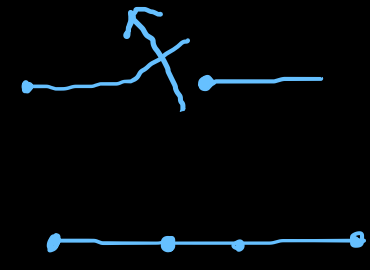


به نام خدا

ویژگی های بلور و مواد نیم رسانا

الکترونیک ← کلیه

نیم رسانا

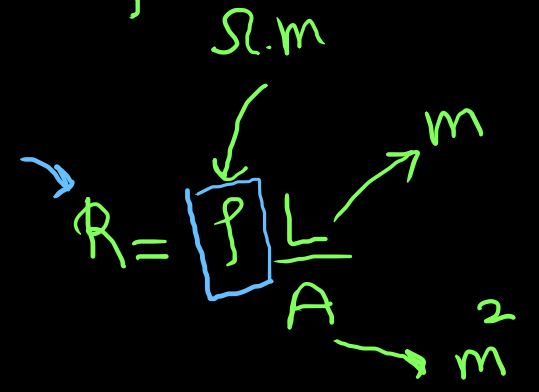


کنترل رسانایی

- ← ۱- ماده ← نوع اتم ها و چگونگی قرار گرفتن اتم ها
- ۲- دما
- ۳- تحرک پذیری فوری - الکتریسی

رسانا  
نیم رسانا  
عایق

→  $\sigma = \frac{1}{\rho}$



→  $\sigma = 10^8 \text{ (}\Omega\text{m)}^{-1}$  رسانا - ابررسانا فلز  
 $\text{Si, Ge, ...}$  نیم رسانا  
 $\sigma = 10^{-16}$  عایق - کوآگز - نفلن

# مواد نیم رسانا ← جدول تناوبی

| II        | III       | IV        | V         | VI |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Be        | B         | C         | N         | O  |
| Mg        | Al        | <u>Si</u> | <u>P</u>  | S  |
| <u>Zn</u> | <u>Ga</u> | <u>Ge</u> | <u>As</u> | Se |
| <u>Cd</u> | <u>In</u> | Sn        | Sb        | Te |
| Hg        | Tl        | Pb        | Bi        | Po |

lead → Pb

Si, Ge

نیم رسانای

دو عنصری :

{ Ga As  
In P

III - V

{ ZnO  
ZnS

II - VI

PbS  
PbSe

IV - VI

SiC

IV - IV

8 2 10  
Ga Al As

III - V

نیم رسانای

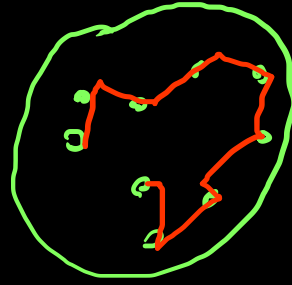
Al Ga As  
x 1-x  
x = 0.2

Al Ga As Sb  
x 1-x y 1-y

نیم رسانای

رساناں ← نوع اتم کا  
 حلونہی کارر رستن

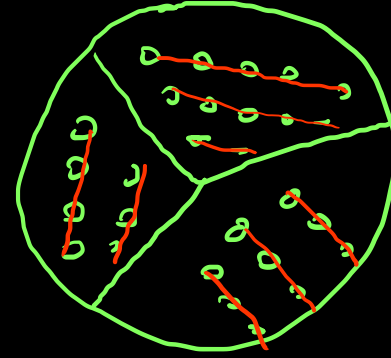
LCD



① آموف - میٹل

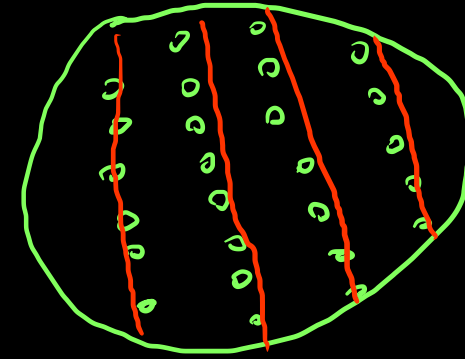
② ناپہرستال - چند بلور

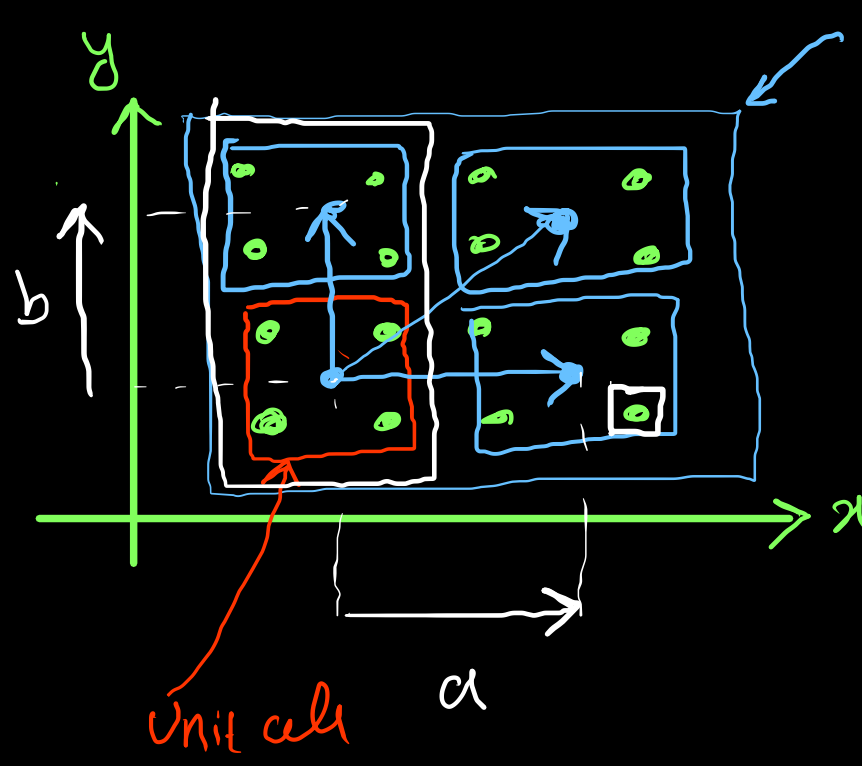
③ سرستال - بلور



MOSFET

{ Si, Ge, AlGaAs  
 GaAs



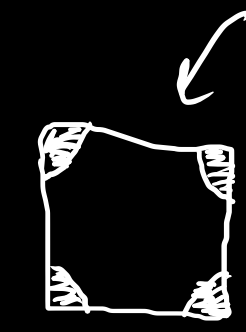
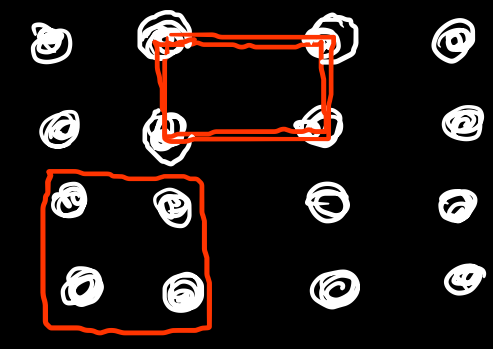


شبه لattice

انتقال ← ضرب هم را از بردارهای شبه

$$\vec{R} = \alpha \vec{a} + \beta \vec{b}$$

ضرب هم  
ضرب هم



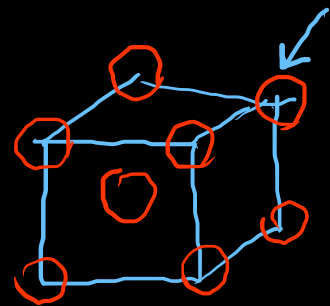
← نظم

سلول اولیه، سلول واحد  
Primitive cell, Unit cell

کل بلور ← سلول واحد  
کر بردارهای شبه

سلول اولیه ← کوچکترین سلول واحد

سلول واحد نیمه غیر ذرات



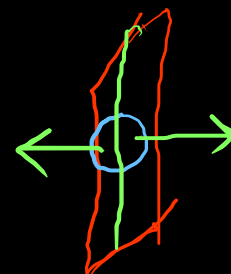
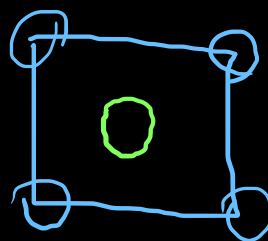
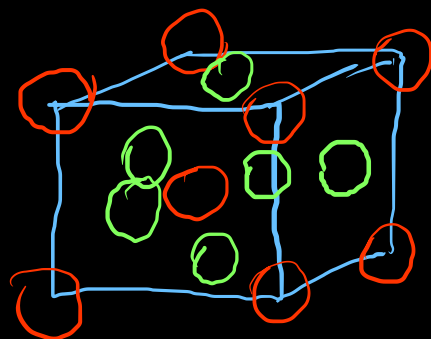
$$8 \times \frac{1}{8} = 1$$

SC

← 1 3D

FCC

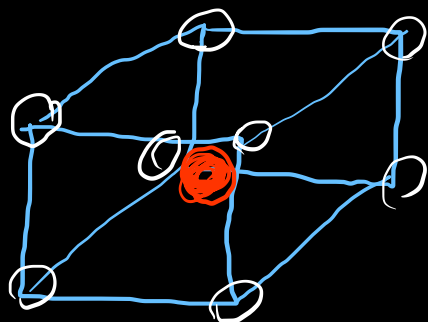
← (1)



$$6 \times \frac{1}{2} = 3 \rightarrow 4$$

BCC

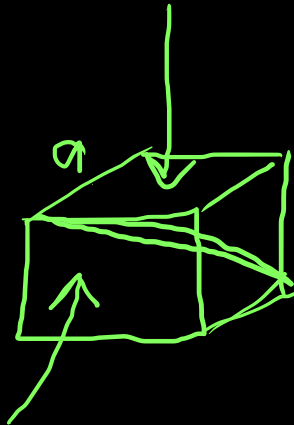
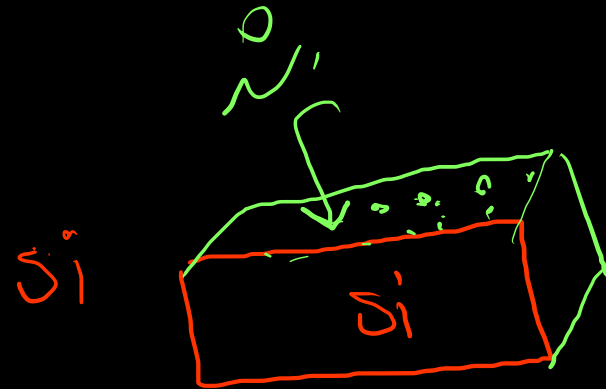
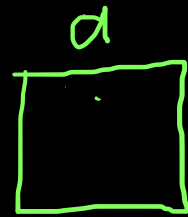
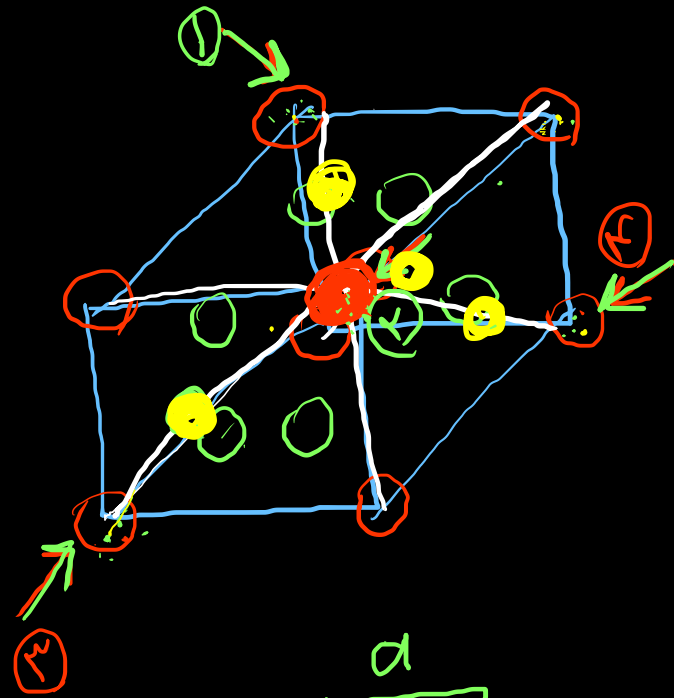
← (1)



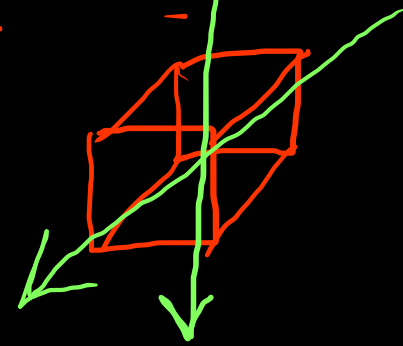
$$1 + 1 = 2$$

Diamond (1)  
Si, Ge

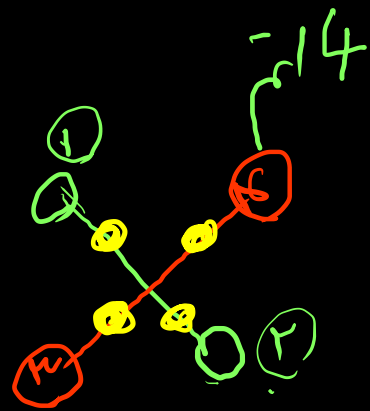
← Si, Ge, As



تکسید ← عمل اتم ها یا صفحات → انزیم های میلر



بردار  
مختار



Diamond  $\rightarrow$  Si  
Zinc Blend  $\rightarrow$   $\text{GaAs}$

الگای  $\leftarrow$   $\frac{K}{4} + \frac{FCC}{4}$

تایید  $\leftarrow$   $a$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

نوع آتم  
نظم

$$R = \alpha \vec{a} + \beta \vec{b} + \gamma \vec{c}$$

بردار عمود بر صفحه

اندیس‌های سیر  $h, k, l$

$$3, 2, 4 \rightarrow \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4} \xrightarrow{\times 12} (4, 6, 3)$$

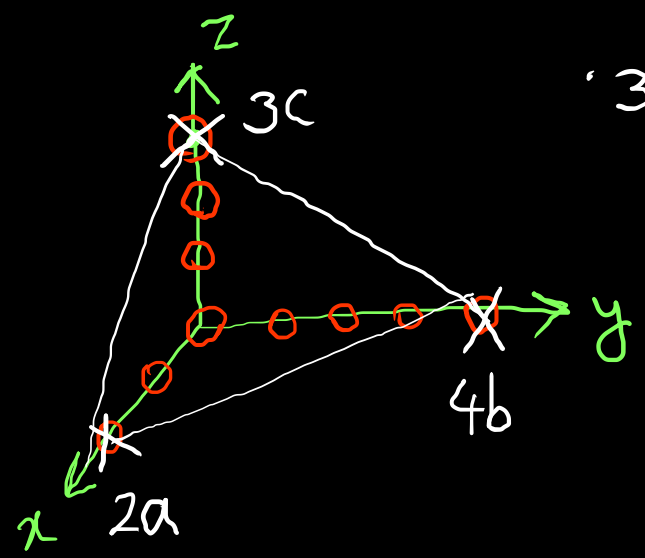
صفحه  $( )$

بردار  $[ ]$

$$[1, 2, 3] \quad [0.2, 1, 1.5]$$

$$\langle 1, 2, 3 \rangle$$

Si



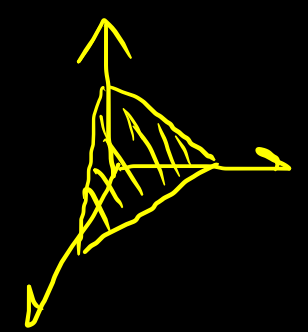
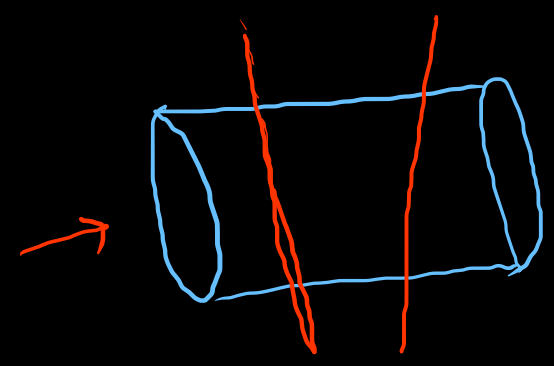
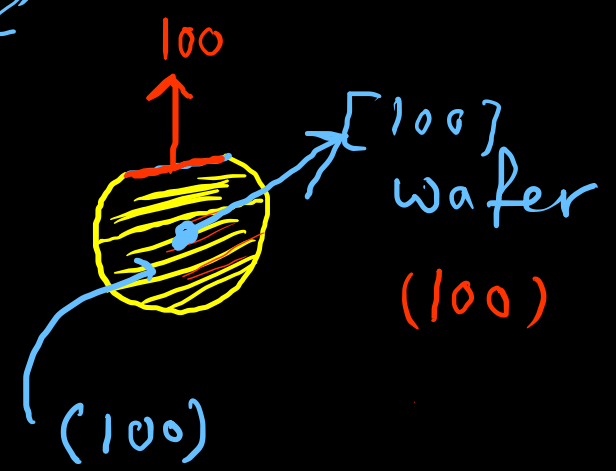
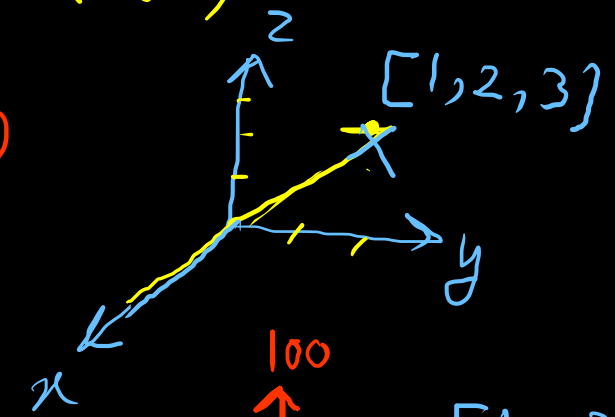
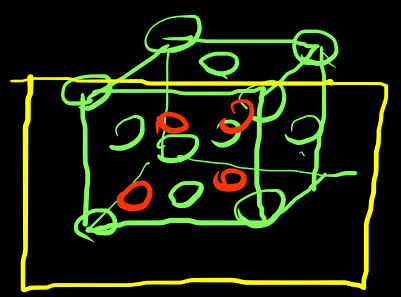
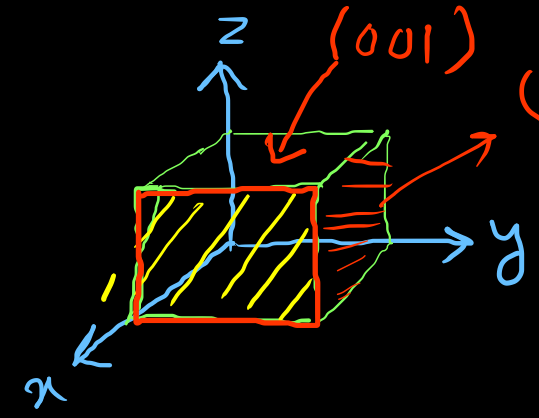
$(100)$

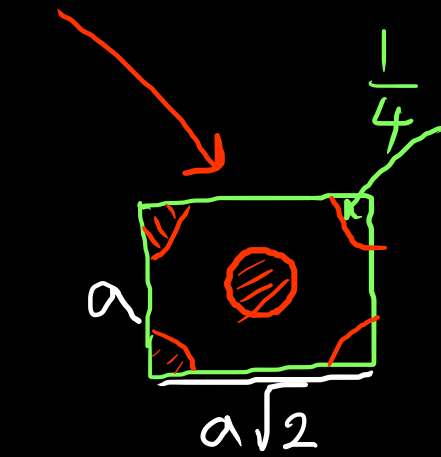
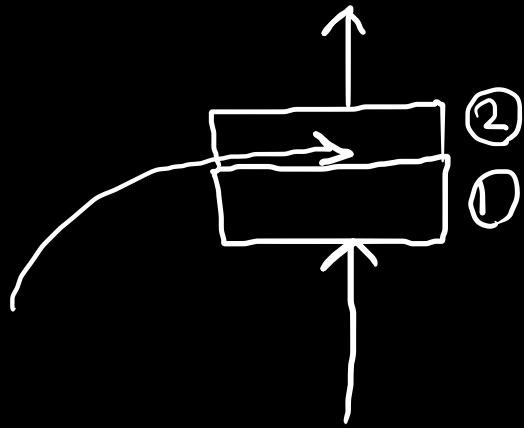
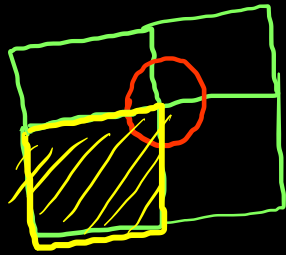
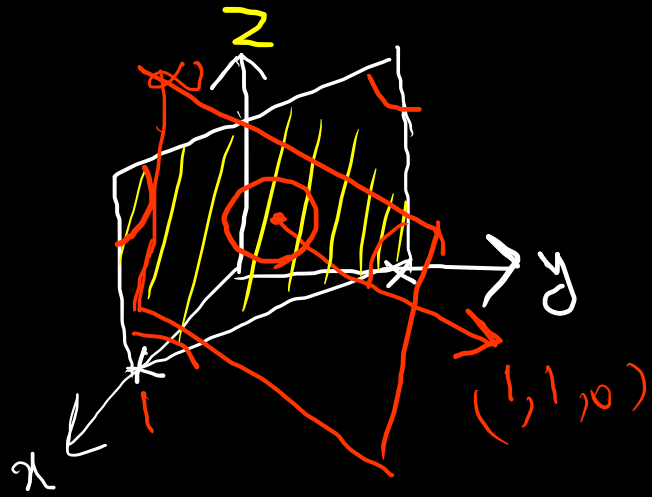
$\{100\}$

$(\bar{1}00)$

$(001)$

$(010)$





جگہ کی سغرا تہ کا (110) تک بلور BCC،  $a = 5\text{\AA}$  ✓  
 تعداد اتم کا درجہ سطح 110 ✓

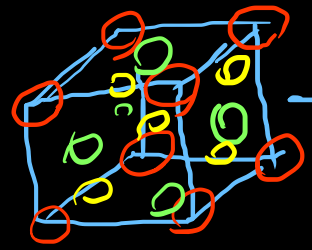
$$4 \times \frac{1}{4} + 1 = 2$$

$$\text{تعداد اتم کا درجہ سطح} = \frac{2}{a^2 \sqrt{2}} = \frac{2}{(5 \times 10^{-8} \text{ cm})^2 \times \sqrt{2}}$$

$\vec{A} \rightarrow 10^{-10} \text{ m}$   
 $\vec{Cm} \rightarrow 10^{-2} \text{ m}$

$$= 5.66 \times 10^{14} \frac{\text{atom}}{\text{cm}^2}$$





$$8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4 = 8$$

$$\frac{28.1 \text{ gr}}{\text{mol}} = \text{Si}$$

گہائی وزنی  $\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ , گہائی  $\frac{\text{atom}}{\text{cm}^3}$

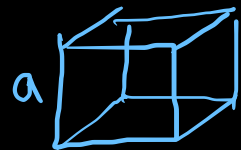
$a = 3.57 \text{ \AA}$  Si با ساختہ اگاسی

$$\text{گہائی} = \frac{8}{(3.57 \times 10^{-8})^3} = 5 \times 10^{22} \frac{\text{atom}}{\text{cm}^3}$$

Si  $\rightarrow$   $N \rightarrow$   $6.02 \times 10^{23}$   $\rightarrow$  وزن سے آ

$$\frac{28.1 \text{ gr}}{6.02 \times 10^{23}} = 4.66 \times 10^{-23} \text{ وزن سے اتم Si}$$

$$\rho = 5 \times 10^{22} \times 4.66 \times 10^{-23} = 2.33 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$



$$a = 1 \text{ \AA} + 1.8 \text{ \AA} = 2.8$$

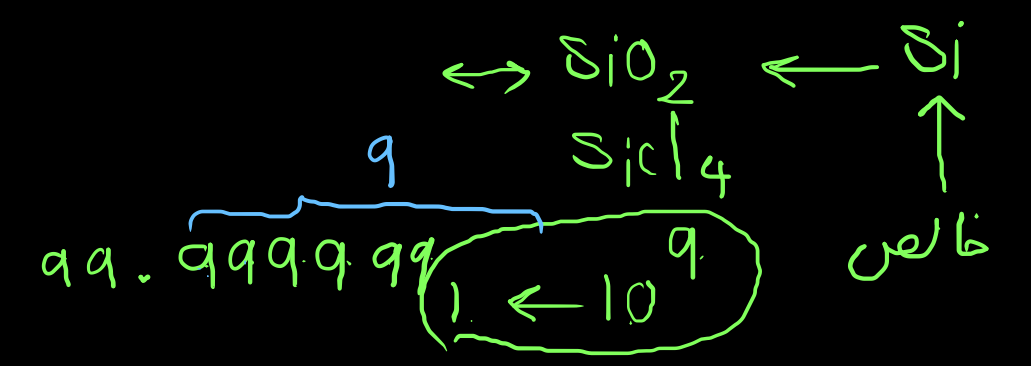
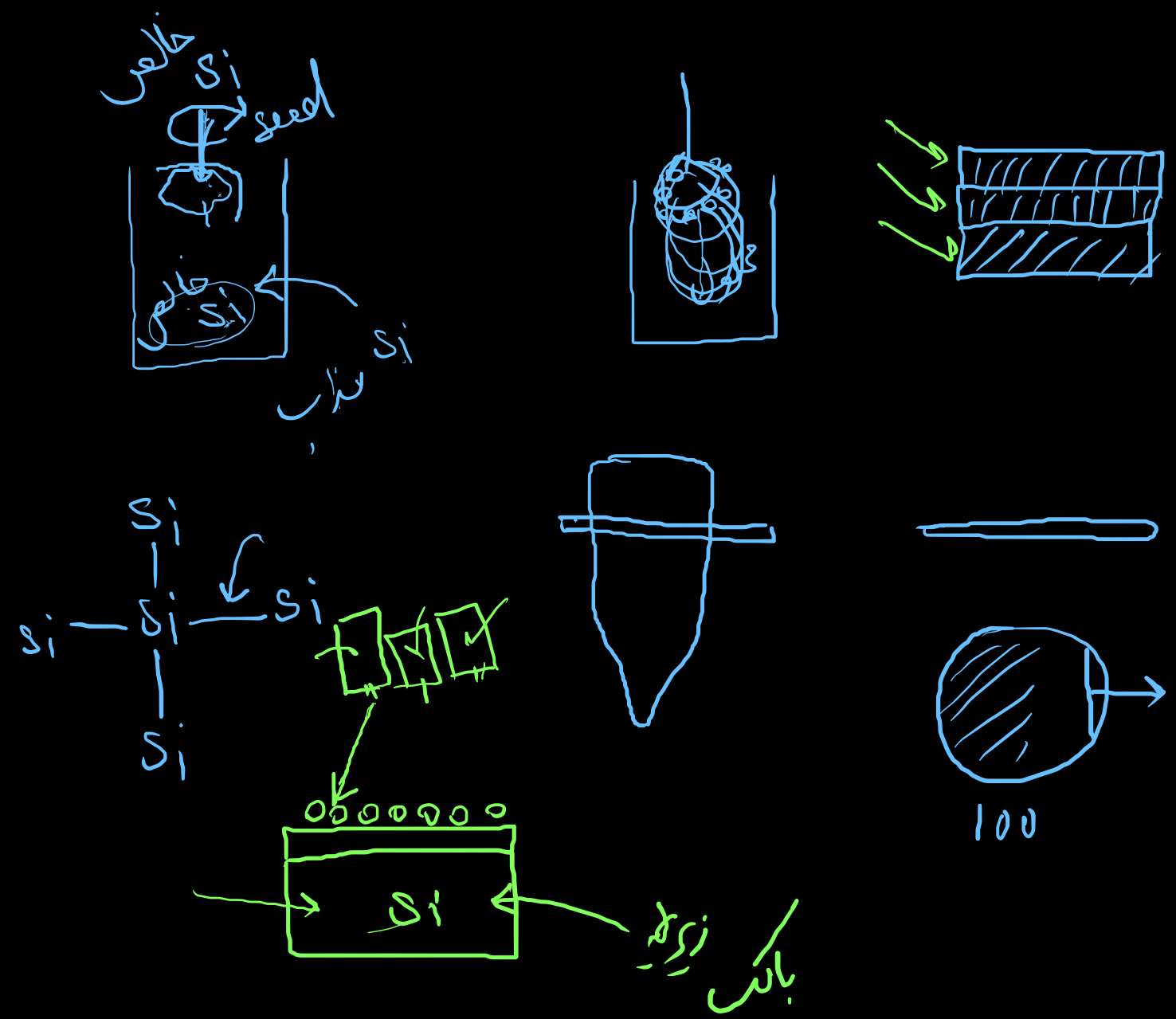
$$\frac{1}{2} \text{Na} + \frac{1}{2} \text{Cl} = 1$$

$$\text{گہائی} = \frac{1}{(2.8 \times 10^{-8})^3} = 4.55 \times 10^{22} \frac{\text{atom}}{\text{cm}^3}$$

Na =  $\frac{23 \text{ gr}}{1 \text{ mol}}$  Cl =  $\frac{35.5 \text{ gr}}{1.8 \text{ \AA}}$  SC لول NaCl

$$\left[ \left( \frac{1}{2} \times 23 + \frac{1}{2} \times 35.5 \right) / 6.02 \times 10^{23} \right] \times 4.55 \times 10^{22} = 2.2 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

# روش های رشد سیلیکون



## روش های رشد سیلیکون

- |       |   |
|-------|---|
| CVD   | ① |
| LPE   | ② |
| MBE   | ③ |
| MOCVD | ④ |
- Diagram showing a silicon wafer with a thin layer on top. The layer is labeled 'لایه نازک' (Thin layer) and the wafer is labeled 'سیلیکون' (Silicon).

Diagram showing a silicon wafer with a thin layer on top. The layer is labeled 'لایه نازک' (Thin layer) and the wafer is labeled 'سیلیکون' (Silicon).