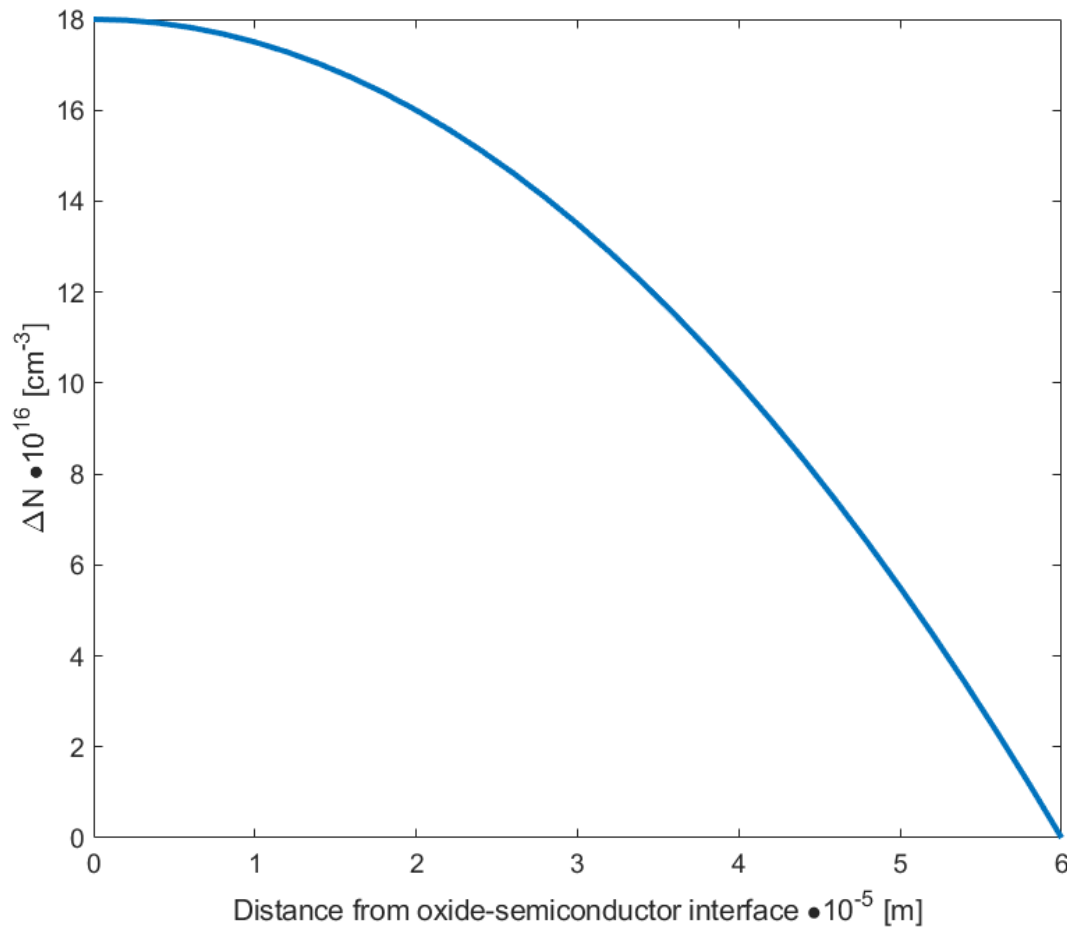


תרגיל בית 3שאלה 1 – פרופיל אילוח מצע משתנה במרחב

נתון טרנזיסטור N-MOS בעל פרופיל אילוח חצי פרבולי (לא ניתן להניח קירוב לפונקציית מדרגה).

ניתן לתאר את פרופיל האילוח בתחום $0 < x < x_s$ כך ש $\Delta N(x) = a - \frac{x^2}{b}$, כאשר
 $N_B = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ו- $a = 18 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$; $b = 2 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^5$.



א. מהו רוחב שכבת המחסור כאשר $V_G = V_T$? יש להגיע לביטוי התלוי בפרמטרים הנתונים. הנחיה:

I. יש לחשב את סך כל השדה בשכבת המחסור לפי חוק גאוס, כתלות בx. בדיקה:

- מהו השדה המקסימלי לפי הביטוי הנ"ל? עבור איזה ערך של x הוא מתקבל?
 - מהו השדה המינימלי לפי הביטוי הנ"ל? עבור איזה ערך של x הוא מתקבל?
 II. יש לחשב את הפוטנציאל כתלות בx באיזור המחסור (זהו פוטנציאל פני-שטח)

III. ניתן לומר שפרופיל הפוטנציאל בשכבת המחסור משתנה בשני תחומים, $0 < x < x_s$ ו- $x_s < x$

- יש לחשב את הפוטנציאל שנוצר בשכבת המחסור בהתאם לתחומים הנ"ל
 IV. יש לבדד את הביטוי לרוחב שכבת המחסור מהקשר הנ"ל

- ב. יש להניח כי בסף ההיפוך $\psi_s = 2\psi_B$ (הקירוב מוצדק כיוון שפונציאל זה תלוי בצורה לוגריתמית באילוח) מה תהיה ההשפעה על שכבת מחסור עבור פרופיל אילוח חצי פרבולי כאשר $a' = 2a$?
 ו- $b' = 2b$?
 ג. מהו מתח הסף של ההתקן הנ"ל? יש להגיע לביטוי התלוי בפרמטרים הנתונים.

שאלה 2 – זרמי תת-סף

נתון טרנזיסטור בעל תחמוצת שער בעובי של $11 \text{ \AA}$, השער עשוי n+ poly-Si והמצע הוא p-type Si, באילוח של $N_A = 1E18 \text{ cm}^{-3}$. בנוסף נתון כי $L = 18 \text{ nm}$, $Z = 1 \text{ }\mu\text{m}$, ועבור מתח drain מסוים נתון כי $I_{ds} = 100Z/L$ (nA) כאשר $V_g = V_t$

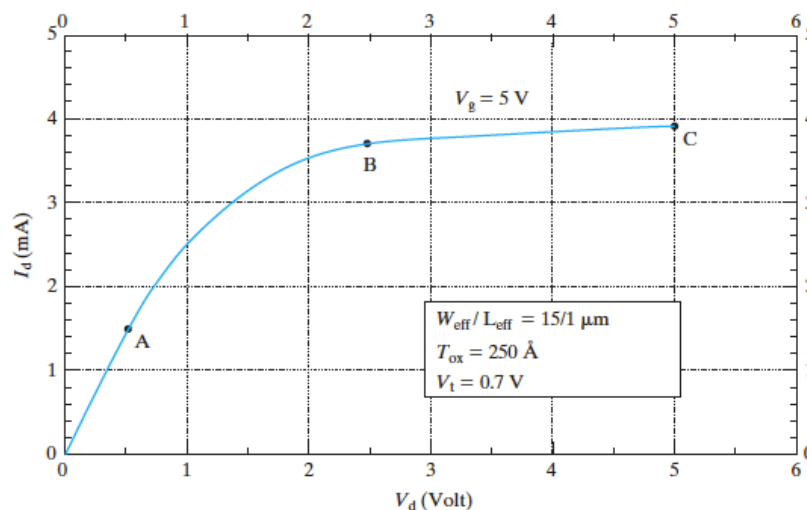
- א. מהו מתח הסף בהתקן?
 ב. מהו ערך ה-subthreshold swing, S? כיצד אילוח המצע משפיע על ערך זה?
 ג. מהו זרם הזליגה (הזרם כאשר $V_g = 0$) ?

שאלה 3 – הקשר בין I_{on} ו- I_{off}

- I_{off} מוגדר להיות זרם הזליגה (הזרם כאשר $V_g = 0$)
 - I_{on} מוגדר להיות הזרם כאשר $V_{GS} = V_{DS} = V_{DD}$
- א. יש לציין כיצד ערכי הפרמטרים הבאים מגדילים או מקטינים את I_{on}/I_{off} :
- עלייה של מתח הסף
 - גדול יותר L
 - צומת עמוקה יותר (r_j גדול יותר)
 - ערך V_{DD} נמוך יותר
 - תחמוצת דקה יותר
- יש לנמק
- ב. מי מהפרמטרים הבאים תורם להקטנת זרם הזליגה מבלי לגרום להקטנה ב- I_{on} ?

שאלה 4 – רווית מהירות

נתונה עקומת I_d - V_d של טרנזיסטור NMOS :



א. למה שווה מהירות אלקטרונים בסמוך לdrain ובסמוך לsource עבור הנקודות A, B ו-C?
יש להשתמש בערכים:

A: $I_{ds} = 1.5 \text{ mA}$ $V_{ds} = 0.5 \text{ V}$

B: $I_{ds} = 3.75 \text{ mA}$ $V_{ds} = 2.5 \text{ V}$

C: $I_{ds} = 4.0 \text{ mA}$ $V_{ds} = 5.0 \text{ V}$

ב. באילו מהנקודות (A, B או C) ההתקן ברויית מהירות? נמק