 για πολύ μακροσκοπικά συστήματα και θα μικραίνει καθώς μικραίνει το

μέγεθος του συστήματος έως ότου γίνει πολύ μικρή όταν φτάσουμε στο ατομικό επίπεδο. Τι εφαρμογές έχει αυτή η ιδιότητα των νανοϋλικών;

β) Για το νανοσωμάτιο του προηγούμενου σχήματος ισχύει $C \approx \epsilon_0 d/10$, όπου $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ F/m. Υπολογίστε το d για το οποίο η πιθανότητα P είναι ίση με $1/2$.

ΘΕΜΑ 4

Ο Β. Φρανγκλίνος έγραφε το 1773: "Αν ρίξουμε μια σταγόνα λάδι [...] πάνω σε οριζόντιο καθρέπτη, η σταγόνα παραμένει στη θέση της, και απλώνεται ελάχιστα. Αν την ρίξουμε σε νερό, απλώνεται αμέσως καταλαμβάνοντας μεγάλη έκταση, και φτιάχνοντας ένα υμένιο τόσο λεπτό ώστε δεν φαίνεται καν. Γίνεται αντιληπτό μόνο από τον ιριδισμό του καθώς ανακλά το φώς."

Μπορείτε να εξηγήσετε το φαινόμενο; Μπορείτε να εκτιμήσετε πόσο εμβεδόν μπορεί να καταλαμβάνει μια απλωμένη σταγόνα λαδιού πάνω σε απολύτως ήρεμη επιφάνεια νερού;

Δίνονται οι επιφανειακές και διεπιφανειακές τάσεις: $\gamma^{νερ} = 0.073$ J/m², $\gamma^{\lambdaαδ} = 0.036$ J/m², $\gamma_{int}^{νερ-λαδ} = 0.023$ J/m², $\gamma^{καθ} = 0.047$ J/m², $\gamma_{int}^{καθ-λαδ} = 0.03$ J/m².

ΘΕΜΑ 5

Το V φτιάχνει δομή bcc με πλεγματική σταθερά $a = 3.03$ Å. Οξυγόνο προσροφάται στην επιφάνεια V(110) με διάσπαση, δηλαδή από κάθε μόριο O₂ από την αέρια φάση προκύπτουν δυο προσροφημένα άτομα O. Η πίεση είναι 10⁻⁹ Torr και η θερμοκρασία 300 K.

α) Υπολογίστε σε πόσο χρόνο θα έχει προσροφηθεί 0.25 ML (δηλαδή το 1/4 των θέσεων της επιφάνειας καταλαμβάνονται από προσροφημένα O).

β) Αν η επιφάνεια έχει εμβεδόν 100 cm², πόσο θα έχει αυξηθεί η μάζα του V λόγω της παραπάνω προσρόφησης;

Γράψτε οποιαδήποτε 4 από τα παραπάνω 5 θέματα. Καλή επιτυχία!