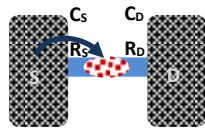
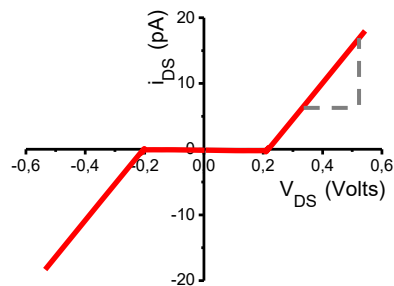


$$\begin{aligned} \hbar &= 6,58 \times 10^{-16} eV - sec & \hbar &= 1,05 \times 10^{-34} Joule - sec \\ h &= 4,14 \times 10^{-15} eV - sec & h &= 6,63 \times 10^{-34} Joule - sec \\ q_e &= 1,6 \times 10^{-19} Cb, & m_e &= 9,1 \times 10^{-31} kgr, & \epsilon_0 &= 8,85 \times 10^{-12} F/m \\ k_B &= 8,62 \times 10^{-5} eV/Kelvin & k_B &= 1,38 \times 10^{-23} Joule/Kelvin \\ (k_B T)_{300 Kelvin} &= 25 meV \end{aligned}$$

Η χωρητικότητα μιας μεταλλικής σφαίρας ακτίνας R δίνεται από την εξίσωση:  $C = 4\pi\epsilon_0 R$ . Εάν η ακτίνα της σφαίρας είναι 7nm να υπολογιστεί η χωρητικότητα. Πόσο θα γίνει το δυναμικό εάν η σφαίρα φορτιστεί με ένα ηλεκτρόνιο; Πόση θα γίνει η ενέργεια της φορτισμένης σφαίρας; Με βάση την απάντηση στο τελευταίο ερώτημα πως θα λέγατε ότι ‘αντιλαμβάνεται’ ένα ηλεκτρόνιο το μεταλλικό σωματίδιο, σαν χαράδρα ή σαν βουνό;



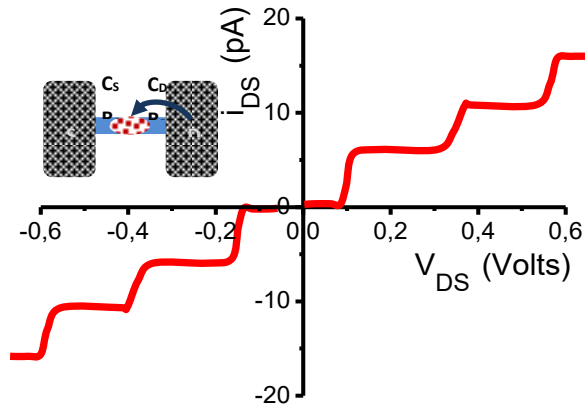
α) Να σχεδιάσετε την χαρακτηριστική ρεύματος-τάσης για την διάταξη του διπλανού σχήματος. Δίνεται ότι η τάση φραγής Coulomb είναι ίδια για θετικές και αρνητικές τάσεις και είναι ίση με 120mV. β) Τι συμπεράσματα βγάξετε για τις επαφές S και D; γ) Μέχρι ποια θερμοκρασία θα φαίνεται η φραγή Coulomb;



Δίνεται η χαρακτηριστική ρεύματος-τάσης μιας διάταξης δύο επαφών. α) Σχολιάστε τα χαρακτηριστικά των επαφών β) Υπολογίστε την ολική χωρητικότητα γ) Την αντίσταση κάθε επαφής δ) Μέχρι ποια θερμοκρασία θα φαίνεται η φραγή Coulomb ε) Σχεδιάστε το ενεργειακό διάγραμμα ζωνών.

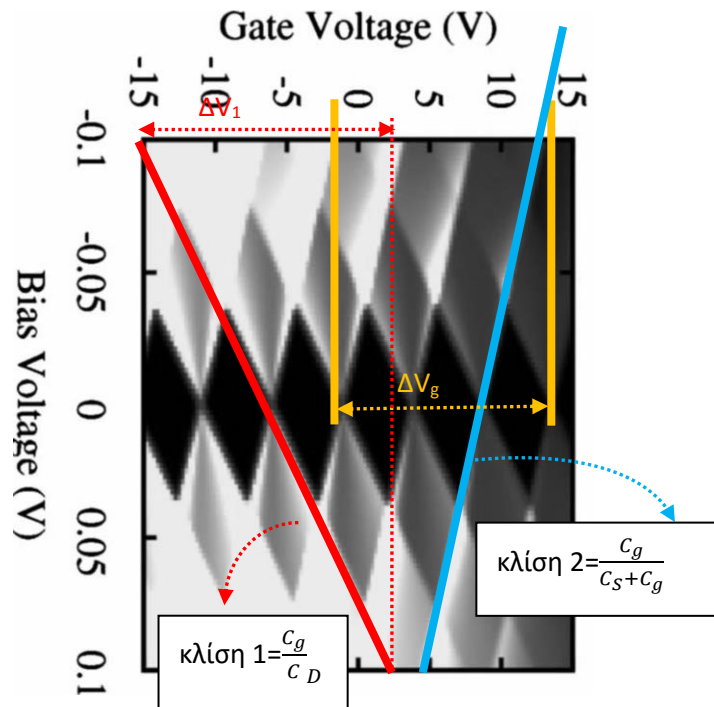
Έστω  $C$  η χωρητικότητα ενός μεταλλικού νανοσωματιδίου α) Υπολογίστε την ενέργεια  $E_1$  όταν περιέχει ένα ηλεκτρόνιο β) Την ενέργεια  $E_2$  όταν περιέχει δύο ηλεκτρόνια γ) Την διαφορά  $E_2 - E_1$  δ) την ενέργεια όταν περιέχει τρία ηλεκτρόνια ε) Την διαφορά  $E_3 - E_2$ . Κάντε τους υπολογισμούς εάν η ακτίνα του σφαιρικού νανοσωματιδίου είναι 10nm.

Πότε δύο επαφές είναι ασύμμετρες;

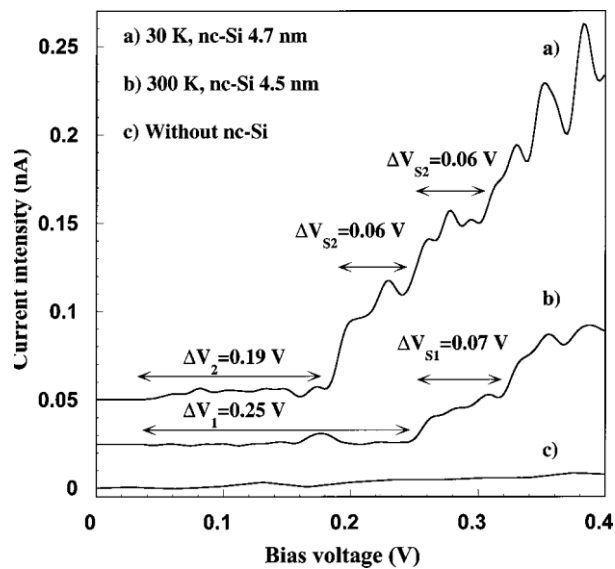


Δίνεται η χαρακτηριστική ρεύματος τάσης. α) Εξηγείστε την μορφή της χαρακτηριστικής β) Να υπολογιστεί η ολική χωρητικότητα γ) ο χρόνος διέλευσης ενός ηλεκτρονίου από την μια επαφή στην άλλη δ) η ολική αντίσταση ε) να γίνει το διάγραμμα της ενέργειας των ηλεκτρονίων.

Ρόμβοι αγωγιμότητας σε transistor ενός ηλεκτρονίου



Οι χαρακτηριστικές I-V περιγράφουν την μεταβολή του ρεύματος σε μια δομή της μορφής Source-νανοσωματιδίο Si-Drain στην οποία παρατηρείται φραγή Coulomb (-κός πόλος στο S και +κος στο D). Α) Από την τάση φραγής Coulomb υπολογίστε την χωρητικότητα  $C_{Tot}$ . β) Από το πλάτος του σκαλιού υπολογίστε την χωρητικότητα  $C_s$ . γ) Σύμφωνα με τις προβλέψεις της θεωρίας το πλάτος του σκαλιού πρέπει να είναι διπλάσιο από την τάση φραγής Coulomb. Εξηγήστε γιατί δεν συμβαίνει αυτό. Υπολογίστε την τιμή της κβαντικής χωρητικότητας. Δ) Σχεδιάστε το ενεργειακό διάγραμμα για αυτή την περίπτωση.



Στο transistor ενός ηλεκτρονίου του διπλανού σχήματος έγιναν ηλεκτρικές μετρήσεις και προέκυψαν τα διαγράμματα που δίνονται στην συνέχεια. Στο διάγραμμα Coulomb diamonds οι λευκές περιοχές αντιστοιχούν σε περιοχές μηδενικού ρεύματος. Με βάση το διάγραμμα Coulomb diamonds υπολογίστε: α) την τάση Coulomb blockade για θετικές και αρνητικές τάσεις (bias voltage) β) την τάση που πρέπει να εφαρμοστεί στην πύλη έτσι ώστε να μην εμφανίζεται η φραγή Coulomb γ) Η χωρητικότητα  $C_g$  δ) από τις κλίσεις των Coulomb diamonds υπολογίστε τις χωρητικότητες των επαφών S & D.

