

①

$ q_1, q_0\rangle$				
$ 00\rangle$	00	00	00	01
$ 01\rangle$	01	11	11	10
$ 10\rangle$	11	01	10	11
$ 11\rangle$	10	10	01	00

⇌

$$|00\rangle \rightarrow |01\rangle$$

$$|01\rangle \rightarrow |10\rangle$$

$$|10\rangle \rightarrow |11\rangle$$

$$|11\rangle \rightarrow |00\rangle$$

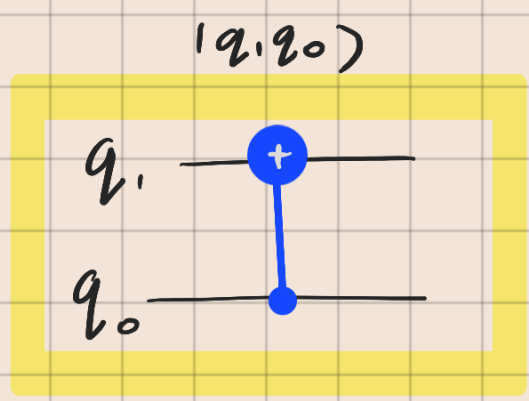
$$\begin{pmatrix}
 & |00\rangle & |01\rangle & |10\rangle & |11\rangle \\
 \begin{pmatrix}
 0 & 0 & 0 & 1 \\
 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0
 \end{pmatrix}
 \end{pmatrix}$$

② $(\text{החלפה בין } |01\rangle \text{ ו- } |10\rangle) - \text{החלפה בין } |11\rangle \text{ ו- } |00\rangle$

לכן נצטרך $CNOT_{q_1}$

$$\begin{aligned}
 |00\rangle &\rightarrow |00\rangle \\
 |01\rangle &\rightarrow |11\rangle \\
 |10\rangle &\rightarrow |10\rangle \\
 |11\rangle &\rightarrow |01\rangle
 \end{aligned}$$

⇒



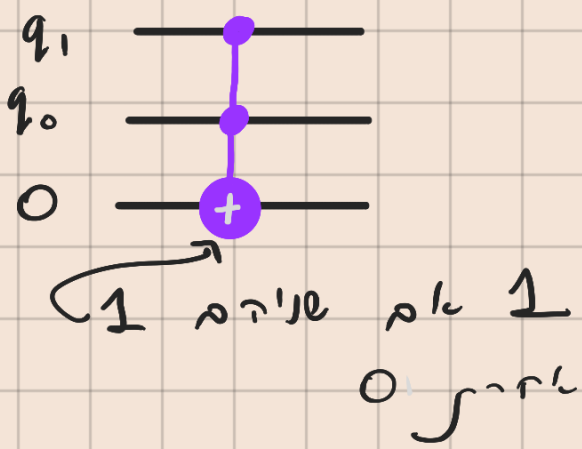
③ מצאנו את כלילת ה'אם' וכן נרשם את
השורה

0 | 000
 1 | 001
 2 | 010
 3 | 011 → 1
 4 | 100
 5 | 101
 6 | 110
 7 | 111 → 1

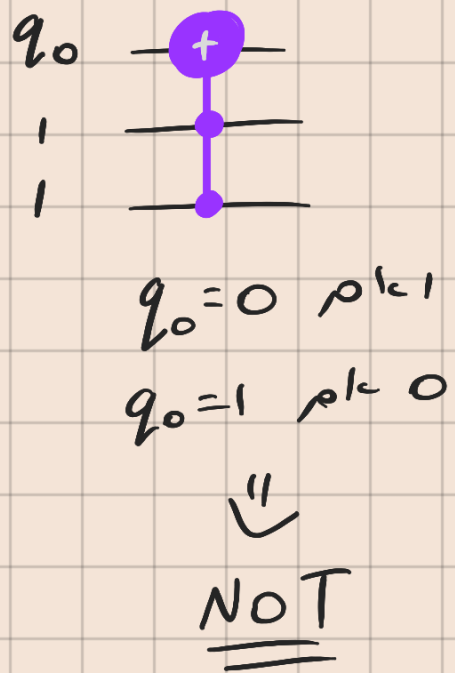
(כנ"ל) צ"ל מההצגה $(q_2, q_1, q_0) \Rightarrow$
 אכן צריך להשלים ה'היננים' ל'1'

אמנו כבר "באים" - $NAND$ הוא סוג אחר.
 אכן יד צריך למשל את "Toffoli"

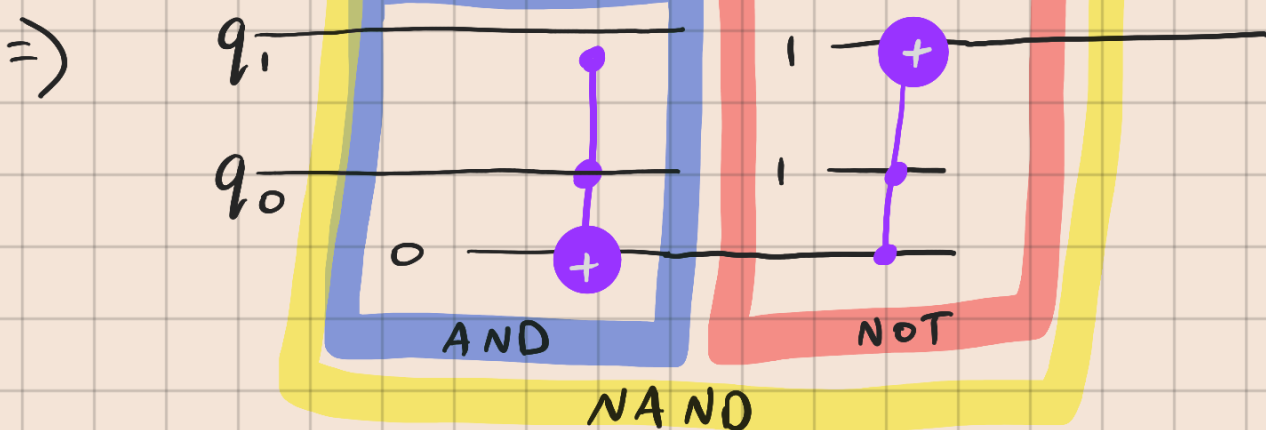
AND



NOT

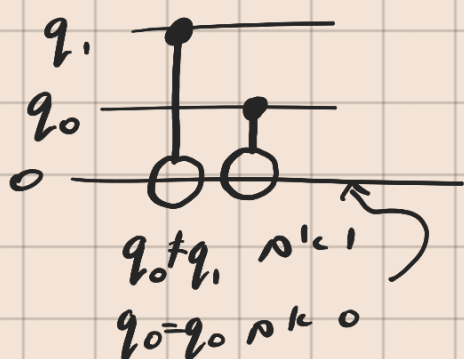


$$NAND = \neg(A \wedge B)$$

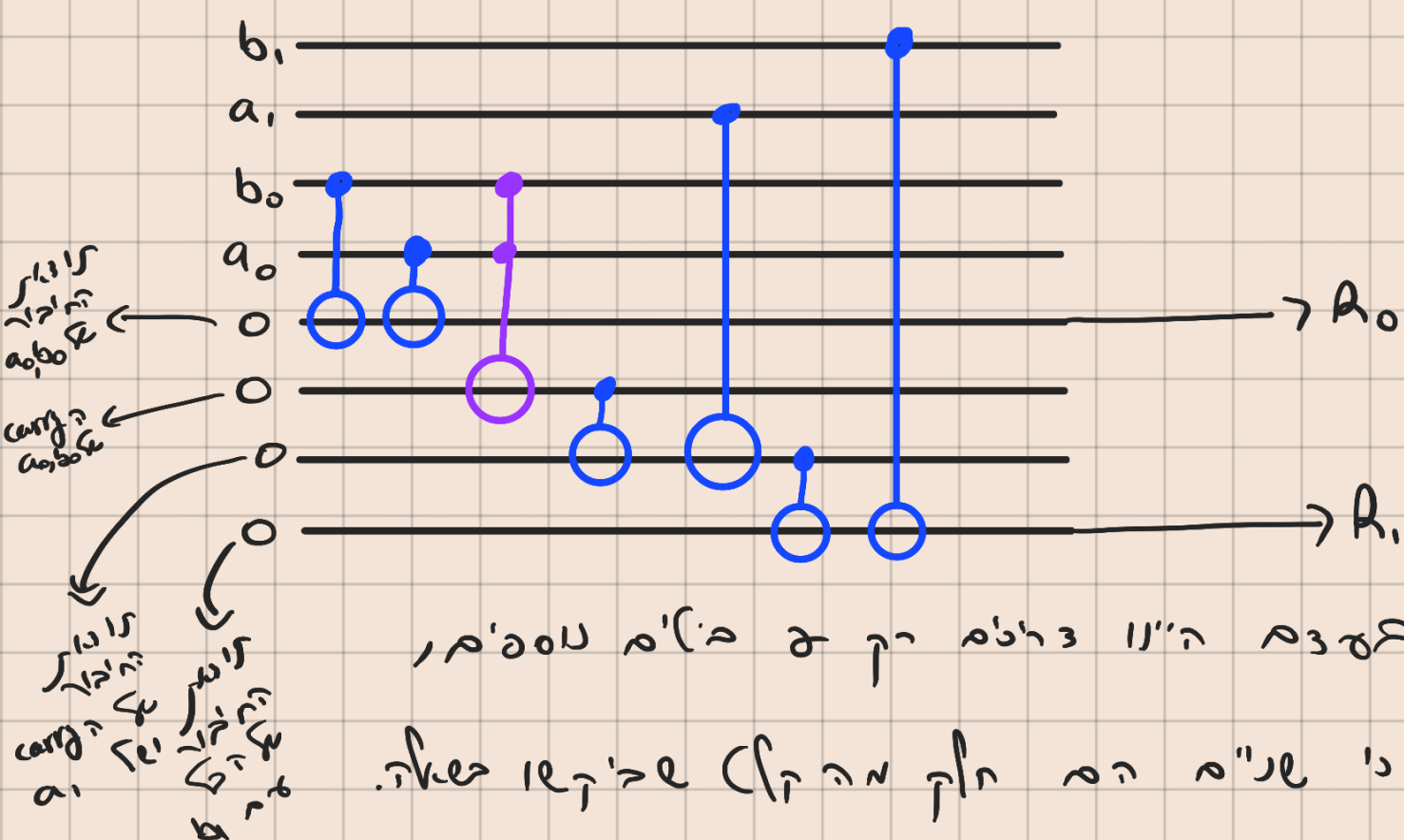


(ב) האילו איך מחברים את הקו, $\sqrt{}$, צריך XOR

XOR	
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	0
$q_1 q_0$	



נחלק את החיבור והאילו את הקו



בסוף האילו ציבים את ה'מספר'.

ה'מספר' הוא חלק מה'קו' של הקו.

(4) הכפול של מספרים בינאריים, a ו- b

$$|a, a_0\rangle \cdot |b, b_0\rangle$$

ה'מספר'

$$\Rightarrow (a_1 \cdot 2 + a_0)(b_1 \cdot 2 + b_0)$$

$$= 2^2 a_1 b_1 + 2 \cdot (a_1 b_0 + a_0 b_1) + b_0 a_0 \quad \text{mod 4}$$

$$|R_1, R_0\rangle = |a_1 b_0 + a_0 b_1, b_0 a_0\rangle$$

אז צריך להוסיף את ה'carry'

מה זה כפל ב'ים?

$$00 \rightarrow 0$$

$$01 \rightarrow 0$$

$$10 \rightarrow 0$$

$$11 \rightarrow 1$$

\Rightarrow

AND

יש נאר אהבין

$$a_0b_1 + a_1b_0 = 1 \quad \text{אם} \quad \begin{matrix} a_0b_1 = 1 \\ a_1b_0 = 0 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 \\ a_1b_0 = 1 \end{matrix} \rightarrow a_1 \wedge b_0 = 1$$

$$a_0b_1 = 0 \rightarrow a_0 \wedge b_1 = 0$$

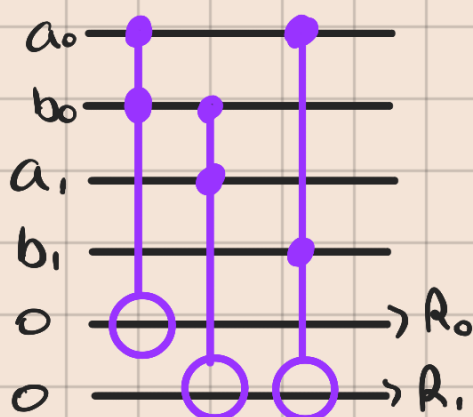
$$= 0 \quad \begin{matrix} \text{אם} \\ \text{אם} \\ \text{אם} \end{matrix}$$

$$= 0 \quad \begin{matrix} \text{אם} \\ \text{אם} \end{matrix}$$

$R_1 = 0$ בלומר אם 4 הבי'ים זהים אז

$R_1 = 1$ ואם אחד הבי'ים 1 והשני 0

זה מתאים - Toffoli - 3 בי'ים



זה אומר שיכולת לשלול את המעגל הקודם

אם יותר ב'ים הבי'ים הנאספים

מה שהיה בעייתי בהמשך. אפשר להעביר את זה בלוק

אם יותר ב'ים

$$\begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \rightarrow 6 \xrightarrow{\text{mod } 4} 2 = 10$$

$$\begin{matrix} 110 \\ 10 \end{matrix}$$

$$R_0 = 0 \quad \text{כי שניהם 1}$$

קודם ב'ים ק"מ של שני ב'ים רק אם $a_0 = b_0 = 1$

