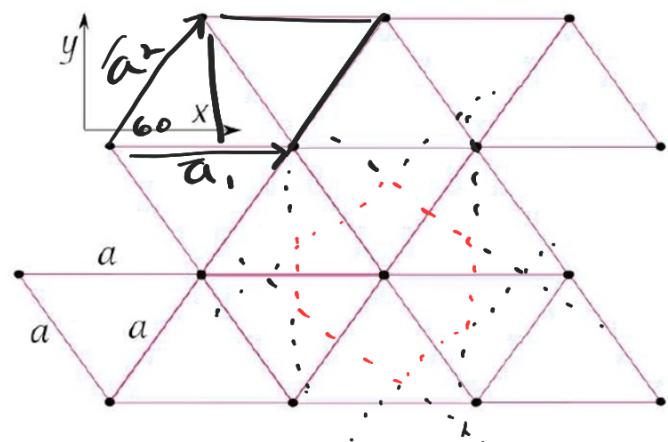


1. נתון גביש דו-מימדי משולש, המורכב ממשולשים שווים-צלעות עם צלע  $a$ .

נסמן את אחד מהווקטוריים הפרימיטיביים בסריג בטור  $\hat{a} = a_1$ . הגדרו את שאר הווקטוריים הפרימיטיביים מהי צורתו של התא הפרימיטיבי שמודרך על ידי הווקטוריים הפרימיטיביים הנ"ל? מהו שטחו? מהי צורתו של תא ויגנר-זיז'ק עבור סריג זה?



$$\bar{a}_2 = (\cos 60^\circ) \hat{x} + \sin 60^\circ \hat{y}$$

$$= \frac{1}{2} \hat{x} + \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{y}$$

הסידור ה-פיאסמי מייצג את גיאומטריה,

לכן דגלו האזחים ב- $\mathbb{R}^2$ -אלגברה.

ונמצא ש- $\bar{a}_2$  מקיים סכום ריבועים של

ט"מ כפיאסמי, אך הוא לא מושג ב- $\mathbb{R}^2$ , אך

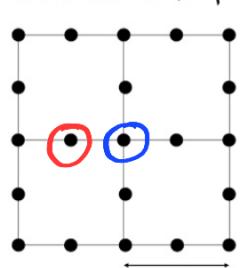
הנורמלization

$$\frac{\sqrt{3}}{2} a^2$$

$$\text{אך ש-}$$

$\bar{a}_2 = \bar{a}_1 - \bar{a}$

2. נתון סריג דו-מימדי כמתואר באירור. האם זה סריג ברווח? אם כן, מהם הווקטוריים הפרימיטיביים שיוצרים אותו? אם לא, מהם הווקטוריים הפרימיטיביים ומהם וקטורי הבסיס? ציירו את התא הפרימיטיבי שנוצר מהווקטוריים הפרימיטיביים שהגדרכתם עבור סריג זה. כמה אוטומים בתא זה? ציירו את תא ויגנר-זיז'ק עבור סריג זה.

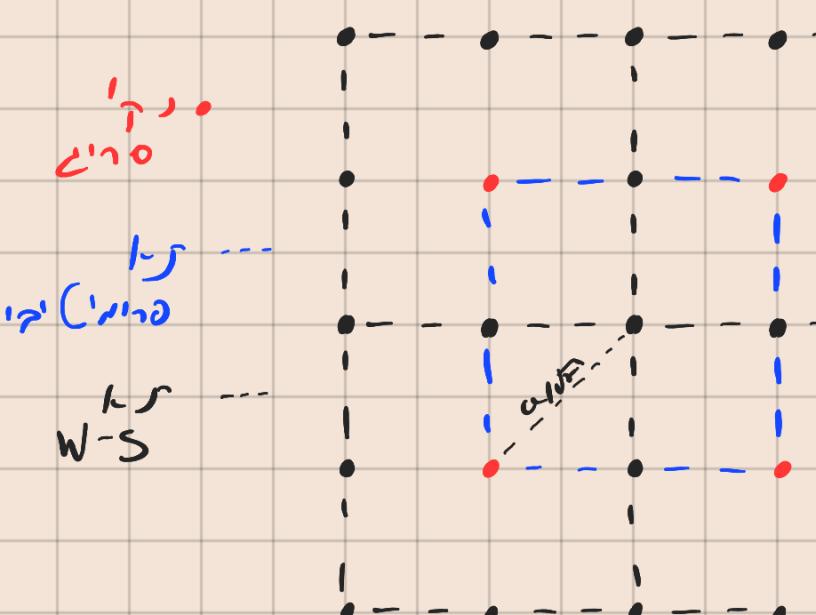


הנורמליזציה מושגת כ- $\sqrt{2}a^2$  ה- $\mathbb{Z}^2$ .

ולא ה- $\mathbb{Z}^2$  מושגת כ- $\mathbb{Z}^2$ .

מִלְאָקֶה יְהוָה יְהוָה יְהוָה יְהוָה יְהוָה יְהוָה יְהוָה יְהוָה

$$p' \approx 1/(k_1 + k_2 \cdot \frac{1}{2} + k_3 \cdot \frac{1}{6}) = 4$$

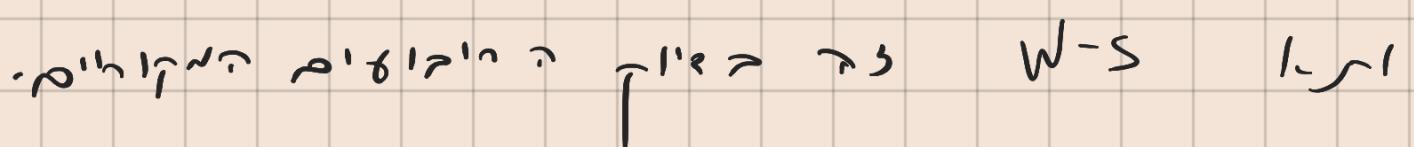


סב אָמֵן פְּתַח־יְהוָה מִזְמֹרָה

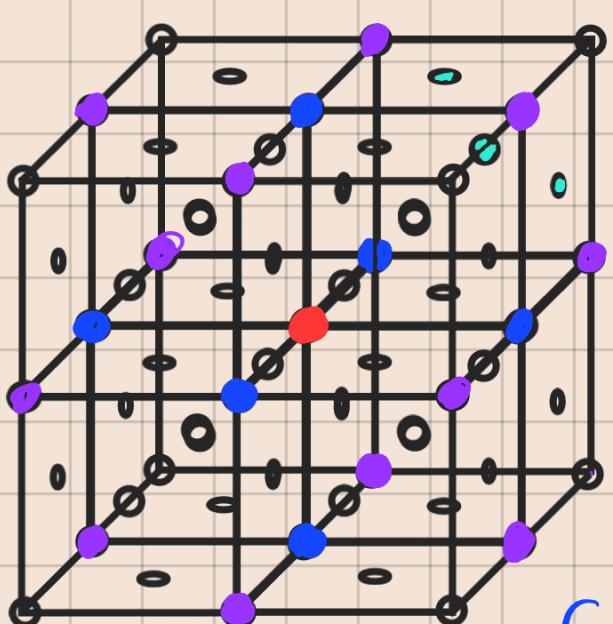
$$\begin{aligned}\bar{a}_1 &= \hat{a}_x \\ \bar{a}_y &= \hat{a}_y\end{aligned}$$

$$! 4 \cdot \frac{1}{2} + 1 = 3 \quad \text{e}^{\circ} \approx 51,57$$

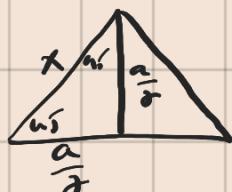
1.00'07'713 P-1(,1)Pf



3. עבור סריג FCC (תלת-מיידי) עם צלע  $a$ , מצאו את מספר השכניםים הקרובים מסדר שני ומסדר שלישי, ואת המרחק אליהם.



$$\phi \cdot \frac{a^2}{x} = x^2$$



$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{6}{1} = 6$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}a = \overbrace{r \cdot r \cdot r}^3 - 3 \cdot 8 = 24 - 16 \cdot \cancel{r^3} \approx 0$$

$$\sqrt{2} \alpha \geq 1.41 \alpha =$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} a \approx 0.866 =$$

4. יחס אריזה: יחס אריזה הוא ממד לצפיפות הנקודות בסריג. נדמיין שבכל הנקודות בסריג אנחנו מציבים כדורים ברדיוס זהה – מהו הרדיוס המקסימלי של כדורים שניים במקום כך בסריג? אם המרחק בין שכנים קרובים ביותר הוא  $r_0$ , אז הרדיוס המקסימלי של כדור כזה יהיה  $R_{\max} = \frac{1}{2}r_0$ . בסריג ברורה,

1

יחס האריזה הינו גודל חסר ממדים, המוגדר בטור היחס בין נפח הכדור הנ"ל לבין הנפח של תא יחידה פרימיטיבי. לדוגמה, בסריג קובי פשוט (SC) עם צלע  $a$ , נפח תא היחידה הוא  $a^3$  וה מרחק בין שכנים קרובים ביותר הוא  $a$ . נחשב את יחס האריזה:

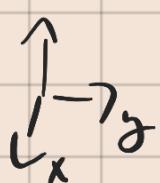
$$\eta = \frac{\frac{4\pi}{3}R_{\max}^3}{a^3} = \frac{\frac{4\pi}{3}\left(\frac{a}{2}\right)^3}{a^3} = \frac{\pi}{6} = 0.52$$

חשבו את יחס האריזה עבור סריגי FCC ו BCC. מי מהם "ארוז" בצורה יעילה יותר?

BCC

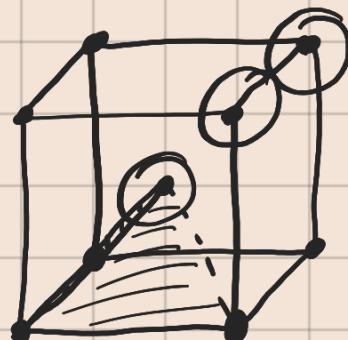
המקרה ההפוך לא נ"ט

$$\begin{cases} \mathbf{a}_1 = a\hat{x} \\ \mathbf{a}_2 = a\hat{y} \\ \mathbf{a}_3 = \frac{a}{2}(\hat{x} + \hat{y} + \hat{z}) \end{cases}$$



$$V_c = |\mathbf{a}_1 \cdot (\mathbf{a}_2 \times \mathbf{a}_3)| = \frac{a^3}{2} |\hat{x} \cdot (\hat{y} \times (\hat{z} + \hat{x}))|$$

$$= \frac{a^3}{2} |\hat{x} \cdot (\hat{z} + \hat{x})| = \frac{a^3}{2}$$



כט' 10 הוכן הרכובות הנקודות

היחס אריזה הוא  $\eta = \frac{4\pi}{3} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} a^3\right)$ .

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{4\pi}{3} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} a^3\right)}{\frac{a^3}{2}} = \frac{\frac{4\pi}{3} \frac{\sqrt{3}}{8} a^3}{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{8} \pi \approx 0.68$$

## FCC

$$V_c = \frac{a^3}{4}$$

הנפח כרמי כוון

$$\frac{a}{\sqrt{2}}$$

אורך צד קובי

המכראם

הירח זיהוי

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{4\pi}{3} \left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)^3}{\frac{a^3}{4}} = \frac{\frac{4\pi}{3} \cdot \frac{a^3}{2\sqrt{2}^3}}{\frac{a^3}{4}} = \frac{\pi}{6} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}^3} = \frac{\sqrt{2}\pi}{6} \approx 0.74$$

$$\eta_{FCC} > \eta_{BCC}$$

נראה

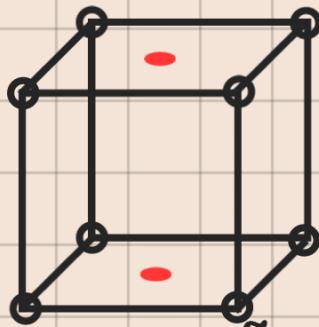
FCC

5. עבור כל אחד מן הסריגים התלת-מימדיים המתוארים להלן, ציינו האם מדובר בסריג ברווה. אם כן, מהם הוקטוריהם הפרימיטיביים? אם לא, הציגו אותו כסריג ברווה עם בסיס, וציינו את הוקטורים הפרימיטיביים ואת קטורי הבסיס.

(א) סריג קובי פשוט (SC) בעל צלע  $a$  אשר נוספו לו 2 נקודות: נקודה במרכז הפאה התחתונה ונקודה במרכז הפאה העליונה.

(ב) סריג קובי פשוט (SC) בעל צלע  $a$  אשר נוספו לו 4 נקודות: נקודה אחת במרכז של כל פאה צדדיות.

(ג) סריג קובי פשוט (SC) בעל צלע  $a$  אשר נוספו לו 12 נקודות: נקודה אחת במרכז כל מקצוע (הקטע המחבר שכנים קרובים) של הקובייה.



לעומת ריבוע קוויה ני

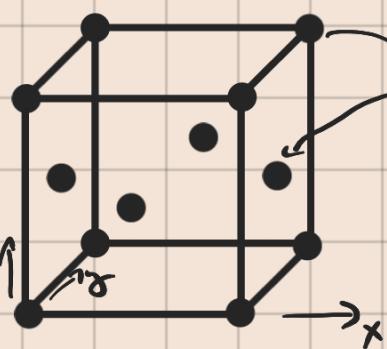
לעומת ריבוע קוויה

הברא.  $\frac{a}{\sqrt{2}} (\hat{x} + \hat{y})$  :

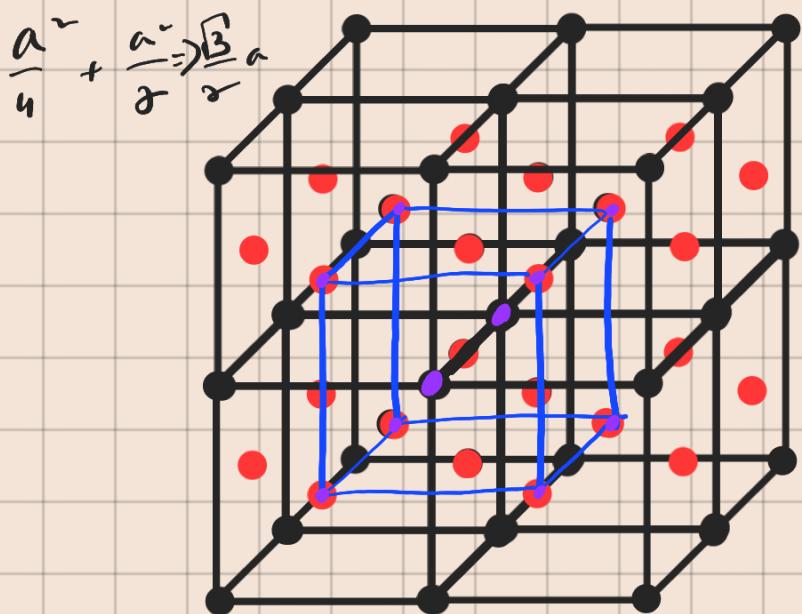
$$\bar{a}_1 = a\hat{x}$$

$$\bar{a}_2 = a\hat{z}$$

$$\bar{a}_3 = \frac{a}{\sqrt{2}} (\hat{x} + \hat{y})$$



לעומת הילך, מושג המהירות נקבע על ידי:



70(3) 775 110  
1'75 451 115  
28 SC 73111

$$8 \cdot \frac{1}{8} + 4 \cdot \frac{1}{2} = 3$$

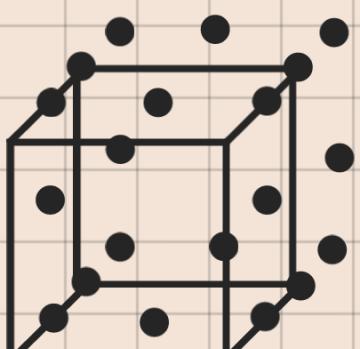
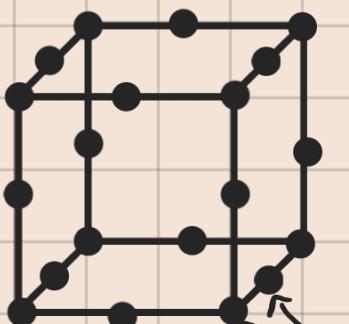
ل' ؟ رجرا

'ג' 3 ר' (ג) פ' י' כ' מ' ז' ו' ל' מ' נ' כ'

$$\bar{b}_1 = \bar{0}$$

$$\bar{b}_2 = \frac{a}{2} (\hat{x} + \hat{z})$$

$$\vec{b}_3 = \frac{\vec{a}}{\sigma} (\hat{j} + \hat{z})$$



(c)

לפי קיומם של מנגנוני אבטחה,

תאריך סיום ג. רוחן דוד כהן חיל' גנרטור ג'י'ם גאנזמן.

$$k_F = \rho'_{\pi}(a)$$

$$8 \cdot \frac{1}{8} + 14 \cdot \frac{1}{4} = 4$$

5

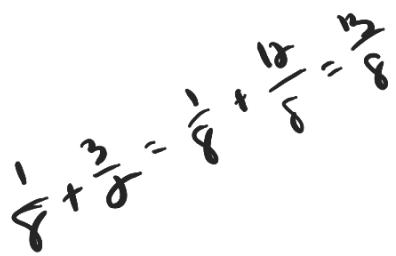
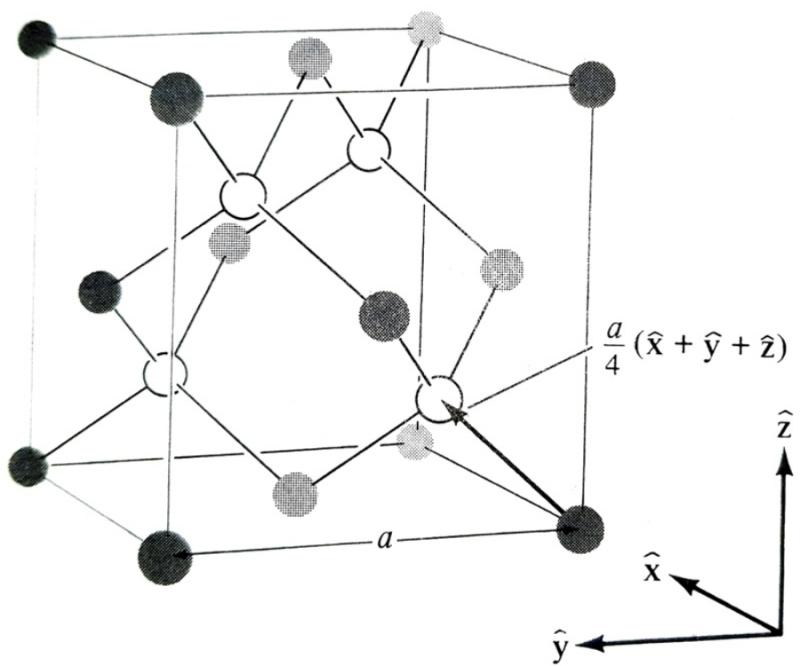
$$\bar{b} = 0$$

$$\bar{h} = \frac{a}{\gamma} \hat{c}$$

$$z = 1, 2, 3$$

سے ۱۰٪ سے سب سے بڑا

6. המבנה הגבישי של יהלום ניתן לתיאור על ידי שני סריגי FCC עם קבוע סריג זהה  $a$ , כאשר אחד מזו ביחס לשני בווקטור  $(\hat{z} + \frac{a}{4}\hat{x}) + (\hat{y} + \frac{a}{4}\hat{y})$  (ראו איור; לזכור מתווך (Ashcroft&Mermin).



F CC<sub>2</sub>

(א) מצאו את הוקטורים הפרימיטיביים ואת וקטורי הבסיס עבור התיאור של מבנה היהלום כ:

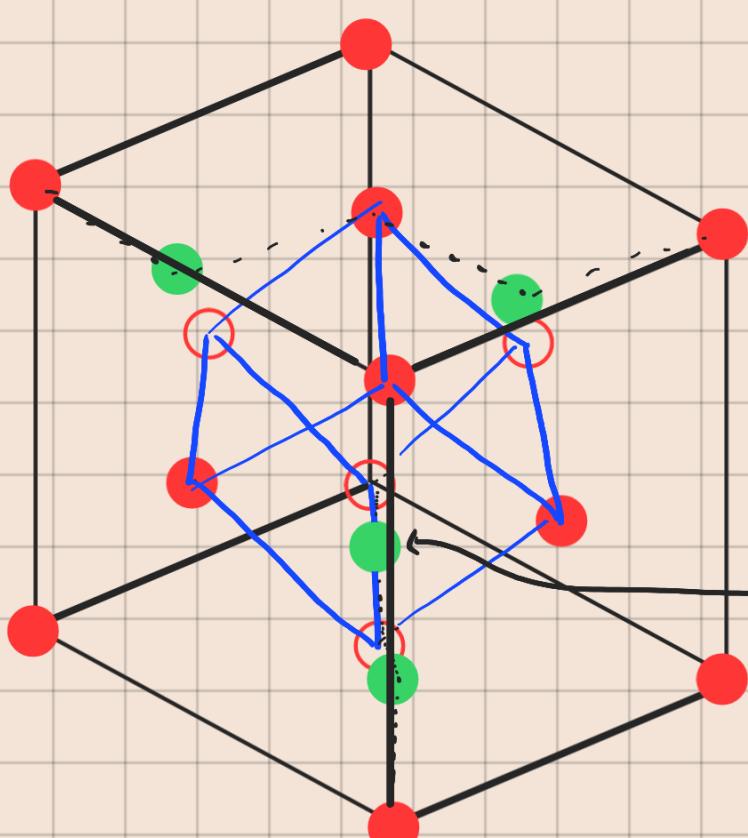
- i. סריג FCC עם בסיס.
- ii. סריג SC עם בסיס.

הטביעה יתאפשר רק אם  $f_{CC} < 0.02$

$$\bar{a}_1 = \frac{a}{\sigma} (\hat{x} + \hat{y})$$

$$\bar{a}_x = \frac{a}{\sigma} (\hat{\vec{y}} + \hat{\vec{z}})$$

$$\bar{a}_3 = \frac{\alpha}{2} (\hat{y} + \hat{z})$$



12 טריינר 861

סְבִּירָה בְּמִנְיָמִין

1.  $\{f_n\}$  converges

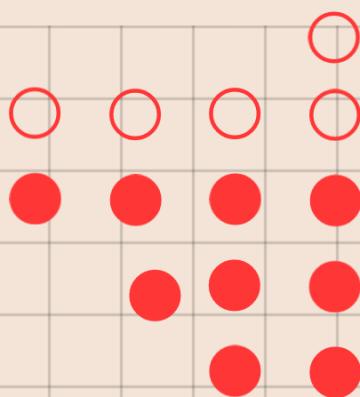
$\omega_1 C_1 \lambda_{p,1} e$

—

2 r/k

121 235' 151

118 ~ 310 m (if 20%) 0.02 'j1 2 113



לעומת זה בפ.ב. מינימום גודל אטום (i)

$$\bar{b}_1 = \bar{0}$$

$$\bar{b}_2 = \bar{r} = \frac{a}{4} (\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})$$

$8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} + 4 = 8$  אטום, SC מינימום (ii)

$$\bar{b}_1 = \bar{0}$$

לעומת זה בפ.ב. מינימום גודל אטום (iii)

$$\bar{b}_3 = \frac{a}{\sigma} (\hat{x} + \hat{y})$$

$$\bar{b}_4 = \frac{a}{\sigma} (\hat{y} + \hat{z})$$

$$\bar{b}_5 = \frac{a}{\sigma} (\hat{x} + \hat{z})$$

SC בפ.ב. מינימום גודל אטום (iv)

לעומת זה בפ.ב. מינימום גודל אטום (v)

$$\bar{b}_5 = \bar{b}_1 + \bar{r} = \frac{a}{\sigma} (\hat{x} + \hat{y} + \hat{z}) \approx \bar{r} \text{ מינימום}$$

$$\bar{b}_6 = \bar{b}_2 + \bar{r} = a \left[ \frac{3}{8} (\hat{x} + \hat{y}) + \frac{1}{8} \hat{z} \right]$$

$$\bar{b}_7 = \bar{b}_3 + \bar{r} = a \left[ \frac{3}{8} (\hat{y} + \hat{z}) + \frac{1}{8} \hat{x} \right]$$

$$\bar{b}_8 = \bar{b}_4 + \bar{r} = a \left[ \frac{3}{8} (\hat{x} + \hat{z}) + \frac{1}{8} \hat{y} \right]$$

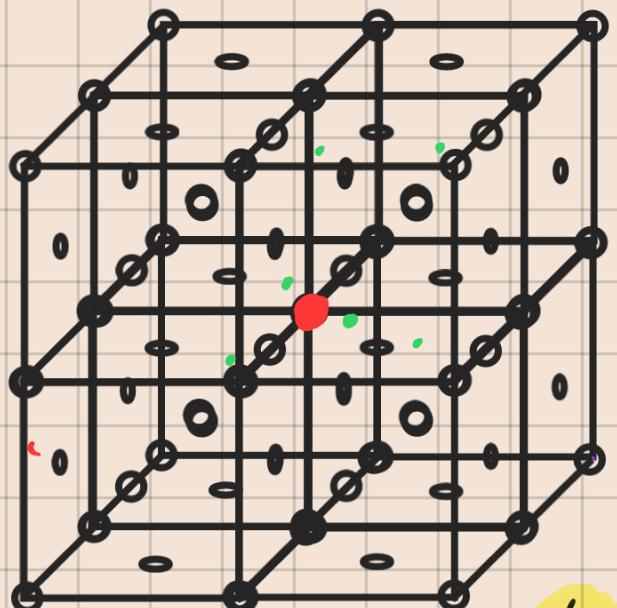
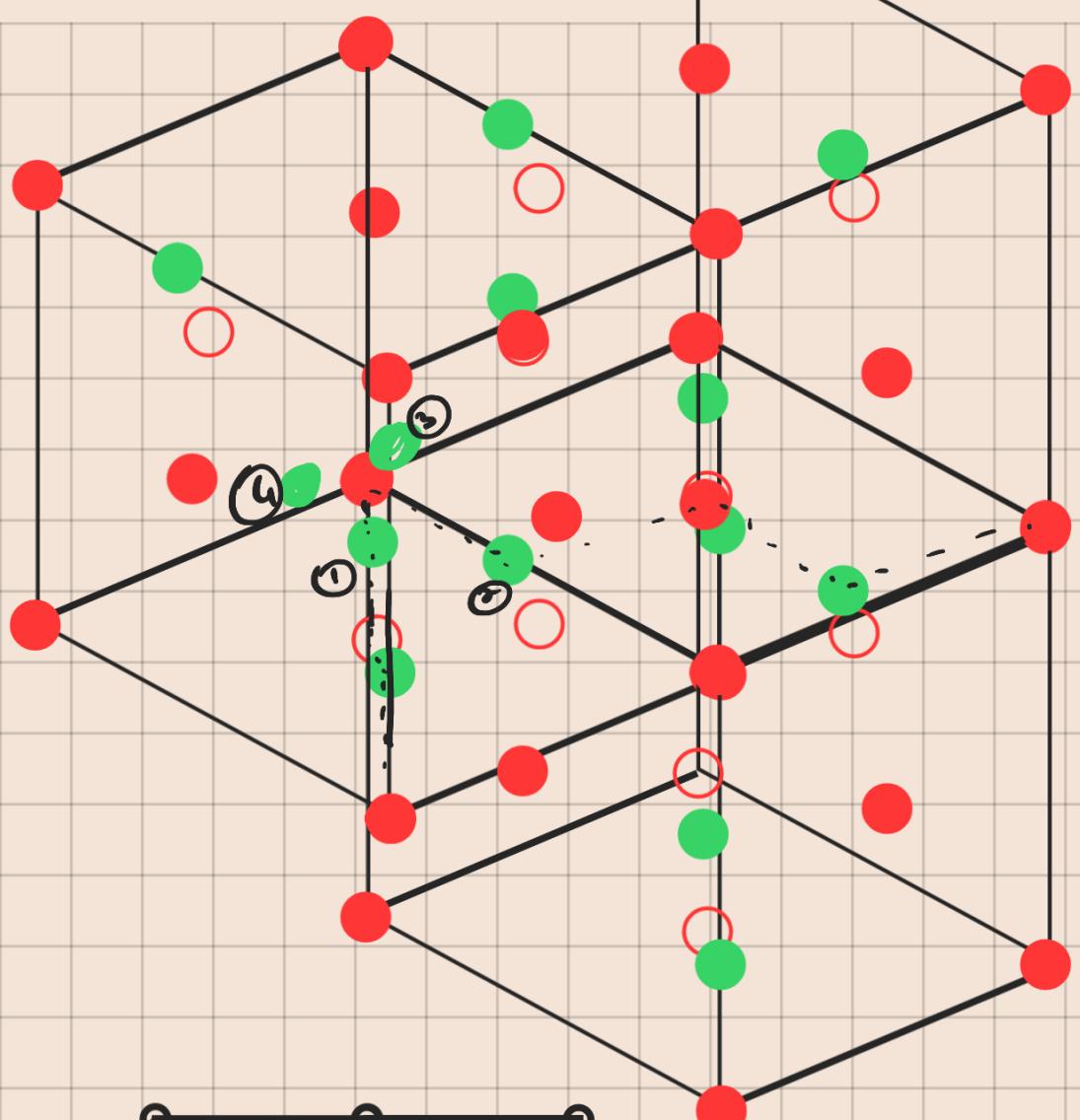
(ב) מצאו כמה שכנים קרובים יש לכל אטום, מה המיקומים שלהם ומה המרחק אליהם.

כמ"כ הצלחה סימור זה כהו

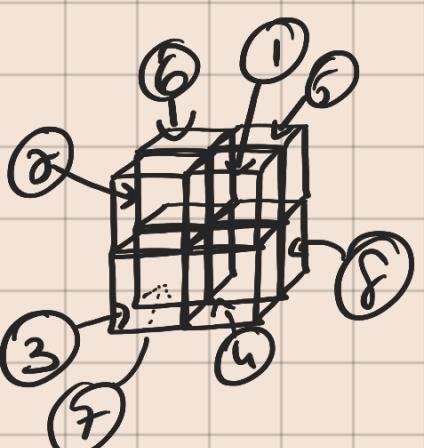
$$r = \sqrt{3 \left( \frac{a}{4} \right)^2} = \sqrt{3} \frac{a}{4} \approx 0.433a \text{ מטר}$$

כמה שכנים?





הנדסאים  
הנדסאים  
הנדסאים  
הנדסאים  
הנדסאים



4  
הנדסאים  
הנדסאים  
 $\frac{\sqrt{3}}{4}a$

$$\frac{a^3}{6} \text{ נס fcc } \pi V_c$$

(c)

הנפח של אחד מושגים  
הנפח של אחד מושגים  
הנפח של אחד מושגים  
 $R_{\max} = \frac{1}{2} \frac{\sqrt{3}a}{4}$

$$\Rightarrow \eta = \frac{2 \frac{\pi}{3} \left( \frac{\sqrt{3}a}{4} \right)^3}{\frac{a^3}{6}} \approx 0.34$$