

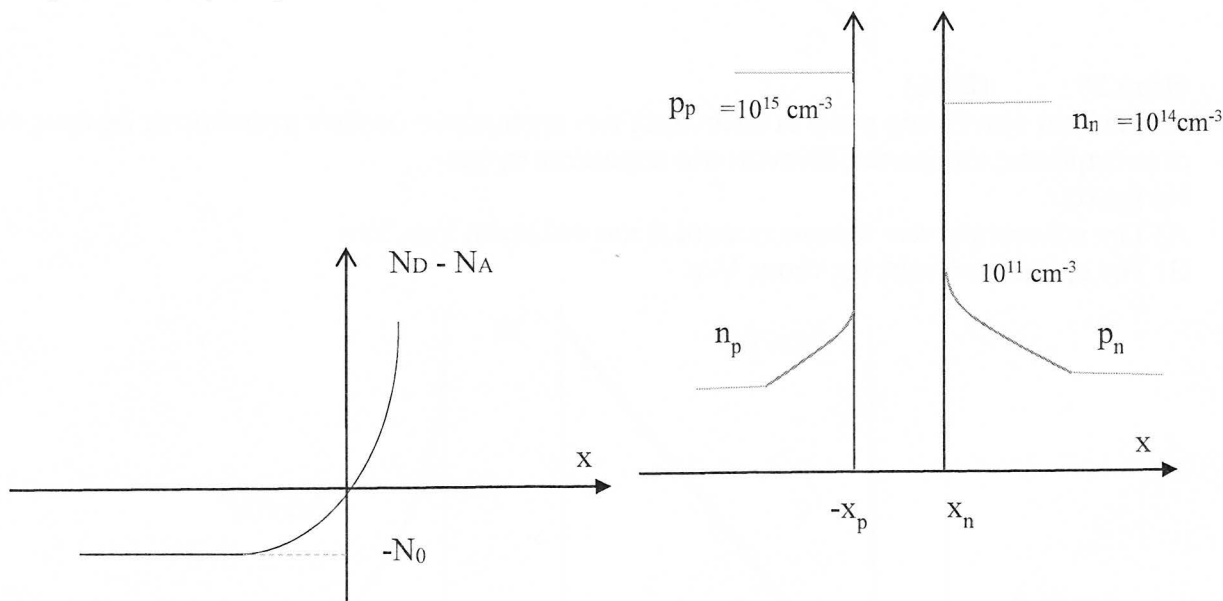
**ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ-  
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΜΠ**

**Κανονική Εξέταση του μαθήματος ‘Φυσική Μικροηλεκτρονικών Διατάξεων’**

Αθήνα 14/7/2015

Διάρκεια 2,5 ώρες

**Θέμα 1<sup>ο</sup> (30%)**



Σχήμα 1

Σχήμα 2

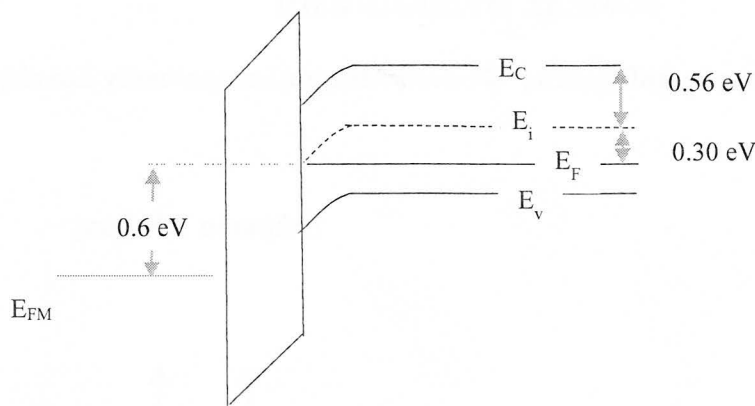
Σε μία δίοδο p-n ισχύει ότι η  $N_D - N_A = N_0 (\exp(ax) - 1)$  όπως φαίνεται στο σχήμα 1, με  $N_0$  και  $a$  σταθερές.

- A) Θεωρώντας ότι ισχύει η προσέγγιση απογύμνωσης σχεδιάστε την κατανομή φορτίου στην δίοδο σε κατάσταση ισορροπίας.
- B) Υπολογίστε το ηλεκτρικό πεδίο  $E(x)$  ξεκινώντας από το σημείο  $-x_p$ . Τι τιμές παίρνει το πεδίο στα σημεία  $x_n$  και  $-x_p$  ?
- Γ) Με βάση το σχεδιάγραμμα του σχ. 2 δικαιολογήστε ότι η δίοδος πυριτίου είναι ορθά πολωμένη και υπολογίστε τις συγκεντρώσεις προσμίξεων στις p και n περιοχές.
- Δ) Υπολογίστε την τάση πόλωσης υποθέτοντας λειτουργία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

**Θέμα 2<sup>ο</sup> (20%)**

Δίδεται το διάγραμμα ενεργειακών ζωνών για ιδανικό πυκνωτή MOS για θερμοκρασία περιβάλλοντος και  $V_G \neq 0$ .

- A) Με βάση τα δεδομένα του διαγράμματος να δώσετε τις τιμές για τα δυναμικά  $\Phi_F$ ,  $\Phi_S$ ,  $V_G$ . Σημειώστε ότι στην διεπιφάνεια Si-SiO<sub>2</sub>,  $E_F = E_i$
- B) Σχεδιάστε προσεγγιστικά την χαρακτηριστική χωρητικότητας- τάσης υψηλής συχνότητας και σημειώστε (επεξηγώντας) το σημείο της χαρακτηριστικής που αντιστοιχεί στο διάγραμμα ζωνών.

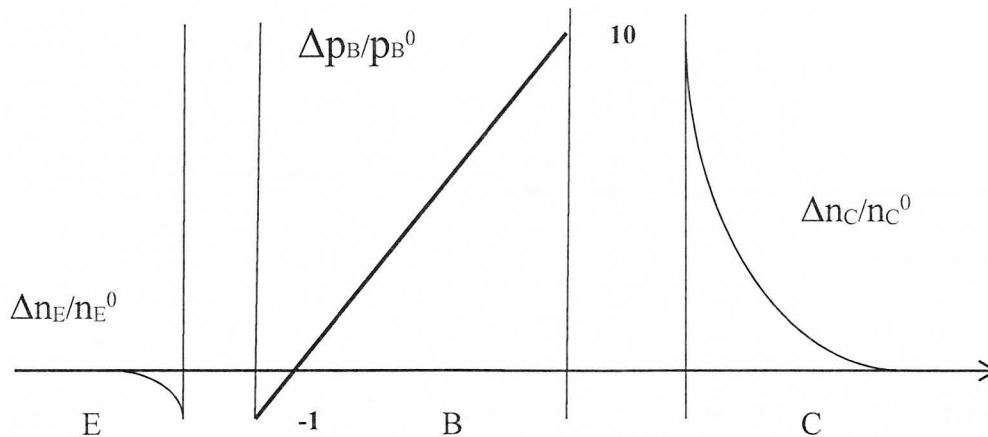


**Θέμα 3<sup>ο</sup> (20%)**

Σε διπολικό τρανζίστορ p-n-p οι κατανομές των εγχεομένων φορέων μειονότητας ως προς τις συγκεντρώσεις ισορροπίας δίνονται στο παρακάτω σχήμα.

Να βρείτε

- A) Την πολικότητα των τάσεων εκπομπού και συλλέκτη  $V_{EB}$ ,  $V_{CB}$   
 B) Την αριθμητική τιμή της τάσης  $V_{CB}$



**Θέμα 4<sup>ο</sup> (30%)**

Ένα τρανζίστορ MOS έχει τάση κατωφλίου  $-0.5V$ . Η πηγή και το υπόστρωμα είναι γειωμένα. Η πύλη έχει πολωθεί στα  $-3V$  και ο απαγωγός στα  $-2V$ . Το πάχος του οξειδίου είναι  $10\text{ nm}$ , η συγκέντρωση του τύπου-n υποστρώματος είναι  $N_D=10^{17}\text{ cm}^{-3}$  και  $W/L = 3$  όπου  $W$  πλάτος και  $L$  μήκος του MOSFET.

- A) Υπολογίστε την τάση επιπέδων ζωνών ( $V_{FB}$ ).  
 B) Σε τι περιοχή λειτουργίας βρίσκεται το τρανζίστορ και γιατί ?  
 Γ) Υπολογίστε το ρεύμα θεωρώντας ότι η ευκινησία των οπών στο κανάλι είναι  $100\text{ cm}^2/Vs$ .

**Δίδονται**

$\epsilon_{ox}=3.9$ ,  $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-14}\text{ F/cm}$ ,  $|q|=1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ ,  $kT/q=0.026\text{ V}$ ,  $k=8,5 \cdot 10^{-5}\text{ eV/K}$ .

Για πυρίτιο  $\epsilon_s=11.7$ ,  $E_g=1.1\text{ eV}$ ,  $n_i=10^{10}\text{ cm}^{-3}$ ,  $\chi_s = 4.05\text{ eV}$ ,  $N_C=N_V=2,5 \cdot 10^{19}\text{ cm}^{-3}$