



## دوره عمومی آموزش کد MCNP

دکتر یاسر کاسه‌ساز

دانشیار پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

[ykasesaz@aeoi.org.ir](mailto:ykasesaz@aeoi.org.ir)

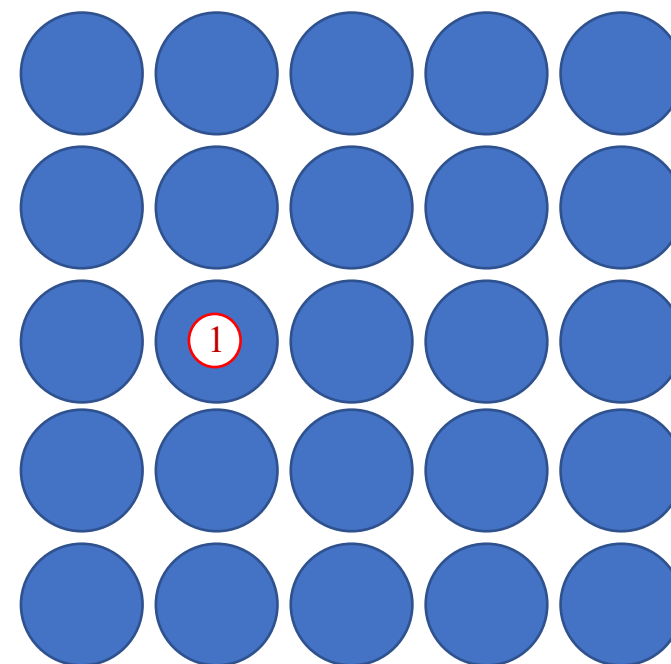
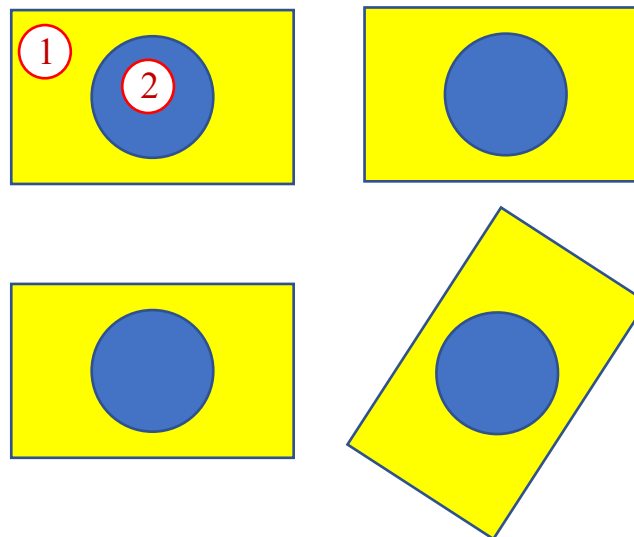
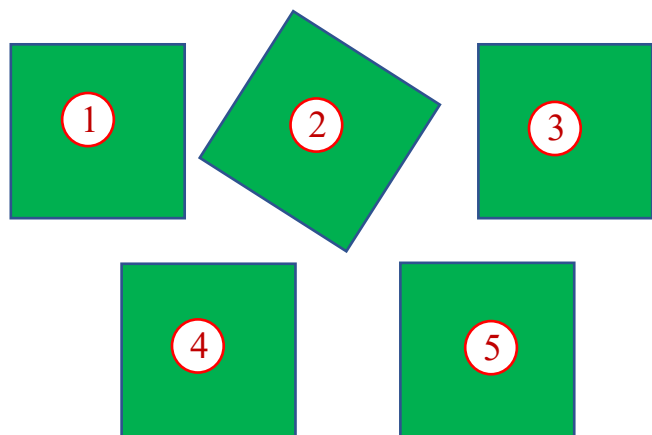


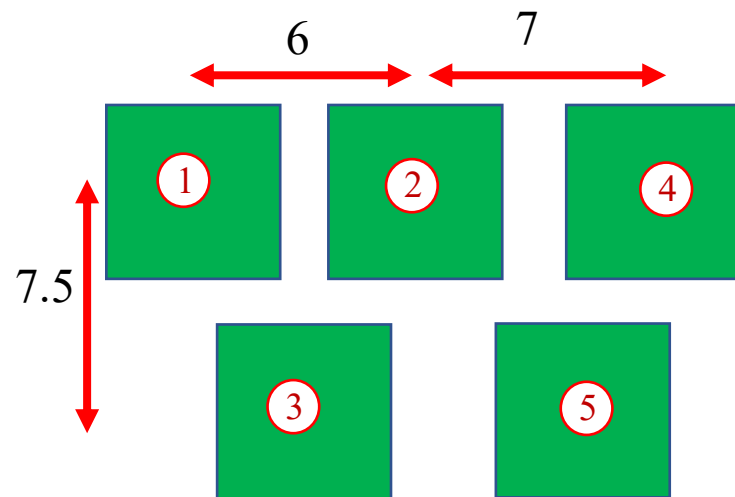
# جلسه هفتم

ساختارهای تکراری



به شکل‌های زیر دقت کنید! لازم نیست تک تک سلول‌ها را تعریف کنید!





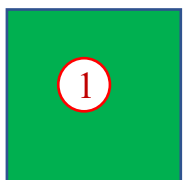
در این شکل تمام سلول‌ها دقیقاً شبیه سلول شماره ۱ هستند اما مکان آنها متفاوت است

ابتدا سلول ۱ را تعریف می‌کنیم و سپس برای تعریف هر یک از سایر سلول‌ها از دستور زیر استفاده می‌کنیم

$J \text{ Like } n \text{ But TRCL}=(V_x \ V_y \ V_z)$

$V$  بردار جابجایی سلول  $J$  نسبت به سلول  $n$  است

سلول ۱ را تعریف می‌کنیم



1 0 -11  
10 0 11

11 RPP -2 2 -2 2 -2 2

تعریف سلول ۲

1 0 -11

2 Like 1 But trcl=(6 0 0)

10 0 11 #2

11 RPP -2 2 -2 2 -2 2

تعریف سلول ۳

1 0 -11

2 Like 1 But trcl=(6 0 0)

3 Like 1 But trcl=(4 -7.5 0)

10 0 11 #2 #3

11 RPP -2 2 -2 2 -2 2

تعریف سلول ۴ و ۵

1 0 -11

2 Like 1 But trcl=(6 0 0)

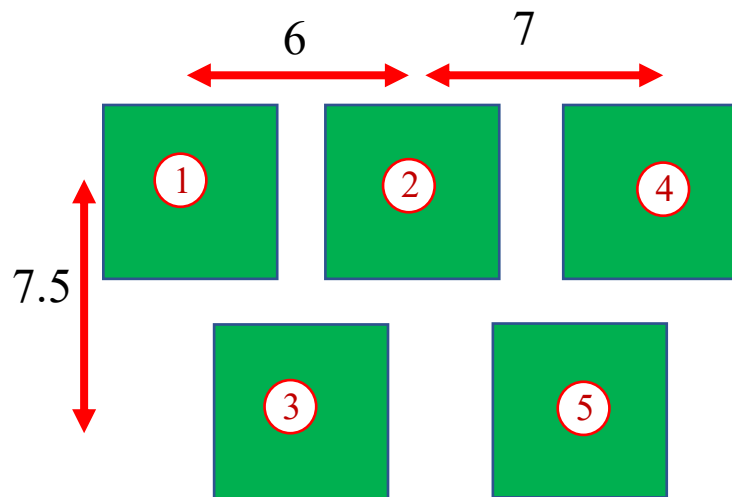
3 Like 1 But trcl=(4 -7.5 0)

4 Like 1 But trcl=(13 0 0)

5 Like 1 But trcl=(12 -7.5 0)

10 0 11 #2 #3 #4 #5

11 RPP -2 2 -2 2 -2 2



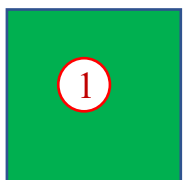
در این شکل تمام سلول‌ها دقیقاً شبیه سلول شماره ۱ هستند اما مکان آنها متفاوت است

ابتدا سلول ۱ را تعریف می‌کنیم و سپس برای تعریف هر یک از سایر سلول‌ها از دستور زیر استفاده می‌کنیم

$$J \quad n \quad \text{But TRCL}=(V_x \quad V_y \quad V_z)$$

$V$  بردار جابجایی سلول  $J$  نسبت به سلول  $n$  است

سلول ۱ را تعریف می‌کنیم



1 0 -11  
10 0 11

11 RPP -2 2 -2 2 -2 2

تعریف سلول ۲

1 0 -11

2 Like 1 But trcl=(6 0 0)

10 0 11 #2

11 RPP -2 2 -2 2 -2 2

تعریف سلول ۳

1 0 -11

2 Like 1 But trcl=(6 0 0)

3 Like 1 But trcl=(4 -7.5 0)

10 0 11 #2 #3

11 RPP -2 2 -2 2 -2 2

تعریف سلول ۴ و ۵

1 0 -11

2 Like 1 But trcl=(6 0 0)

3 Like 1 But trcl=(4 -7.5 0)

4 Like 1 But trcl=(13 0 0)

5 Like 1 But trcl=(12 -7.5 0)

10 0 11 #2 #3 #4 #5

11 RPP -2 2 -2 2 -2 2





# کارت TRCL

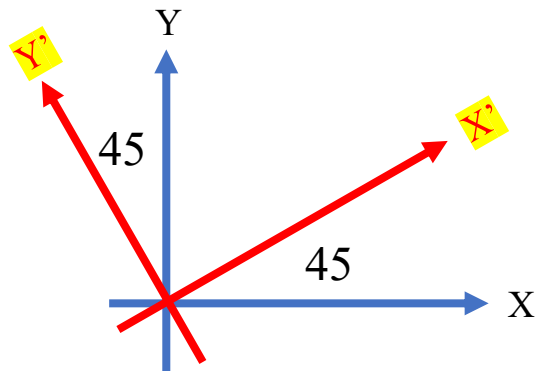
از کارت TRCL به شکل زیر نیز می‌توان استفاده کرد که در آن  $n$  یک عدد دلخواه است که توسط کاربر داده می‌شود. دقت شود که کارت TRn در بخش دیتا در فایل ورودی نوشته می‌شود

$$\text{TRCL}=n$$

$$\text{TRn } V_x \ V_y \ V_z \quad \text{x'x} \ \text{x'y} \ \text{x'z} \quad \text{y'x} \ \text{y'y} \ \text{y'z} \quad \text{z'x} \ \text{z'y} \ \text{z'z}$$

$$\text{TRCL}=(V_x \ V_y \ V_z \quad \text{x'x} \ \text{x'y} \ \text{x'z} \quad \text{y'x} \ \text{y'y} \ \text{y'z} \quad \text{z'x} \ \text{z'y} \ \text{z'z})$$

می‌توانیم به جای کسینوس زوایا از خود زوایا استفاده کنیم. برای این کار باید یک علامت ستاره پشت کارت TRCL یا TRn قرار دهیم



$$\text{TRCL}=(0 \ 0 \ 0 \quad 0.7 \ 0.7 \ 0 \quad -0.7 \ 0.7 \ 0 \quad 0 \ 0 \ 1)$$

$$*\text{TRCL}=(0 \ 0 \ 0 \quad 45 \ 45 \ 90 \ 135 \ 45 \ 90 \quad 90 \ 90 \ 0)$$

$$\text{TRCL}=\text{TR5}$$

$$\text{TR5} \ 0 \ 0 \ 0 \quad 0.7 \ 0.7 \ 0 \quad -0.7 \ 0.7 \ 0 \quad 0 \ 0 \ 1$$

$$*\text{TR5} \ 0 \ 0 \ 0 \quad 45 \ 45 \ 0 \ 135 \ 45 \ 0 \quad 90 \ 90 \ 0$$

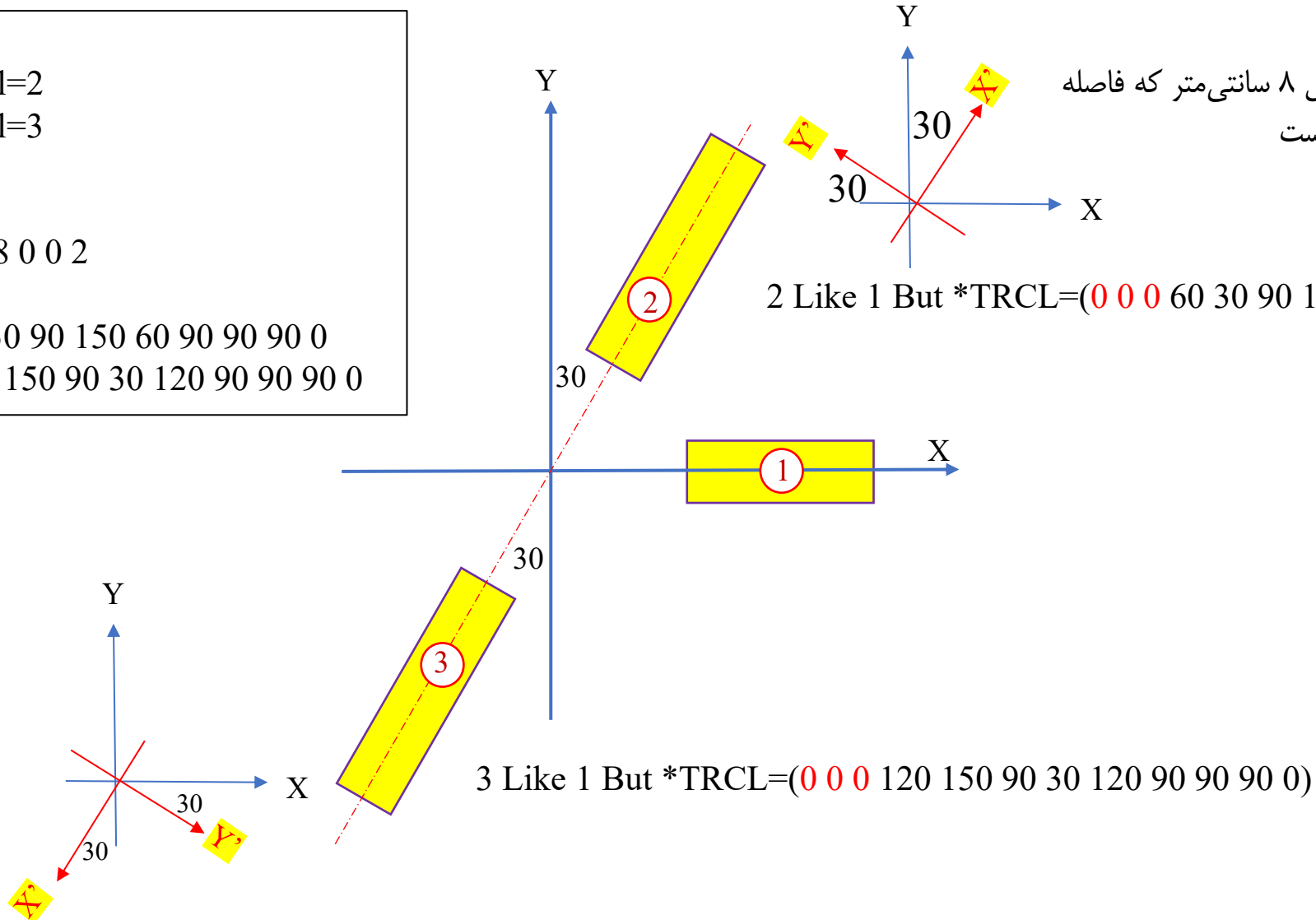


به مثال زیر دقت کنید!

$$\begin{pmatrix} \text{Cos}(x'x) & \text{Cos}(x'y) & \text{Cos}(x'z) \\ \text{Cos}(y'x) & \text{Cos}(y'y) & \text{Cos}(y'z) \\ \text{Cos}(z'x) & \text{Cos}(z'y) & \text{Cos}(z'z) \end{pmatrix}$$

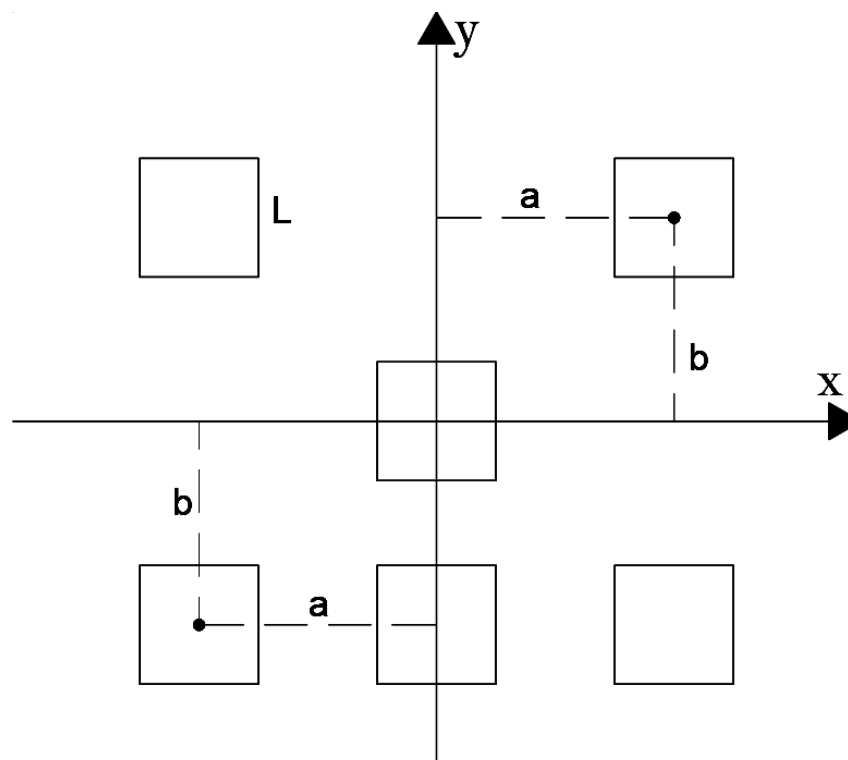
1 0 -11  
2 like 1 but trcl=2  
3 like 1 but trcl=3  
9 0 #1#2#3  
  
11 RCC 5 0 0 8 0 0 2

\*TR2 0 0 0 60 30 90 150 60 90 90 90 0  
\*TR3 0 0 0 120 150 90 30 120 90 90 90 0



سه استوانه یکسان به شعاع ۲ و طول ۸ سانتی متر که فاصله آنها از مبدا مختصات ۵ سانتی متر است

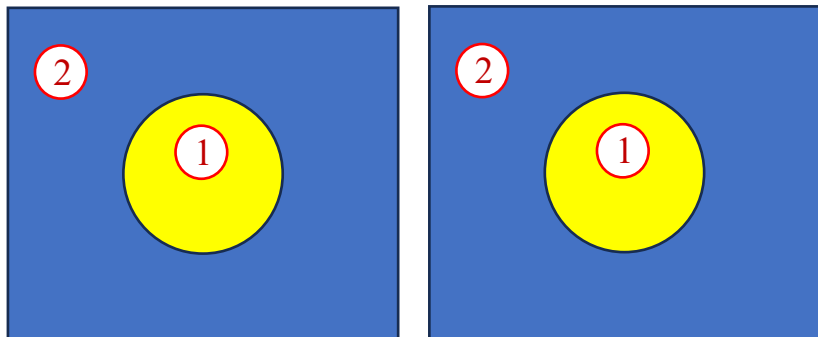




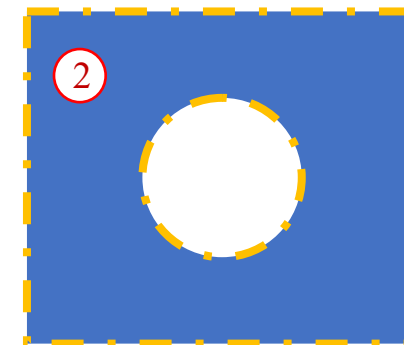
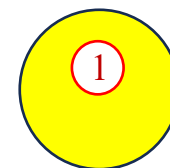
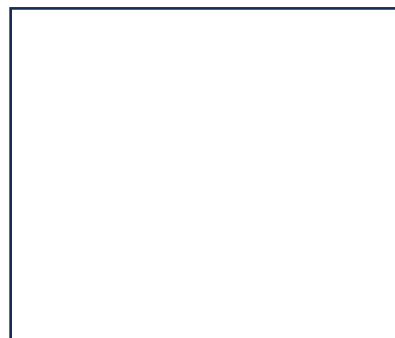
$$L=10, a=28, b=30$$



11

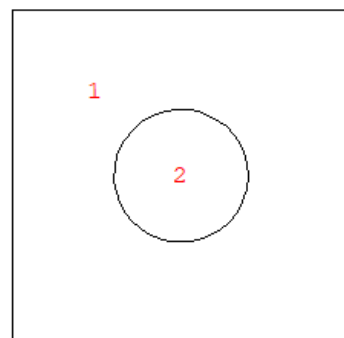
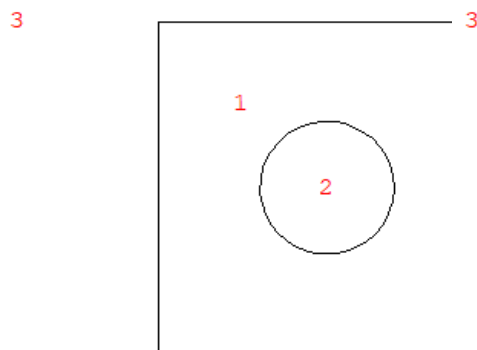


به مثال زیر دقت کنید! چگونه می‌توانیم از دستور Like n But برای تعریف این هندسه استفاده کنیم؟  
اینجا یک مفهوم ساده داریم: داخل مکعب با دو سلول پر شده است:



1 0 -11 12  
2 0 -12  
3 0 11

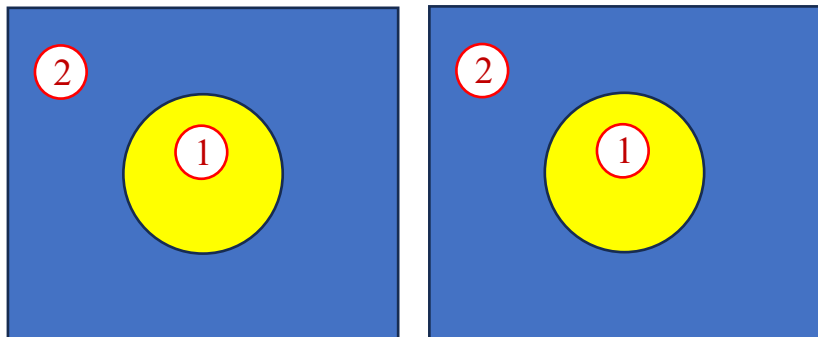
11 RPP -5 5 -5 5 -5 5  
12 SO 2



100 0 -11 fill=8  
2 0 -12 u=8  
3 0 12 u=8  
4 0 11 #200  
200 like 100 but trcl=(20 0 0)

11 RPP -5 5 -5 5 -5 5  
12 SO 2

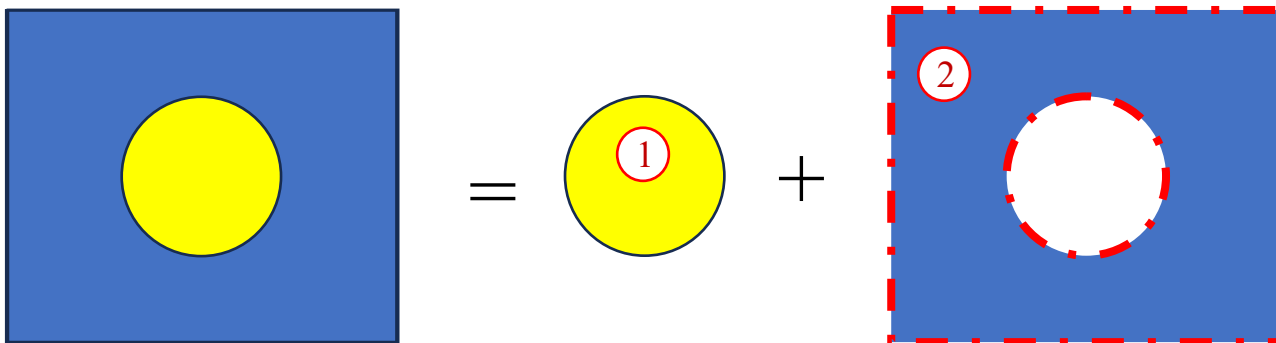
11



به مثال زیر دقت کنید! چگونه می‌توانیم از دستور Like n But برای تعریف این هندسه استفاده کنیم؟

اینجا یک مفهوم ساده داریم: داخل مکعب با دو سلول پر شده است

برای اینکار لازم است که داخل مکعب را به عنوان یک سلول تعریف کنیم (سلول شماره ۳)



سلول ۳ با سلول‌های ۱ و ۲ ساخته شده (پر شده) است

سلول اصلی

n هر عدد دلخواهی است  $3\ 0\ -11\ fill=n$

درون کره ۱۲

$1\ 0\ -12\ u=n$

فضای بیرون کره ۱۲ (چون از کارت  $u=n$  استفاده کرده‌ایم فضای بیرون کره را تا مرز سلولی که با  $fill=n$  مشخص شده است در نظر می‌گیرد.

$2\ 0\ 12\ u=n$

بیرون مکعب

$4\ 0\ 11$

اکنون سلول ۳ به عنوان یک واحد که دارای ساختار داخلی است شناخته می‌شود.

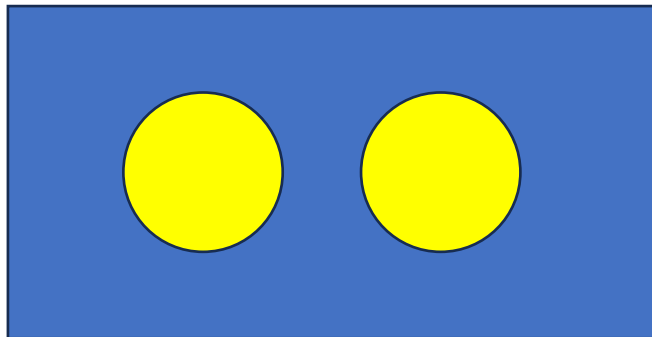
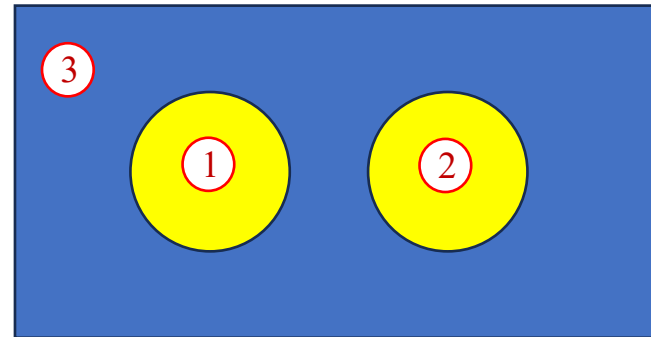
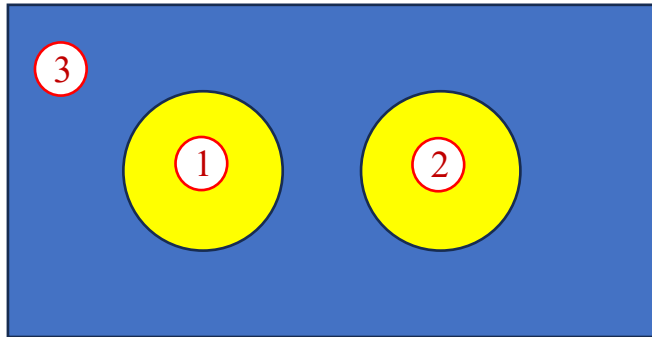
**33 Like 3 but trcl=(15 0 0)**

سلول ۳ به همه سلول‌های داخلی‌اش جابجا می‌شود

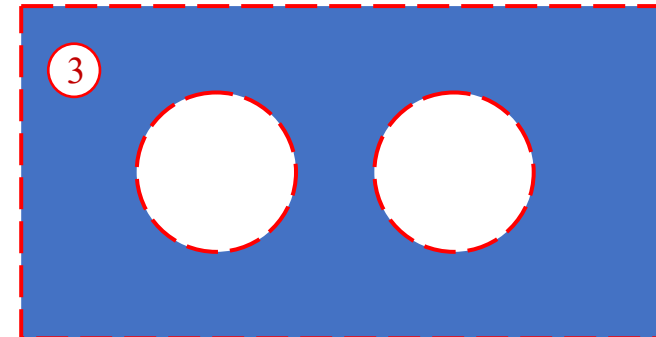
$11\ RPP\ -5\ 5\ -5\ 5\ -5\ 5$

$12\ SO\ 2$

11

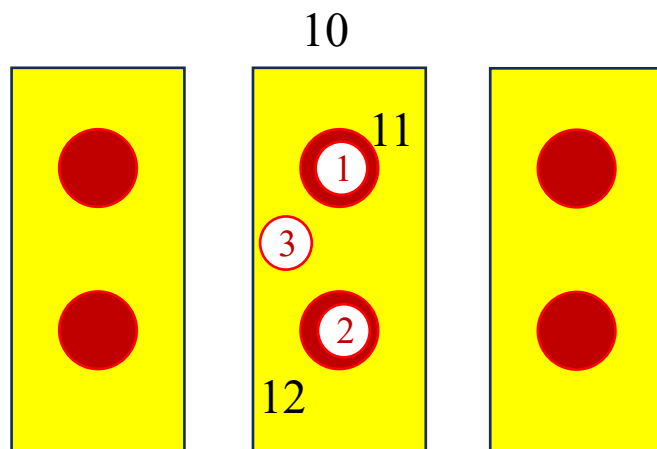


$$= \text{circle 1} + \text{circle 2} +$$



4 0 -11 fill=7  
 1 0 -12 u=7  
 2 0 -13 u=7  
 3 0 12 13 u=7  
 5 0 11 #44  
 44 like 4 but trcl=(25 0 0)

11 RPP -10 10 -10 10 -10 10  
 12 SX -5 2  
 13 SX 5 2



5 0 -10 fill=7

C

1 0 -11 u=7

2 0 -12 u=7

3 0 11 12 u=7

C

13 like 5 but trcl=(15 0 0)

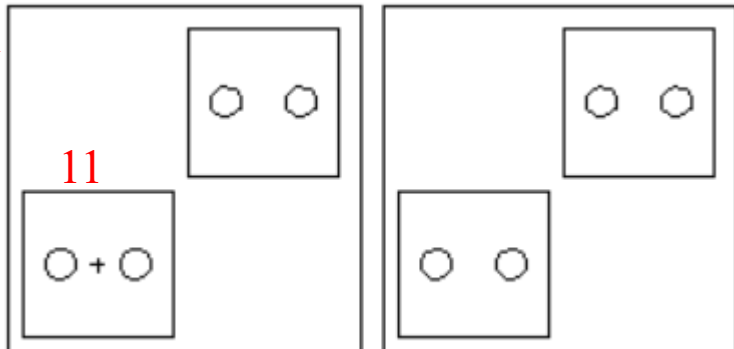
14 like 5 but trcl=(-15 0 0)

4 0 10 #13#14

10 RPP -5 5 -15 15 -5 5

11 SY 5 4

12 SY -5 4



Cel 6

Cel 66



6 0 -21 fill=8

66 like 6 but trcl=(50 0 0)

4 0 -11 fill=7 u=8

1 0 -12 u=7

2 0 -13 u=7

3 0 12 13 u=7

5 0 11 #44 u=8

44 like 4 but trcl=(22 22 0)

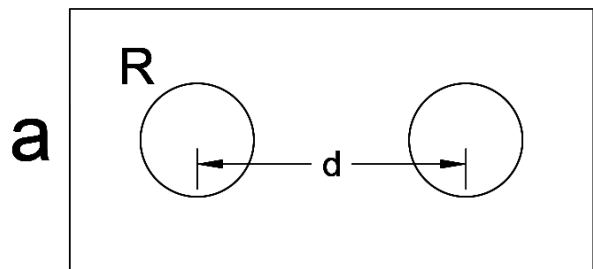
99 0 #6#66

11 RPP -10 10 -10 10 -10 10

12 SX -5 2

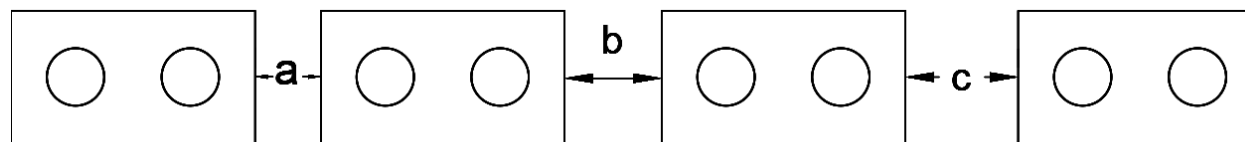
13 SX 5 2

21 RPP -12 35 -12 35 -10 10

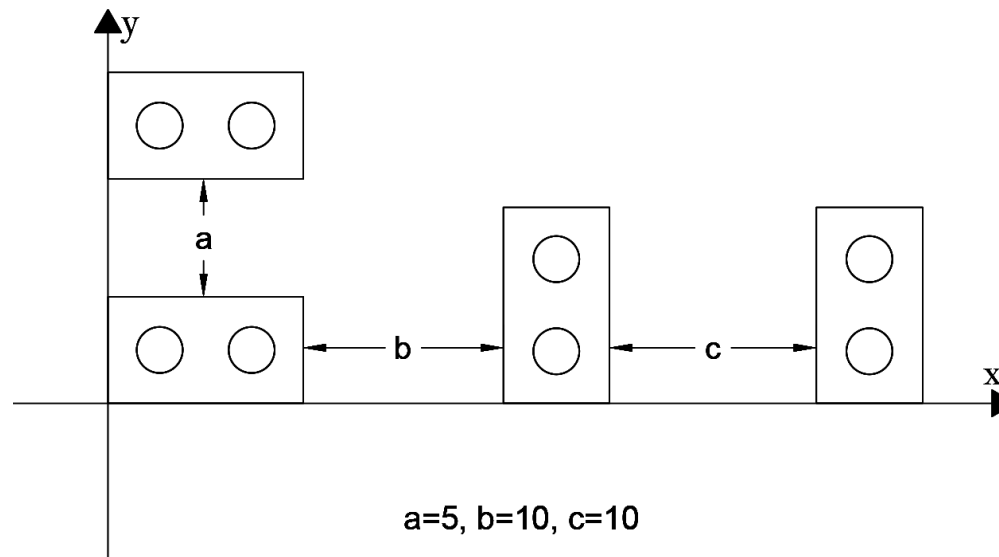


b

$R=2, a=8, b=18, c=12, d=10$



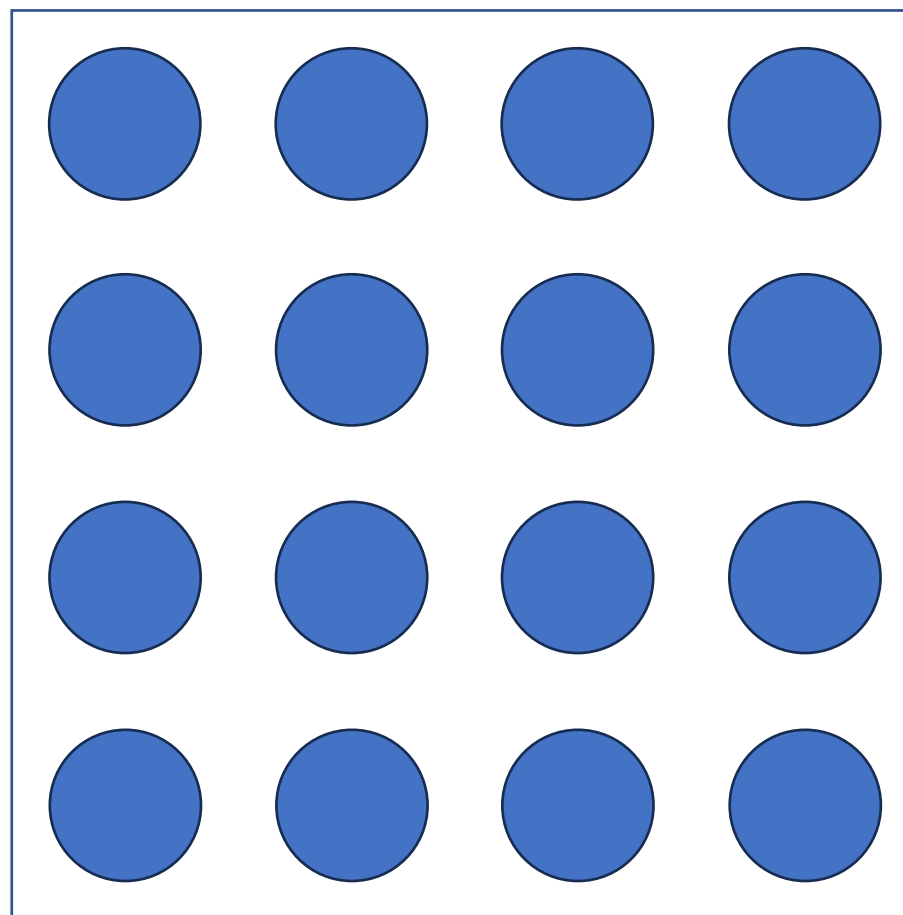
$a=5, b=8, c=10$



$a=5, b=10, c=10$



هندسه زیر را در نظر بگیرید که شامل ۱۶ کره کاملاً یکسان است که به صورت منظم کنار هم چیده شده‌اند. تعداد کره‌ها می‌تواند بسیار بیشتر و یا حتی در حد چند میلیون باشند.







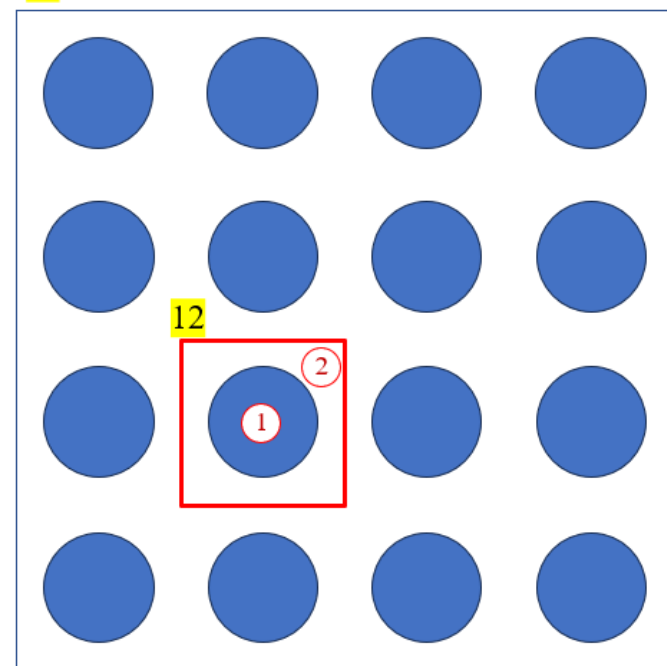
مربع فرضی قرمز رنگ را ببینید که داخل آن یک کره وجود دارد. هندسه ما چیدمان منظمی است از این واحد (مربع و شکل داخل آن) به بیان دیگر، مربع بزرگ (سطح ۱۱) به طور کامل با این واحد پر شده است در واقع مربع بزرگ با مربع قرمز (سطح ۱۲) پر شده است و مربع قرمز خودش با کره و فضای بیرون کره پر شده است

تا اینجا مکعب بزرگ را داریم که درون آن یک مکعب کوچک و کره داخل آن قرار دارد. باید مکعب کوچک در تمام فضای داخل مکعب بزرگ چیده شود. در واقع مکعب کوچک (سلول ۳) باید تکرار شود. برای اینکار در سلول ۳ عبارت  $lat=1$  را اضافه می کنیم

```
10 0 -11      fill=2
3 0 -12      u=2 lat=1 fill=4
22 0 12      u=2
C
1 0 -13 u=4
2 0 13 u=4
99 0 11 s
```

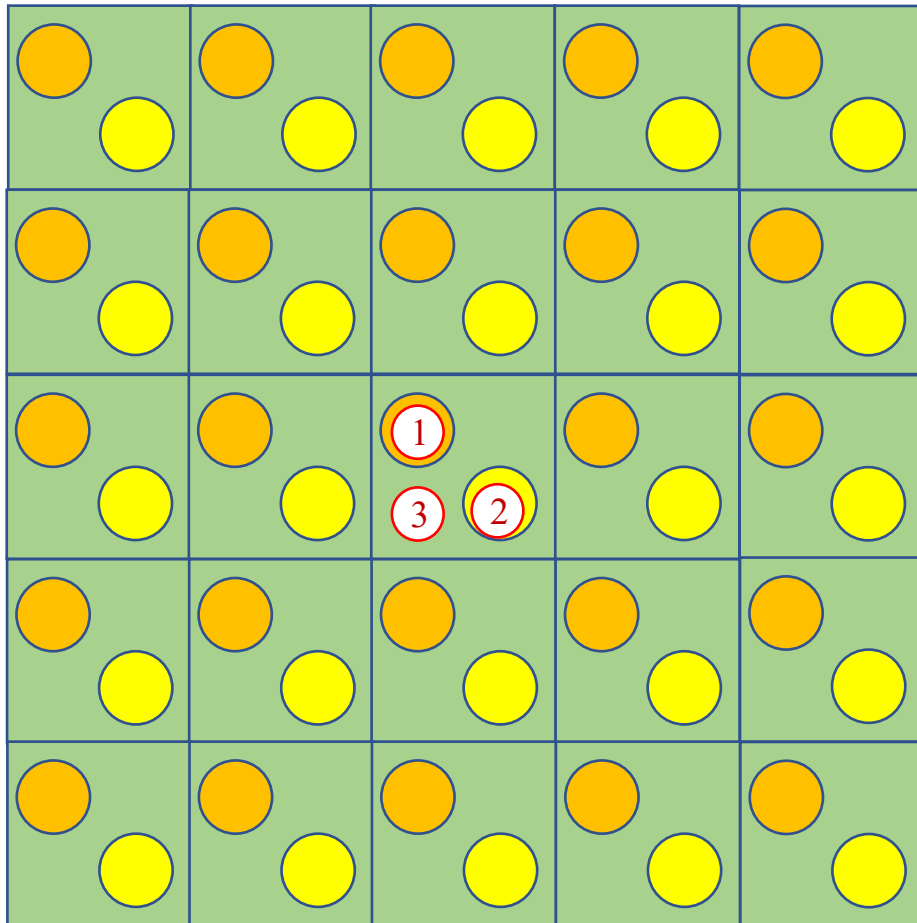
```
10 0 -11      fill=2
3 0 -12      u=2 fill=4
22 0 12      u=2
C
1 0 -13 u=4
2 0 13 u=4
99 0 11
```

11



$lat$  تنها می تواند برابر ۱ یا ۲ باشد

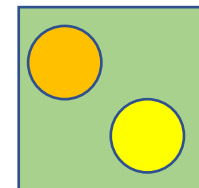
11



در این هندسه، مکعب شماره ۱۱ با واحد زیر پر شده است

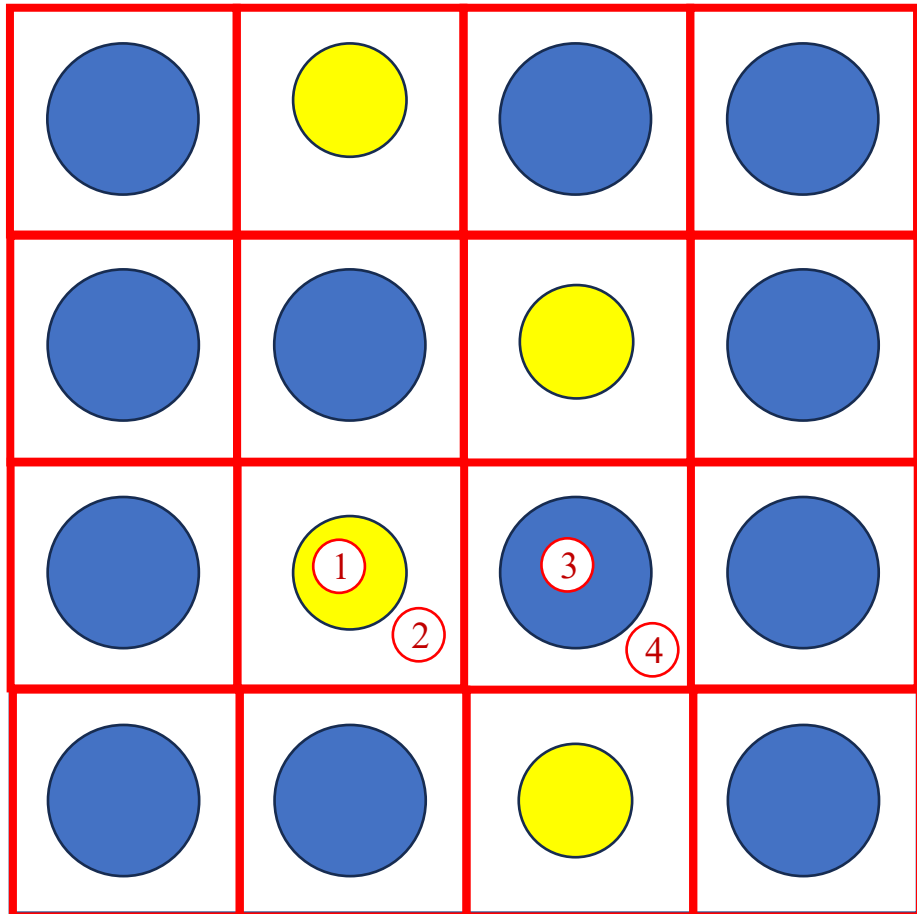
20 0 -11 fill=3  
30 0 -12 lat=1 u=3 fill=4  
1 0 -13 u=4  
2 0 -14 u=4  
3 0 13 14 u=4

12



نکته مهم:

مکعب های ۱۱ و ۱۲ (سلول اصلی و واحد تکرار شونده) نباید سطوح مشترک داشته باشند



در این شکل مکعب اصلی (سطح ۱۱) با مکعب های قرمز (سطح ۱۲) پر شده است اما مکعب قرمز با هندسه های متفاوتی پر شده است:

برخی با سلول های ۱ و ۲ پر شده اند و برخی دیگر با سلول های ۳ و ۴ پر شده اند در اینجا سلول های ۱ و ۲ را برابر مثلاً  $u=3$  و سلول های ۳ و ۴ را برابر مثلاً  $u=4$  تعریف می کنیم

99 0 11

98 0 -11 fill=5

97 0 -12 u=5 lat=1 fill=?

1 0 -13 u=3

2 0 13 u=3

3 0 -14 u=4

4 0 14 u=4



$(-1,2,0)$	$(0,2,0)$	$(1,2,0)$	$(2,2,0)$
$(-1,1,0)$	$(0,1,0)$	$(1,1,0)$	$(2,1,0)$
$(-1,0,0)$	$(0,0,0)$	$(1,0,0)$	$(2,0,0)$
$(-1,-1,0)$	$(0,-1,0)$	$(1,-1,0)$	$(2,-1,0)$

هر کدام از خانه‌های شبکه‌بندی شده دارای یک آدرس یا مختصات هستند. محلی که مکعب کوچک قرار دارد دارای مختصات  $(0,0,0)$  است. مختصات بقیه نسبت به آن سنجیده می‌شود. به کمک این آدرس‌ها می‌توانیم پر شدن خانه‌ها را مدیریت کنیم.  
برای آدرس دادن از فرمت زیر استفاده می‌کنیم:

Fill=0:0 0:0 0:0

این خانه  $(0,0,0)$  را مشخص می‌کند

Fill=-1:-1 2:2 0:0

این خانه  $(-1,2,0)$  را مشخص می‌کند

Fill=-1:2 0:0 0:0

این چهار خانه را مشخص می‌کند:

$(-1,0,0)$  ,  $(0,0,0)$  ,  $(1,0,0)$  ,  $(2,0,0)$

در ادامه همان خط مشخص می‌کنیم که خانه‌هایی که آدرس داده‌ایم با کدام  $u$  پر می‌شوند

Fill=0:0 0:0 0:0 3

Fill=-1:-1 2:2 0:0 4

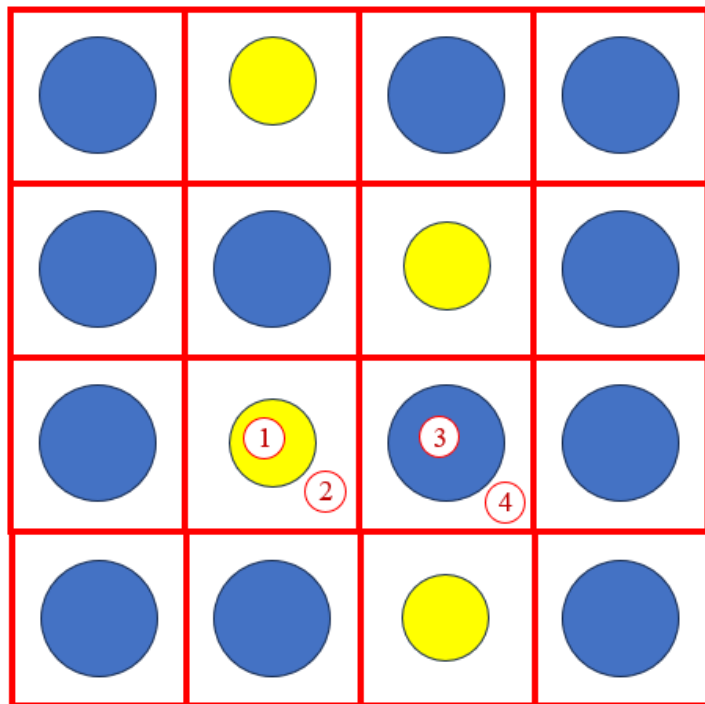
Fill=-1:2 0:0 0:0 3 4 3 3

$u=3$  با  $(-1,0,0)$

$u=4$  با  $(0,0,0)$

$u=4$  با  $(1,0,0)$

$u=3$  با  $(2,0,0)$  پر می‌شوند



$(-1,2,0)$	$(0,2,0)$	$(1,2,0)$	$(2,2,0)$
$(-1,1,0)$	$(0,1,0)$	$(1,1,0)$	$(2,1,0)$
$(-1,0,0)$	$(0,0,0)$	$(1,0,0)$	$(2,0,0)$
$(-1,-1,0)$	$(0,-1,0)$	$(1,-1,0)$	$(2,-1,0)$

99 0 11  
 98 0 -11 fill=5  
 97 0 -12 u=5 lat=1 fill=-1:2 -1:2 0:0

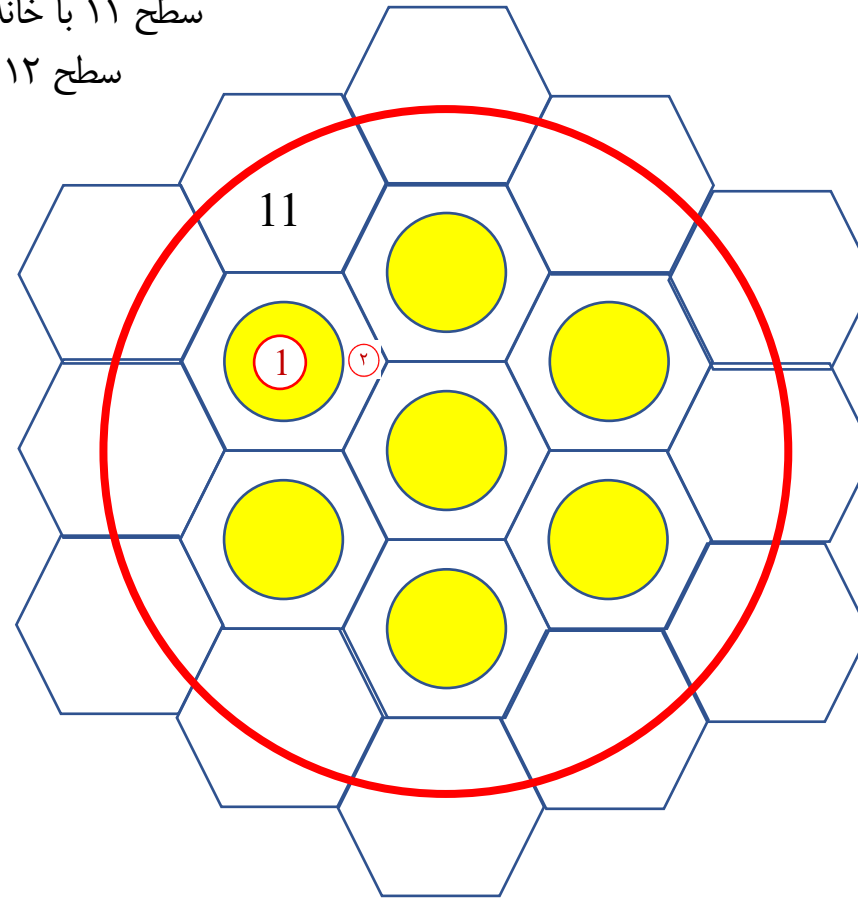
4 4 3 4  
 4 3 4 3  
 4 4 3 4  
 4 3 4 4

1 0 -13 u=3  
 2 0 13 u=3  
 3 0 -14 u=4  
 4 0 14 u=4

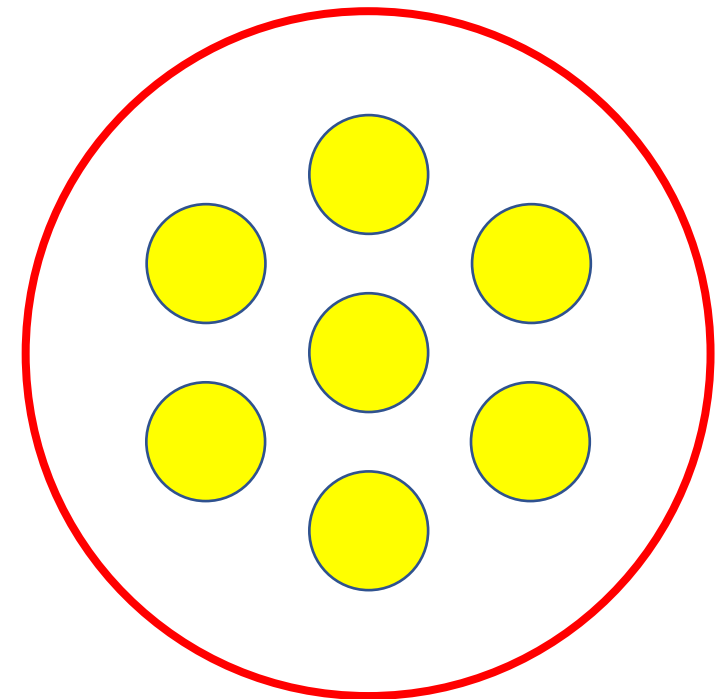
کره‌ها در خانه‌هایی شش ضلعی شکل چیده شده‌اند

سطح ۱۱ با خانه‌هایی که با سطح ۱۲ تعریف شده‌اند پر شده است  
سطح ۱۲ نیز خودش با سلول‌های ۲ و ۳ پر شده است

99 0 11  
98 0 -11 fill=7  
97 0 -12 u=7 lat=2 fill=



هندسه زیر را در نظر بگیرید

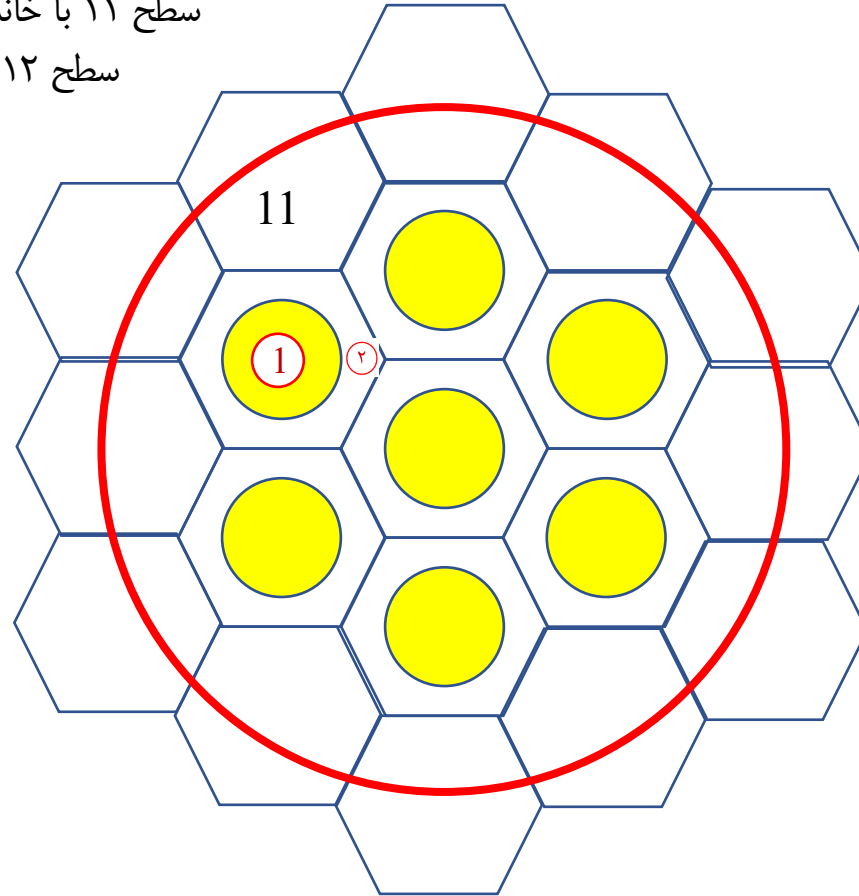


کره‌ها در خانه‌هایی شش ضلعی شکل چیده شده‌اند

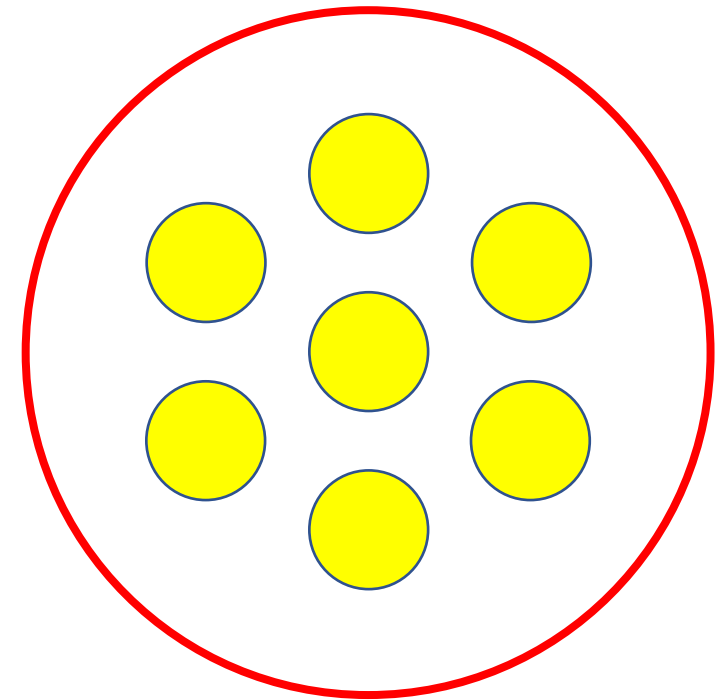
سطح ۱۱ با خانه‌هایی که با سطح ۱۲ تعریف شده‌اند پر شده است  
سطح ۱۲ نیز خودش با سلول‌های ۲ و ۳ پر شده است

99 0 11  
98 0 -11 fill=7  
97 0 -12 u=7 lat=2 fill=4  
1 0 -13 u=4  
2 0 13 u=4

با این دستورات تمام خانه‌های شش ضلعی  
با سلول‌های ۱ و ۲ پر می‌شوند. اما در اینجا  
بعضی خانه‌ها خالی هستند لذا باید پر شدن  
را مدیریت کنیم



هندسه زیر را در نظر بگیرید



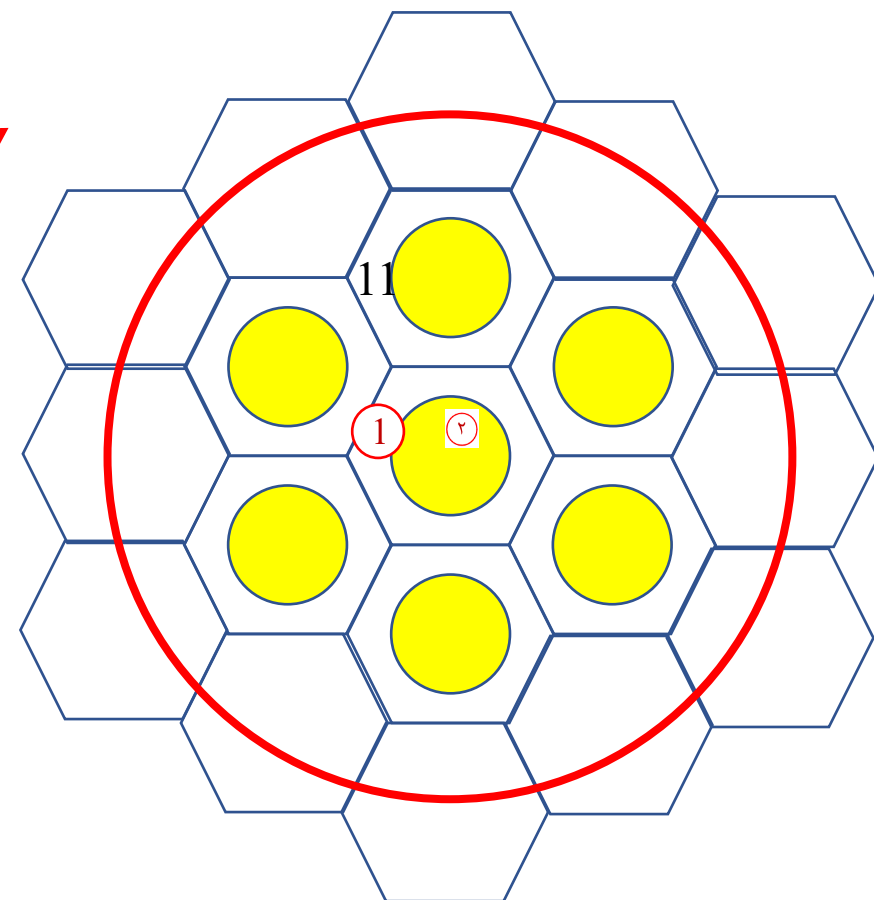
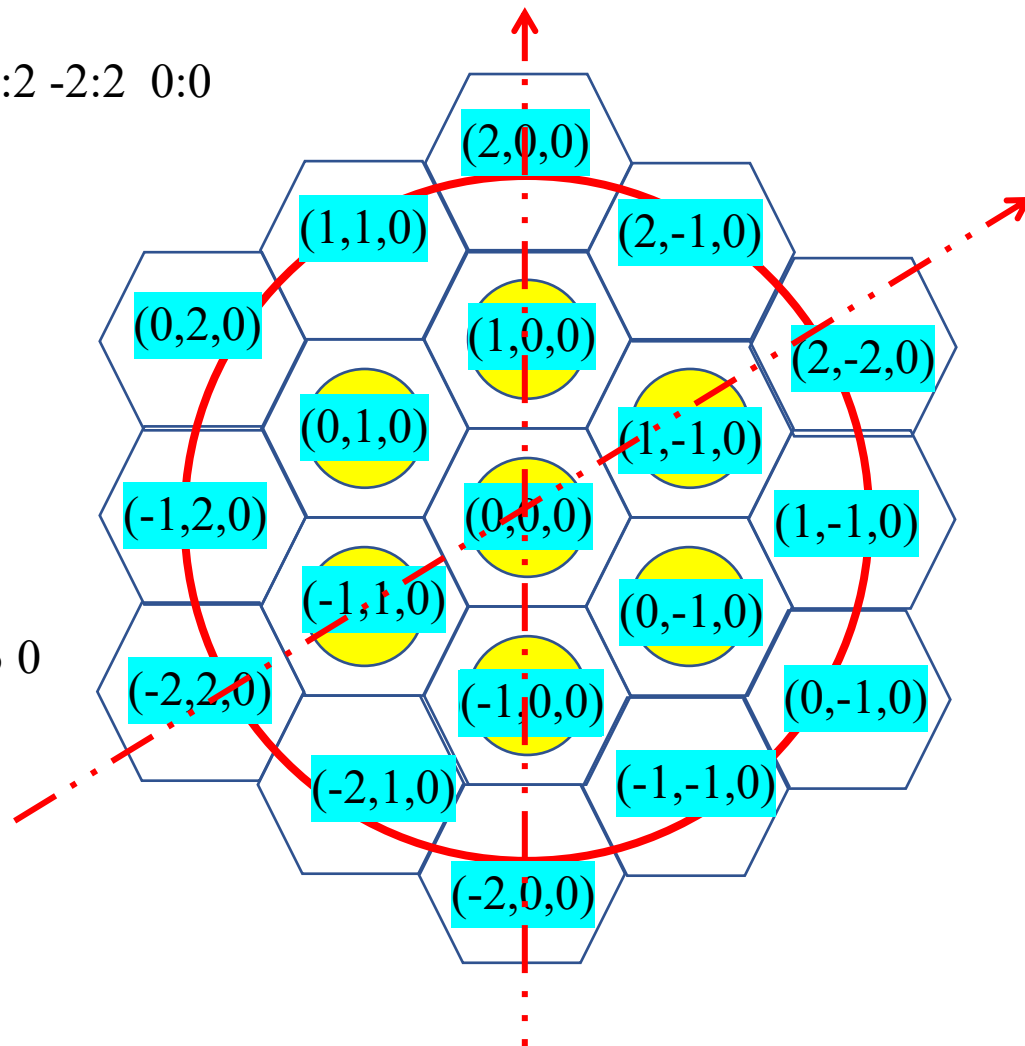


99 0 11  
98 0 -11 fill=7  
97 0 -12 u=7 lat=2 fill= -2:2 -2:2 0:0

0 0 0 0 0  
0 0 4 4 0  
0 4 4 4 0  
0 4 4 0 0  
0 0 0 0 0

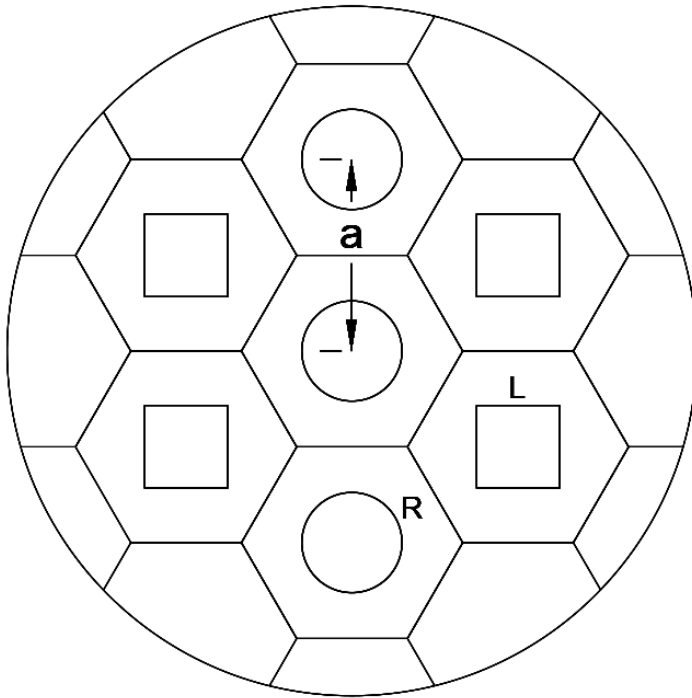
1 0 -13 u=4  
2 0 13 u=4

11 RCC 0 0 -10 0 0 20 12  
12 HEX 0 0 -10 0 0 20 0 3 0  
13 RCC 0 0 -10 0 0 20 2

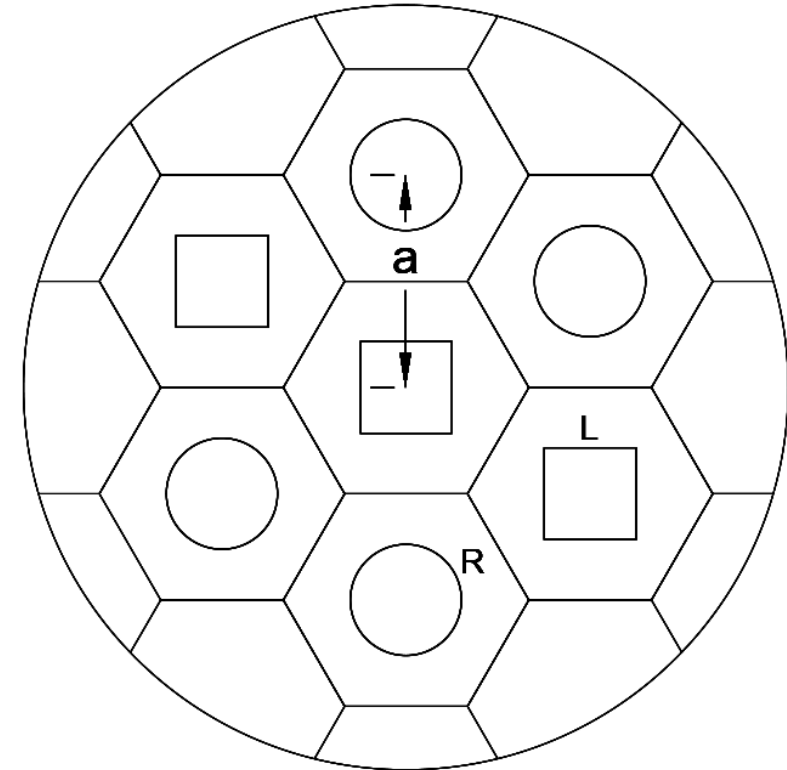




تمرین



$H=20, R=0/5, a=2, L=0/5$



$H=20, R=0/5, a=2, L=0/5$



پایان

جلسه هفتم

موفق باشید!  
کاسه ساز