

BÁSICO MCNP6

CURSO ESFM-IPN

Arturo Delfín Loya

<https://github.com/arturodelfin/MCNP-Lectures>

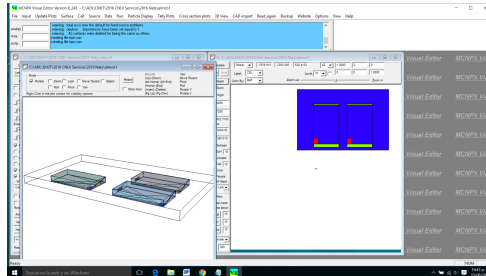
Agosto, 2016



instituto nacional de
investigaciones nucleares



- ▶ Geometría Básica
- ▶ Tarjeta de Celdas
- ▶ Tarjeta de Superficies
- ▶ Tarjeta de Datos



Línea de Título ... (requerido)

Tarjeta de Celdas

.....

.....

Línea en blanco (separador)

Tarjeta de Superficies

.....

.....

Línea en blanco (separador)

Tarjeta de Datos

.....

.....

Línea en blanco (separador)

... Estas líneas son ignoradas

... puede incluir notas

- * Los nombres de las tarjetas inician en las primeras 5 columnas
- * 80 columnas o menos por línea
- * Formato de campo libre
- * No se diferencian mayúsculas y minúsculas: UC, lc, mezclado
- * Continuación: 5 espacios en blanco o &
- * Tarjetas de comentarios empiezan con "c " o "C "
- * Comentario sobre la línea empieza con "\$ "
- * Para la mayoría de los números, estos son los mismos:
1 1. 1.0 1e0 1e+00 1.0e+0
- * Unidades; Longitud: cm, Masa: g
Energía y Temperatura: *MeV*
Densidad atómica: *átomos/(barn-cm)*
Tiempo: $\text{shakes} = 1e^{-8} \text{ seg}$
 $1 \text{ barn} = 10^{-24} \text{ cm}^2$

Ejemplo: Archivo de Entrada Sencillo

P-02 Básico MCNP

4/51

Criticidad - Empleando ksrc & superficies \$ TITULO

```
c
c INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
c Elaboro: ADL
c Email: arturo.delfin@inin.gob.mx
c
c -- Fecha de elaboracion del archivo de entrada: --
c 4 de Julio de 2016
c
```

Tarjeta de Celdas

\$ COMENTARIO

```
c
10 100 -18.74 -10 $ CELDAS
20 0 +10 $ CELDAS
$ NOTA: LINEA EN BLANCO !!!
```

Tarjeta de Superficies

\$ COMENTARIO

```
c
10 so 9.538 $ SUPERFICIES
$ NOTA: LINEA EN BLANCO !!!
$ COMENTARIO
```

Tarjeta de Datos

```
c
kcode 1000 1.0 10 50
ksrc 0.0 0.0 0.0 $ COLOCACIÓN DE LA FUENTE
imp:n 1.0 0.0 $ importancia del neutron para la
c celda 10 y 20 respectivamente
m100 92235 -0.9473 $ MATERIALES
92238 -0.0527 $ MATERIALES
```

c Fin de archivo

5 o más espacios
para continuación

Celda 20
Material=Vacío
imp:n=0

Celda 10
Material 10
imp:n=1

Superficie 10

Las CELDAS son la unidad básica de la geometría

- Volumen de espacio delimitado por superficies
- Sistema de coordenadas cartesianas
- Cálculo de volúmenes para celdas sencillas, NO para complicadas

Las CELDAS se emplean para:

- Construcción del modelo
- Especificación de los materiales
- Métodos de reducción de varianza
- Desarrollo de Tallies

Todo el espacio debe ser definido

- Cada punto XYZ se encuentran ya sea en una superficie o dentro de una celda definida de forma única
- Al menos una celda describirá el exterior del problema (mundo exterior)

Estructuras repetidas y capacidad de generar mallas

- Las celdas pueden contener geometría definida - mallas o estructura repetida

Puede tomar el complemento de una celda

- #100 implica que todo el espacio NO está en la celda 100
-

Tarjeta de Celdas MCNP (2)

P-02 Básico MCNP

6/51

Celda #	Material #	Densidad	Lista de Superficies	Datos de Celda
10	300	9.65e-2	1 -2 3 -4 5 -6	
	Densidad	positiva	<i>atm/bar - cm</i>	
10	300	-1.0	1 -2 3 -4 5 -6	imp:n=1.0
	Densidad	negativa	<i>g/cm³</i>	
20	0		-7:8 -9	
	Vacío	Material #=0	Omitir densidad	

Superficies se usan para definir espacios

- * El signo define el "sentido" de la superficie (+ o -)
por superficies
- * Combinado con operadores boléanos
intersección espacio
unión :

Ecuaciones de primer, segundo y cuarto orden

- * Plano
- * Esfera
- * Cilindro
- * Cono
- * Elipsoide, hiperboloide, paraboloides
- * Toroide

Macrobodyes

- * Cuerpos primitivos: caja, cilindro finito, hexagonal, cuña . . .
- * MCNP traslada internamente los cuerpos a superficies

Se puede especificar una superficie dando unos cuantos puntos

Tipos de superficie de contorno especial

- * Reflector (espejo) *10
- * Blanco (isotrópico) +10
- * Periódico (ver manual)

Calcula la mayoría de las áreas de superficie

Tarjeta de Superficies MCNP (2)

P-02 Básico MCNP

8/51

Superficie #	Nombre	Datos			
10	px	5.0			
	Plano normal	al eje-x	$x - D = 0$		Dato = D
50	so	1.1			
	Esfera en el	origen	$x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0$		Dato = R
30	rcc	-6.0 0.0 0.0	12.0 0.0 0.0		4.0
	Cilindro circular	recto			
	* Centro de la base	(-6.0, 0.0, 0.0)			
	* Altura de la lata	12 <i>cm</i>	sobre el eje-x		
	* Radio	4 <i>cm</i>			

Tarjeta de Superficies MCNP (3)

P-02 Básico MCNP

9/51

Mnemonic	Tipo	Descripción	Ecuación	Tarjeta de Entradas
P PX PY PZ	plane	general normal to x -axis normal to y -axis normal to z -axis	$Ax + By + Cz - D = 0$ $x - D = 0$ $y - D = 0$ $z - D = 0$	$A \ B \ C \ D$ D D D
SO S SX SY SZ	sphere	centered at origin general centered on x -axis centered on y -axis centered on z -axis	$x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0$ $(x - \bar{x})^2 + (y - \bar{y})^2 + (z - \bar{z})^2 - R^2 = 0$ $(x - \bar{x})^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0$ $x^2 + (y - \bar{y})^2 + z^2 - R^2 = 0$ $x^2 + y^2 + (z - \bar{z})^2 - R^2 = 0$	R $\bar{x} \ \bar{y} \ \bar{z} \ R$ $\bar{x} \ R$ $\bar{y} \ R$ $\bar{z} \ R$
C/X C/Y C/Z CX CY CZ	cylinder	parallel to x -axis parallel to y -axis parallel to z -axis on x -axis on y -axis on z -axis	$(y - \bar{y})^2 + (z - \bar{z})^2 - R^2 = 0$ $(x - \bar{x})^2 + (z - \bar{z})^2 - R^2 = 0$ $(x - \bar{x})^2 + (y - \bar{y})^2 - R^2 = 0$ $y^2 + z^2 - R^2 = 0$ $x^2 + z^2 - R^2 = 0$ $x^2 + y^2 - R^2 = 0$	$\bar{y} \ \bar{z} \ R$ $\bar{x} \ \bar{z} \ R$ $\bar{x} \ \bar{y} \ R$ R R R

Tarjeta de Superficies MCNP (4)

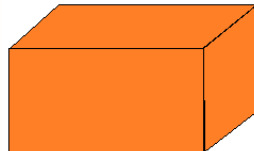
P-02 Básico MCNP

10/51

Mnemonic	Tipo	Descripción	Ecuación	Tarjeta de Entradas
SQ	ellipsoid hyperboloid paraboloid	axis parallel to x -, y -, or z -axis	$A(x - \bar{x})^2 + B(y - \bar{y})^2 + C(z - \bar{z})^2 + 2D(x - \bar{x}) + 2E(y - \bar{y}) + 2F(z - \bar{z}) + G = 0$	$A \ B \ C \ D \ E$ $F \ G \ \bar{x} \ \bar{y} \ \bar{z}$
GQ	cylinder, cone ellipsoid paraboloid hyperboloid	axis not parallel to x -, y -, or z -axis	$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dxy + Eyz + Fzx + Gz + Hy + Jz + K = 0$	$A \ B \ C \ D \ E$ $F \ G \ H \ J \ K$
TX	elliptical or circular torus.		$(x - \bar{x})^2/B^2 + (\sqrt{(y - \bar{y})^2 + (z - \bar{z})^2} - A)^2/C^2 - 1 = 0$	$\bar{x} \ \bar{y} \ \bar{z} \ A \ B \ C$
TY	Axis is parallel to x -,		$(y - \bar{y})^2/B^2 + (\sqrt{(x - \bar{x})^2 + (z - \bar{z})^2} - A)^2/C^2 - 1 = 0$	$\bar{x} \ \bar{y} \ \bar{z} \ A \ B \ C$
TZ	y -, or z -axis		$(z - \bar{z})^2/B^2 + (\sqrt{(x - \bar{x})^2 + (y - \bar{y})^2} - A)^2/C^2 - 1 = 0$	$\bar{x} \ \bar{y} \ \bar{z} \ A \ B \ C$
XYZP	surfaces defined by points – see pages 3-15 to 3-17			

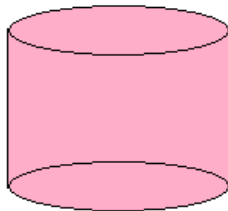
Paralelepípedo Rectangular

- ▶ RPP xmin xmax ymin ymax zmin zmax
- ▶ Para infinito en una dirección, use min=0 & max=0



Cilindro Circular Recto

- ▶ RCC Vx Vy Vz Hx Hy Hz R
- ▶ Vx Vy Vz = Centro de la base
- ▶ Hx Hy Hz = Eje del cilindro, magnitud=altura
- ▶ R = Radio



Otros

- ▶ ARB, BOX, ELL, HEX, REC, RHP, TRC, WED

$$F(x, y, z) = S$$

dónde:

- ▶ $F=0$ es una ecuación de superficie
- ▶ x, y, z coordenadas arbitrarias 3D
- ▶ S resultado de punto xyz en la ecuación

S es el "sentido" de un punto con respecto a la superficie

- ▶ $S > 0$ punto fuera de la superficie
- ▶ $S = 0$ punto está en la superficie
- ▶ $S < 0$ punto dentro de la superficie

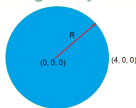
Para macrobodies

- ▶ el interior del cuerpo se define para tener sentido negativo
- ▶ fuera del cuerpo se tiene sentido positivo

SO Eq. de Superficie - esfera en el origen

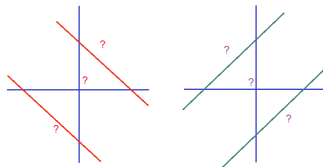
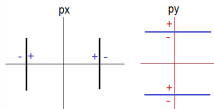
- ▶ $x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = S$ $R = 3,0$
- ▶ sustituye $(0, 0, 0)$, y encuentra S
- ▶ $0^2 + 0^2 + 0^2 - 3^2 =$ negativo
- ▶ dentro de la esfera se tiene sentido negativo

Ejemplo



- ▶ sustituye $(4, 0, 0)$, y encuentra S
- ▶ $4^2 + 0^2 + 0^2 - 3^2 =$ **positivo**
- ▶ el punto $(4, 0, 0)$ tiene sentido **positivo**
- ▶ **fuera de la esfera tiene sentido positivo**

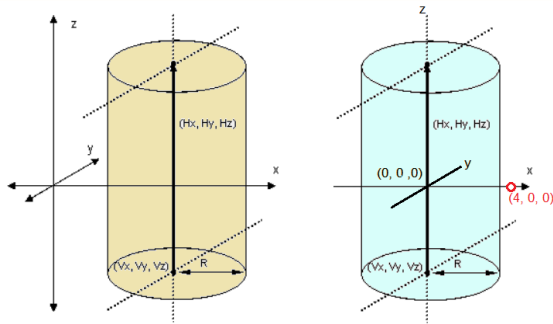
Planos



Nota:

El sentido depende de la normalización de la ecuación de la superficie. Multiplicando ambos lados de la ecuación por -1 cambia el sentido. En caso de duda, elegir un punto (x, y, z) conveniente, sustituir en la expresión de superficie para encontrar el sentido, $+$ o $-$.

Cilindro

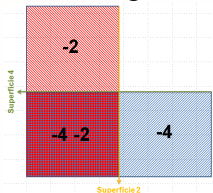


- ▶ dentro del cilindro tiene sentido **negativo**
- ▶ fuera del cilindro tiene sentido **positivo**

Operador **Intersección**
espacio entre las superficies

-2 -4 quiere decir

- ▶ sentido negativo wrt 4 y
- ▶ sentido negativo wrt 2

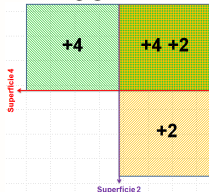


únicamente el cuadrante coloreado con rojo y azul

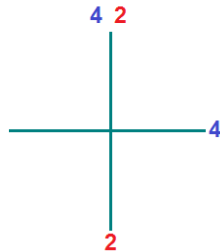
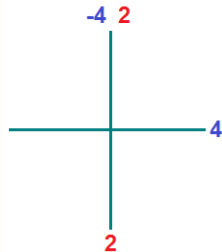
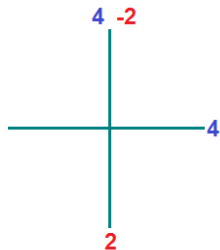
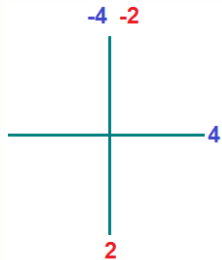
Operador **Unión**
":" entre las superficies

+2 : +4 quiere decir

- ▶ sentido positivo wrt 2 o
- ▶ sentido positivo wrt 4 o
- ▶ AMBOS



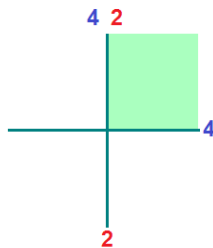
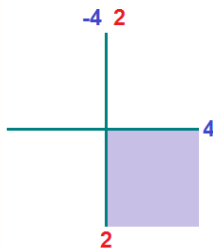
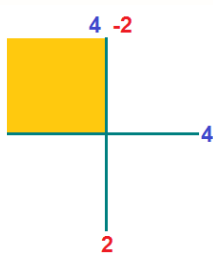
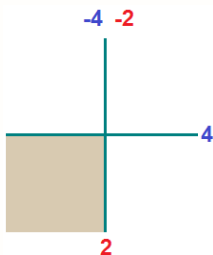
Sólo un criterio de sentido es necesario cumplir para que un punto esté por encima de 4 o del lado derecho de 2 o ambos

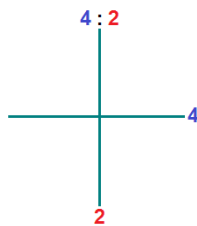
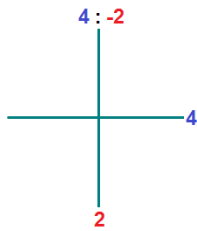
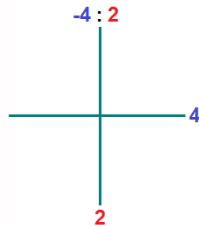
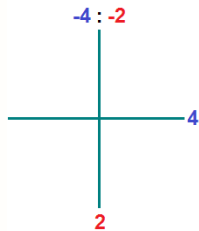


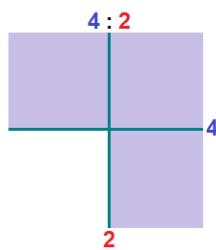
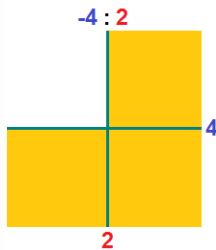
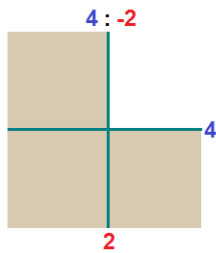
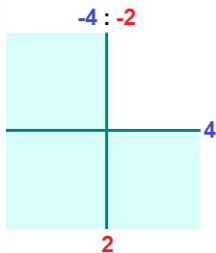
Geometría en MCNP (3)

P-02 Básico MCNP

17/51







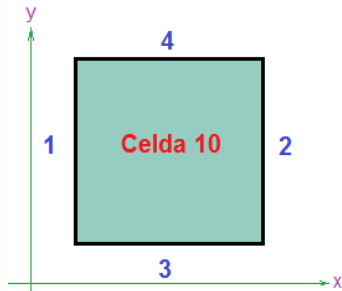
Superficies

1	px	-5.0
2	px	5.0
3	py	-5.0
4	py	5.0

Definición de intersección lógica para la celda 10

+1 -2 +3 -4

Todos los criterios de sentido, deben ser ciertos para los puntos en la celda 10



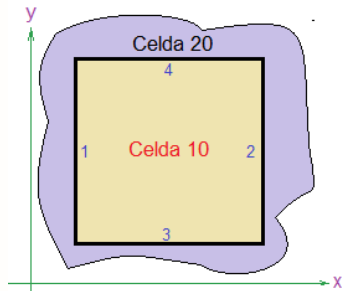
Superficies

1	px	-5.0
2	px	5.0
3	py	-5.0
4	py	5.0

Definición de unión lógica para la celda 20

-1 : 2 : -3 : 4

Sólo uno (o más) criterios de sentido, debe cumplirse para los puntos de la celda 20



Operador Complemento "#"
antes del número de celda

Celda 10 es:

+1 -2 +3 -4

Celda 20 es:

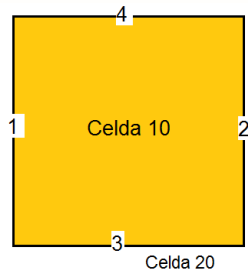
-1 : +2 : -3 : +4

Cada + es -; cada " " es ":"

Cell 20 es la opuesta (complemento) de la Cell 10

Definición de la celda 20 usando el operador complemento

20 0 # 10



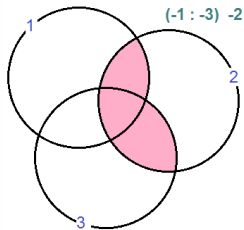
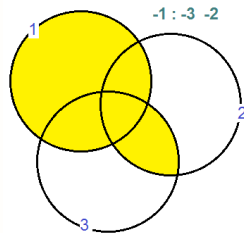
El manual MCNP desalienta el uso del operador complemento, alegando que puede dar lugar a seguimiento ineficiente.

Las intersecciones ":" deben hacerse antes que las uniones

$-1 : -3 -2$ es **equivalente a** $-1 : (-3 -2)$

Ejemplo

$-1 : -3 -2$ **NO** es lo mismo que $(-1 : -3) -2$



Mn ZAID1 fracción1 ZAID2 fracción2 . . .

- ▶ n = número de material
- ▶ ZAID = identificador del elemento o nuclido: ZZZAAA
- ▶ ZZZ = número atómico; AAA = masa atómica

Ejemplos:

- ▶ $^{235}\text{U} \Rightarrow 92235$; $^{16}\text{O} \Rightarrow 8016$; $\text{Cu} \Rightarrow 29000$
 - ▶ Fracción: positiva = fracción atómica ZAID
 - ▶ Fracción: negativa = fracción másica ZAID
-
- ▶ MCNP normaliza las fracciones para un material, la suma = 1.0
 - ▶ Densidad (g/cm^3 o átomos/barn-cm) proviene de las tarjetas de celda

Las tarjetas de celda y materiales deben ser consistentes

- La densidad global del material (g/cm^3 o átomos/barn-cm proviene de las tarjetas de celda en que se utiliza el material
- Fracciones atómicas o másicas en una tarjeta de material se normalizan para sumar 1.0

Ejemplos de tarjeta de celda correspondiente a tarjeta de materiales

10	100	-1.0	1 -2 ...	\$ cell	mat 100, 1 g/cm^3
.....					
m100	1001 2	8016 1		\$ mat H2O	empleando frac. atómica
10	100	0.100	1 -2 ...	\$ cell	mat 100, 0.1 $at/b-cm$
.....					
m100	1001 2	8016 1		\$ mat H2O	
10	100	0.100	1 -2 ...	\$ cell	mat 100, 0.1 $at/b-cm$
.....					
m100	1001 0.06667	8016 0.0333		\$ mat H2O	

Cada celda debe tener una "importancia" para cada tipo de partícula

- ▶ **Imp:n** para neutrones, **imp:p** para fotones, ..., para cada celda
- ▶ **Importancia = 1**
- ▶ **La partícula recorre la celda en forma normal**
- ▶ **Importancia = 0**
- ▶ **Las partículas que entran en la celda, mueren**
- ▶ **Fuera del universo, normalmente, imp:x=0, x cualquier partícula**
- ▶ **Importancia = cualquier valor**
- ▶ **Recorre al desdoblamiento y/o a la ruleta rusa**
- ▶ **Se utiliza para la reducción de la varianza**
- ▶ **Importancias pueden colocarse en bloque de la tarjeta de datos (1 entrada para cada celda)**
- ▶ **imp:n 1 2 1 0**
- ▶ **O después de las superficies de cada tarjeta de celda: 20 0 -7:8:-9 imp:n=1**

Problema de Ejemplo (1)

P-02 Básico MCNP

27/51

Cell 10:

Radio = **12.49 cm**

Altura = **39.24 cm**

Densidad = **9.927e-2 at/b-cm**

Cell 30:

Espesor del tanque = **0.3 cm**

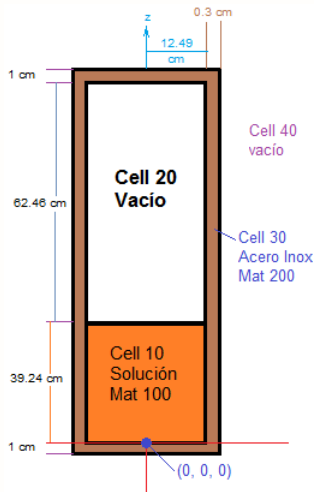
Espesor de la base = **1.0 cm**

Espesor de la tapa = **1.0 cm**

Altura interna = **101.7 cm**

Densidad = **8.6360e-2 at/b-cm**

Las dimensiones y especificaciones de materiales se recopilaron del ejemplo usado en la Sección 5.3 del MCNP Criticality Primer (Solución=Nitrato de Plutonio)



Problema de Ejemplo (2)

P-02 Básico MCNP

28/51

Material 100		Material 200	
rho = 9.927e-2		rho = 8.636e-2	
1001	6.0070e-2	24050	7.1866e-4
8016	3.6540e-2	24052	1.3859e-2
7014	2.3699e-3	24053	1.5715e-3
94239	2.7682e-4	24054	3.9117e-4
94240	1.2214e-5	26054	3.7005e-3
94241	8.3390e-7	26056	5.8090e-2
94242	4.5800e-8	26057	1.3415e-3
		26058	1.7853e-4
		28058	4.4318e-3
		28060	1.7071e-3
		28061	7.4207e-5
		28062	2.3661e-4
		28064	6.0256e-5

Material 100 - Solución de Nitrato-Pu

Material 200 - Contenedor de SS

Vacío fuera del contenedor y dentro-arriba de la solución

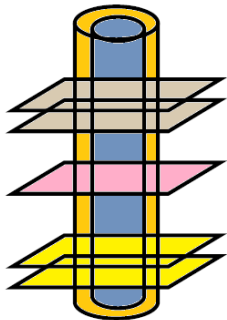
Guarde el archivo de entrada que acaba de crear con la geometría problema (celdas y superficies en MCNP) y, a continuación:

- ▶ Corte y pegue de la tarjeta de **DATOS** del archivo ipn3, que se encuentra en el folder de **Soluciones**
- ▶ Incluya las tarjetas **KCODE**, **KSRC**, **M100**, **MT100**, **M200**
- ▶ La tarjeta **mt100 lwtr**, recurre al tratamiento térmico para la dispersión a través de $S(\alpha, \beta)$ para el hidrógeno en el material 100

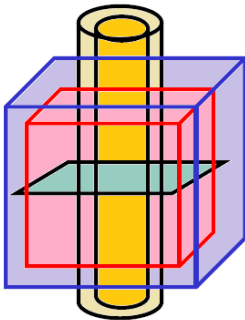
Problema de Ejemplo (3)

P-02 Básico MCNP

29/51



2 cilindros infinitos en z
+ 5 planos

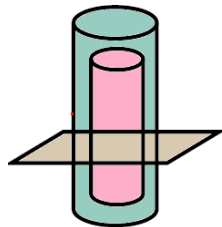


2 cilindros infinitos en z
+ 2 cuerpos RPP
+1 plano



3 cuerpos RCC

Desarrollar este



2 cuerpos RCC
+1 plano

Construcción de un tanque simple

Cell 10 - **material 100**

Cell 20 - **vacío**

Cell 30 - **material 200**

Cell 40 - **vacío**

Use ksrc, en el centro de la **Cell 10**

Use **1000 neutrones/ciclo**

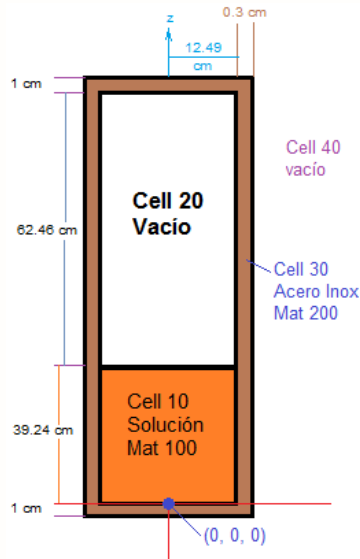
Descargue 25 ciclos, **ejecute 100 en total**

No olvide **imp:n**

Edite el archivo **ipn3**

Grafique

Evalúe k_{eff}



ipn3 - Cilindro simple

```

f
c -- Fecha de elaboracion del archivo de entrada: --
c 4 de Julio de 2016
c
c Tarjeta de Celdas $ COMENTARIO
c
10 100 9.9270e-2 -10 -30 imp:n=1 $ Solucion
20 0 -10 +30 imp:n=1 $ Vacio arriba-solucion
30 200 8.6360e-2 10 -20 imp:n=1 $ Lata
40 0 20 imp:n=0 $ Exterior vacío
c ..... sigue linea en blanco

c Tarjeta de Superficies
c
10 RCC 0. 0. 0. 0. 0. 101.7 12.49 $ Interior de la lata
20 RCC 0. 0. -1. 0. 0. 103.7 12.79 $ Exterior de la lata
30 pz 39.24 $ Altura de la solucion
c ..... sigue linea en blanco

c Tarjeta de Datos $ COMENTARIO
c
kcode 1000 1.0 25 100 $ Calculo de criticidad
ksrc 0.0 0.0 19.62 $ Posicion de la fuente
c

```

```

m100 1001 6.0070e-2 $ Material de la solucion Pu(NO3)3
      8016 3.6540e-2
      7014 2.3699e-3
      94239 2.7682e-4
      94240 1.2214e-5
      94241 8.3390e-7
      94242 4.5800e-8
mt100 lwtr
c
m200 24050 7.1866e-4 $ Material de la lata
      24052 1.3859e-2
      24053 1.5715e-3
      24054 3.9117e-4
      26054 3.7005e-3
      26056 5.8090e-2
      26057 1.3415e-3
      26058 1.7853e-4
      28058 4.4318e-3
      28060 1.70713e-3
      28061 7.4207e-5
      28062 2.3661e-4
      28064 6.0256e-5
c ..... sigue linea en blanco

```

**keff = 0.88778 with an
estimated standard
deviation of 0.00363**

Manual MCNP, Capítulo 1

mcnp6 i=ipn3 o=out01 tasks 8 . . . [demás opciones]

Nombre del archivo por defecto	Descripción	Opciones	Operación
inp	Archivo de entrada	i	Procesa archivo de entrada
outp	Archivo de salida ascii	p	Grafica geometría
runtpe	Reinicio, archivo binario	x	Procesa x-sec's
mctal	Resultados de Tallies en ascii	r	Transporte de partículas
meshtal	Tallies mesh	z	Grafica resultados de tallies
	default: ixr		Gráfica de secciones eficaces

Ejemplos:

mcnp6 inp=ipn3 out=ipn3o run=ipn3 ip

mcnp6 i=adl mcnp6 name=ipn3

mcnp6 i=ipn3 ixz

Graficado de la geometría

mcnp6 i=ipn3 ip \Leftarrow Archivo de entrada y graficado de la geometría

Ejecutar un problema: **mcnp6 i=inp**

- Archivos que se crean

outp	Archivo de salida
runtpe	Reinicio, archivo binario
mctal	Archivo Tally (si está) configurada la tarjeta de prdmp)
srctp	Fuente para restablecer
comout	para el grafico

Cambia la última letra, si el archivo ya existe.

Graficado de la geometría

Ejecutar un problema: mcnp6 n=prob. i=prob.txt		
- Archivos que se crean		
	prob.o	archivo de salida
	prob.r	Archivo de reinicio
	prob.m	Archivo Tally
	prob.s	fuentes
	prob.c	(Si hay graficado)

Aborta si alguna de ellas existen - MCNP no sobrescribe estos archivos.

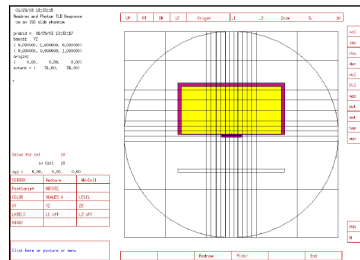
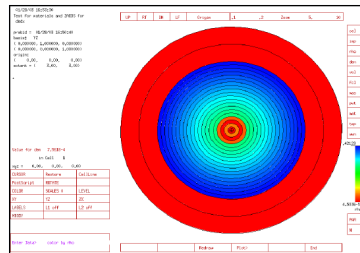
Graficado de la geometría

Interactivo, cortes 2-dimensiones

Muestra errores con líneas en **rojo discontinuas**

Muestra variables del problema que se requieran:

- ▶ números de celda y superficies
- ▶ una cara (de varias) de macrobodies
- ▶ importancias `imp:n`
- ▶ variables de las mallas `u`, `lat`, `fill`, `level`
- ▶ propiedades de los materiales `rho`, `den`, ...
- ▶ parámetros de reducción de varianza
- ▶ pesos de las ventanas de mallas "forward adjoint"



Comandos de gráfico

ORIGEN	X Y Z	Posición central de la
o	15.0 0.0 0.0	ventana de gráficos en (X, Y, Z)
EXTENSIÓN	EH	Escala de la gráfica con extensión EH
ex	25.0	EH más pequeño, vista más cercana
PX VX	px 3.0	Establece la vista de plano en x=VX
PY VY	py 5.0	Establece la vista de plano en y=VY
PZ VZ	pz 0.01	Establece la vista de plano en z=VZ

Otras opciones y comandos - consulte el manual MCNP, Apéndice B

* Número de historias que debe ser corrida (problemas de fuente fija):

NPS **N**

- ▶ Monte Carlo termina su cálculo después de que N historias han llevado a cabo.
- ▶ En una corrida continua, NPS es el número total de partículas - incluyendo corridas antes de continuar la ejecución (acumulativo).
- ▶ Entrada negativa, imprimirá archivo de salida en el momento de la última historia.

* Número de ciclos para KCODE (problemas de criticidad).

KCODE **npc k(supuesto) n(descargas) n(ciclos).**

- ▶ Corre **n(ciclos)** en total, lanza en su primer ciclo **n(descargas)**, **npc** neutrones/ciclo
- ▶ En una corrida continua, realiza **n(ciclos)** en total - incluyendo corridas anteriores

* Tiempo de ejecución

CTME **X**

- ▶ Corre **X** máxima cantidad de tiempo de ejecución (minutos) para cálculos de MC
- ▶ En un proceso continuo, CTME es el tiempo relativo desde el inicio del cálculo de ejecución en una corrida continua, (es decir, no acumulativo)

* Para cálculos de criticidad, puede usar la tarjeta **KSRC** para definir localizaciones de arranque inicial de neutrones

ksrc **x1 y1 z1 x2 y2 z2 x3 y3 z3 **

- ▶ Se puede definir cualquier número de puntos, reutilizarlos como sea necesario.
- ▶ Las localizaciones se utilizan únicamente para la fuente inicial supuesta, es ignorada en subsecuentes ciclos.

* Para fuentes fijas o cálculos criticidad, se puede utilizar la tarjeta **SDEF** para definir los parámetros de partida de historias.

- ▶ Se pueden describir fuentes en general.
- ▶ Para cálculos de criticidad, únicamente es usada para la fuente inicial supuesta, es ignorada en los ciclos posteriores.

No se puede usar ambos **SDEF** y **KSRC** en el mismo cálculo

Fuente puntual en (1., 3.2, 0.), en dirección isotrópica, energía = 2.2 MeV

SDEF x=1.0 y=3.2 z=0.0 erg=2.2 ; o SDEF pos=1.0 3.2 0.0 erg=2.2

Haz de la fuente (0, 0, 0), en dirección (u, v, w), energía = 1.4 MeV

SDEF pos=0.0 0.0 0.0 vec=u v w erg=1.4

Fuente cónica en (0, 0, 0) sobre el eje z, $\mu = \cos(\theta) = 0.2$, energía = 1.6 MeV

SDEF pos=0.0 0.0 0.0 vec=0.0 0.0 1.0 dir=.2 erg=1.6

Fuente volumétrica en una caja, en dirección isotrópica

SDEF	x=d1	y=d2	z=d3	\$ x y z distribuciones
SI1	-1.0	1.0		\$ medida en x (-1.0, 1.0)
SP1	0.0	1.0		\$ probabilidad uniforme para x
SI2	0.0	3.2		\$ medida en y (0.0, 3.2)
SP2	0.0	1.0		\$ probabilidad uniforme para y
SI3	21.0	27.0		\$ medida en z (21.0, 27.0)
SP3	0.0	1.0		\$ probabilidad uniforme para z

Fuente volumétrica en una caja, en dirección isotrópica

SDEF **x=d1** **y=d2** **z=d3** **cell=13**

SI1 **-1.0** **1.0**

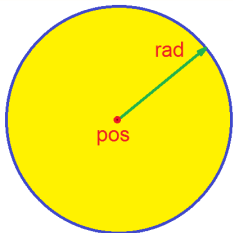
.....

- ⇒ Prueba x para la distribución 1,
- ⇒ ahora y para la distribución 2,
- ⇒ ahora z para la distribución 3,
- ⇒ Así: acepta x, y, z, si ese punto está dentro de la celda 13,
de otra manera rechaza el punto e intenta otra vez

Se puede emplear esta aproximación para formas arbitrarias:

- ▶ Muestra en una caja que contiene una celda esférica, se acepta sólo si se encuentra dentro de la celda
- ▶ Eficiencia de muestreo de la fuente = (vol. de la celda)/(vol. de la caja)

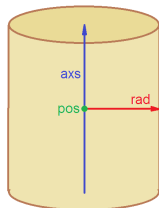
Fuente uniforme en todo el volumen de una esfera



SDEF pos= 1.0 2.0 3.0 rad=d1
 si1 0.0 3.5 \$ radio int. & ext.
 sp1 -21 2 \$ probabilidad $\sim R^2$
 Por qué la densidad de prob. $\sim R^2$?

$$dV/dr = d(4\pi R^3/3)/dr = 4\pi R^2$$

Fuente uniforme en todo el volumen de un cilindro



SDEF pos= 1. 2. 3. axs=0. 0. 1.
 rad=d1 ext=d2
 si1 0.0 3.5 \$ radio int. & ext.
 sp1 -21 1 \$ probabilidad $\sim R$
 Por qué la densidad de prob. $\sim R$?

$$dV/dr = d(\pi R^2 h)/dr = 2\pi R h$$

Mismo problema que el **ipn2**, pero el usando **SDEF**, con fuente de inicio uniformemente distribuida en el volumen de la esfera

(1) Copie el archivo ipn2 a ipn4: `copy ipn2 ipn4`

(2) Edite el archivo ipn4

Elimine la tarjeta **KSRC**

Agregue las tarjetas **SDEF + SIn + SPn** para una fuente volumétrica uniforme en la esfera

(3) Visualice la geometría: abrir `vised_X`, cheque errores

(4) Ejecute el problema: desde `vised_X` y analice resultados

(5) Ejecute el problema: desde **MCNP6** y analice resultados

limpie archivos creados: `del out* com* run* src*`

Archivo de entrada **inp4**

Criticidad - Empleando ksrc & sdef

c

c Tarjeta de Celdas

c

10 100 -18.74 -10 \$ HEU
20 0 +10 \$ Vacio en el exterior

c

c Tarjeta de Superficies

c

10 so 9.538 \$ Esfera en el origen

c Tarjeta de Datos

c

imp:n 1 0

m100 92235 -94.73 \$ U-235
92238 -05.27 \$ U-238

c

kcode 1000 1.0 10 50 \$ Calculo de criticidad

sdef pos= 0. 0. 0. rad d1 \$ Fuente uniforme supuesta

si1 0. 9.538 \$ desde 0 hasta 9.538 de radio

sp1 -21 2 \$ considera R^2

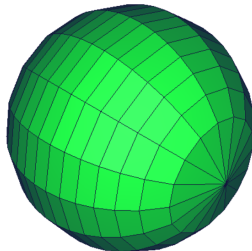
c

c Fin de archivo

Comandos:

mcnp6 i=ipn4 o=sal1 tasks 8 \Rightarrow
procesa archivo de entrada y genera
salida

Abrir vised_X \Rightarrow procesa archivo
de entrada y genera parte de salida
y visualiza



Cálculo de Blindaje



D – T Fuente a través de
Poli-Losa, con detector puntual
Archivo de entrada: ipn5

Tally para el flujo en un punto - Estimación determinística para cada colisión

PNNL-15870, Polyethylene:

$\rho = 0.93 \text{ g/cm}^3$, 2 H átomos, 1 C átomo

D-T neutrones: emite isotrópicamente, 14 MeV

Forma: Fn:q X Y Z R

-n número de tally, incrementa en 5, 995

-q tipo de partícula=símbolo de la partícula

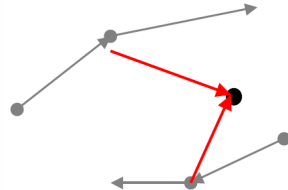
-X, Y, Z posición puntual del tally, donde se desea el flujo

-R radio de una "esfera de flujo constante"

requerida para almacenar la varianza finita del tally.

recomendada del tamaño de una trayectoria media libre.

puede usarse 0.0 para puntos en una región de vacío



Ejemplo: Flujo de neutrones en el punto (20, 0, 0) en región de vacío

F5:n 20.0 0.0 0.0 0.0

Material

referencia: PNNL-15870

Polyethylene: 2 H átomos, 1 C átomo $\rho = 0.93 \text{ g/cm}^3$

H: 1001

C: 6000 extraño aspecto de ENDF/B-VII, 6000 en lugar de 6012

mat1000 1001 2 6000 1

Fuente

D-T neutrones: emite isotrópicamente, 14 MeV

Tarjeta SDEF por default (si no es especificada):

Dirección: isotrópicamente en 3D

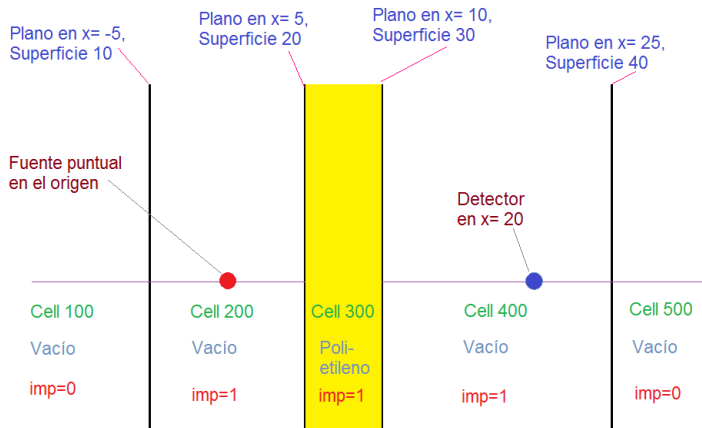
Posición: Origen

Energía: 14 MeV

Para este ejemplo especifique `sdef pos= 0. 0. 0. erg= 14.`

o simplemente `sdef`

Modelo geométrico en MCNP6



Coordenadas: X Y Z *cm*

Losa de polietileno:

Región del espacio

-derecha de superficie 20

-izquierda de superficie 30

Celdas 100 y 500 ???

En el exterior del problema

-muere cualquier neutrón que entre en estas celdas (importancia=0)

-este esquema nos da un problema de dominio infinito

Problema D-T ipn5 (5)

P-02 Básico MCNP

48/51

Haz de neutrones D_T, losa polietileno, detector

c

c Tarjeta de Celdas

c

```
100 0 -10 imp:n=0 $ vacio a la izquierda, mata neutrones
200 0 +10 -20 imp:n=1 $ vacio a la izquierda de la losa
300 1000 -0.93 +20 -30 imp:n=1 $ losa de polietileno, dens=.93 g/cc
400 0 +30 -40 imp:n=1 $ vacio a la derecha de la losa
500 0 +40 imp:n=0 $ vacio a la derecha, mata neutrones
```

c

c Tarjeta de Superficies

c

```
10 px -5.0 $ plano en x, problema de frontera izquierda
20 px 5.0 $ plano en x, lado izquierdo de la losa de polietileno
30 px 10.0 $ plano en x, lado derecho de la losa de polietileno
40 px 25.0 $ plano en x, problema de frontera derecho
```

c Tarjeta de Datos

c

nps 100000 \$ numero de particulas por segundo

c

c Materiales (puede incluirse la tarjeta "mt1000 poly")

c

```
m1000 1001 2 $ H
      6000 1 $ C
```

c

c Fuente

c

sdef pos= 0.0 0.0. erg=14.0 \$ Fuente isotropica de D-T

c

c Detector puntual

c

f5:n 20.0 0.0 0.0 0.0 \$ x, y, z, radio

c

c Fin de archivo

Salve el archivo **ipn5** en su folder de trabajo, pe: archivo C:\%HOME%\WORK

Abra un comando de Windows **DOS** o **Cygwin**

cd WORK para ir al folder que tiene a **ipn5**

dir debe ver el archivo **ipn5**

mcnp6 i=ipn5 ve muchas cosas en la pantalla relacionadas con la corrida

dir debe ver los archivos que se han creado

vea el archivo **outp** desde el editor de textos

Limpieza

del **out? srct? runtp?**

SALIDA EN LA PANTALLA

```
c:\ADL MCNP Course\Memos Course\Soluciones>mcnp6 i=ipn5 o=prueba
mcnp      ver=6      , ld=05/08/13  07/15/16 23:44:54
          Code Name & Version = MCNP6, 1.0
          Copyright LANS/LANL/DOE - see output file

      /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\  /\
     /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\
    /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\
   /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\
  /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\
 /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\
/\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\ /\

warning.  Physics models disabled.

comment.  total nubar used if fissionable isotopes are present.
warning.   1 materials had unnormalized fractions. print table 40.
comment.  using random number generator  1, initial seed = 19073486328125
imcn  is done

ctm =      0.00  nrn =      0
dump  1 on file runtpe  nps =      0  coll =      0
xact  is done

cp0 =  0.00
      run terminated when      100000  particle histories were done.

ctm =      0.02  nrn =      4740086
dump  2 on file runtpe  nps =      100000  coll =      270916
mcrun  is done

c:\ADL MCNP Course\Memos Course\Soluciones>
```

Archivo de Salida **outp**

pruebas: Bloc de notas

[Archivo](#) [Edición](#) [Formato](#) [Ver](#) [Ayuda](#)

Code Name & Version = MCNP6, 1.0

problem summary

run terminated when 100000 particle histories were done.

07/15/16 23:44:55

```
1tally      5      nps =      100000
tally type 5      particle flux at a point detector.      units  1/cm**2
particle(s): neutrons
```

detector located at x,y,z = 2.00000E+01 0.00000E+00 0.00000E+00
2.10851E-04 0.0073

```

detector located at x,y,z = 2.00000E+01 0.00000E+00 0.00000E+00
uncollided neutron flux
1.16592E-04 0.0000

```

results of 10 statistical checks for the estimated answer for the tally fluctuation chart (tfc) bin of tally 5

[illegible]

the 10 statistical checks are only for the tally fluctuation chart bin and do not apply to other tally bins.

```
run terminated when      100000  particle histories were done.
```

computer time = 0.02 minutes

mcnp version 6 05/08/13

07/15/16 23:44:55

probid = 07/15/16 23:44:54