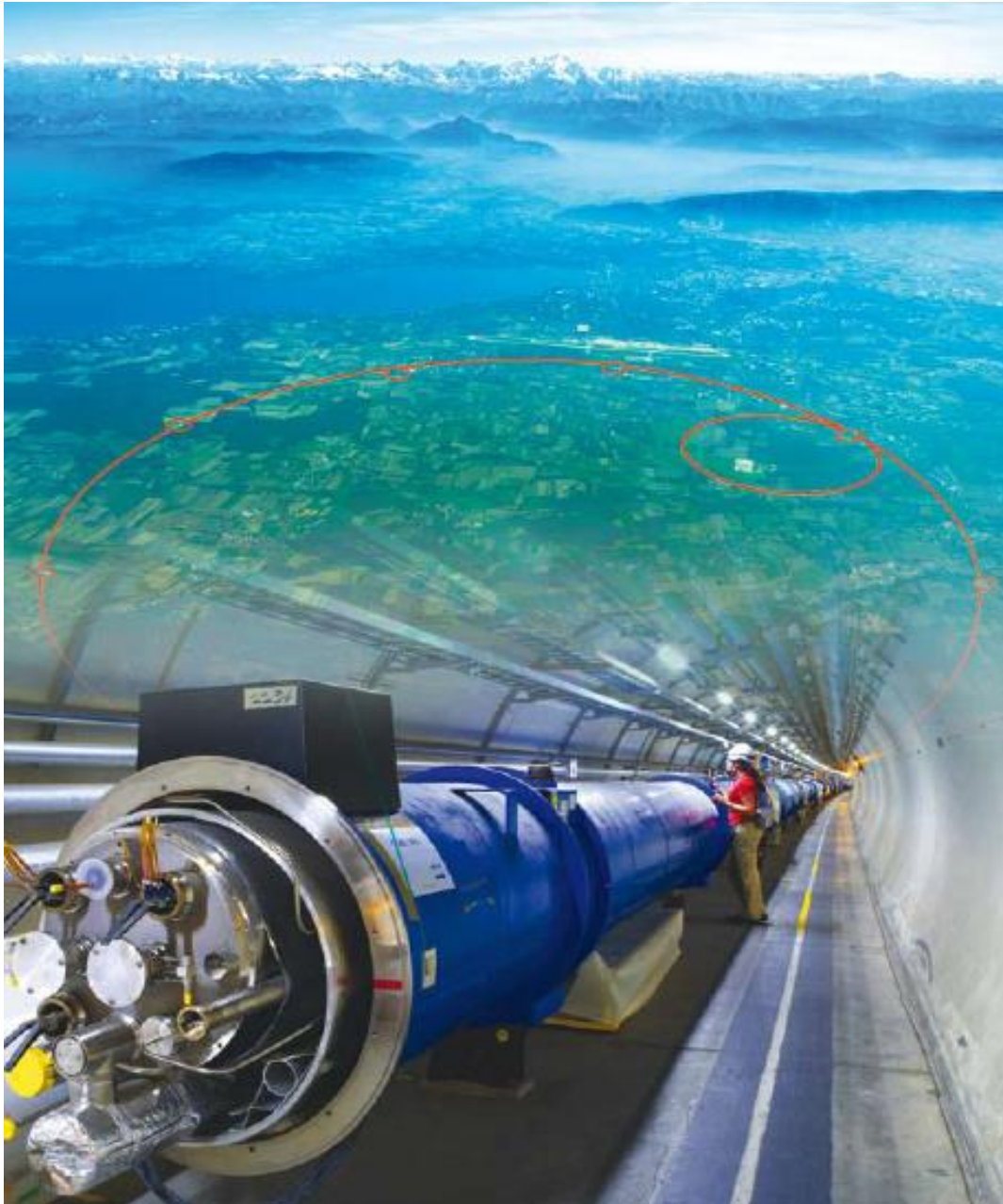




*Un viaje numérico al **CERN**,
entre lo infinito y lo ínfimo.*





Un viaje numérico al CERN, entre lo infinito y lo ínfimo.

El CERN es el centro de investigación más importante de Europa. Se necesitaron más de 30 años y 6500 millones € para su construcción. Decenas de premios nobel han usado y utilizan sus instalaciones. Los países miembros (entre los que se encuentra España en la actualidad) financian con dinero público su presupuesto anual de mil millones de francos suizos (CHF).

A1. Expresa en tu calculadora, con notación científica, el presupuesto del CERN y calcula el valor en divisas de euros(€) y dolares US (\$) de acuerdo con tipo de cambio vigente a día de hoy.(*)

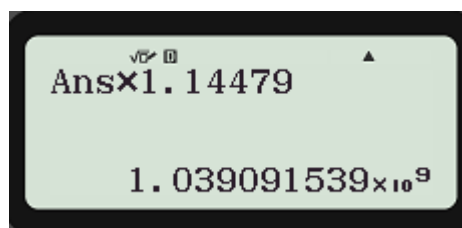
ON MENU 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 =
SHIFT ENG



Ans X 0 . 9 0 7 6 7 = SHIFT ENG



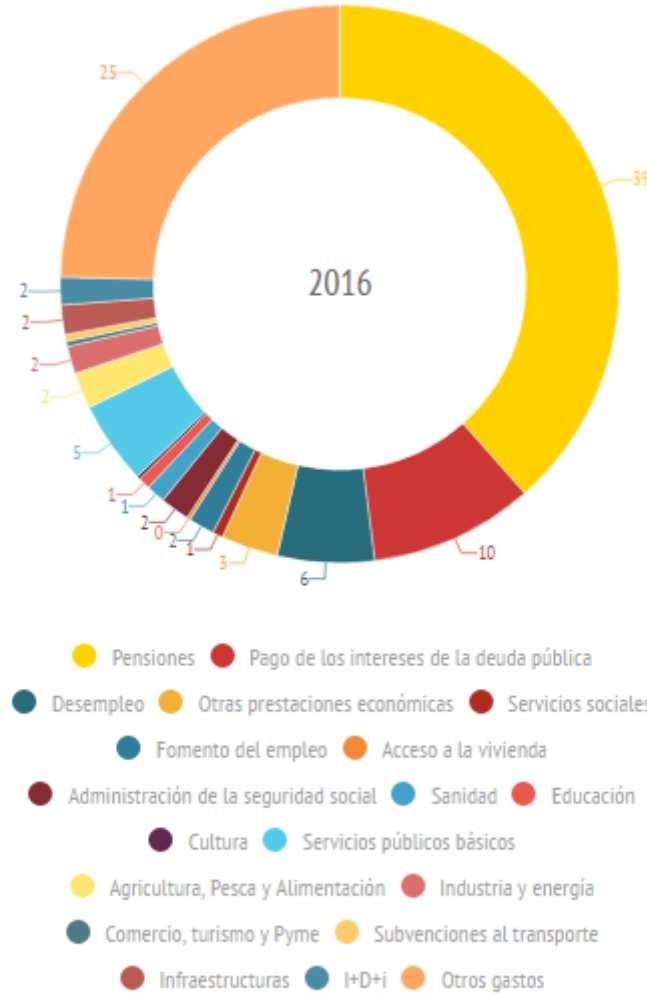
Ans X 1 . 1 4 4 7 9 = SHIFT ENG



(*) [1€ = 1,14479 US\$, 1 CHF = 0,90767 €]



Compara el presupuesto anual del CERN con los presupuestos generales del estado español para el año 2016 (274.731,84 M€):



Distribución del gasto en porcentaje. Fuente: Presupuestos Generales del Estado.

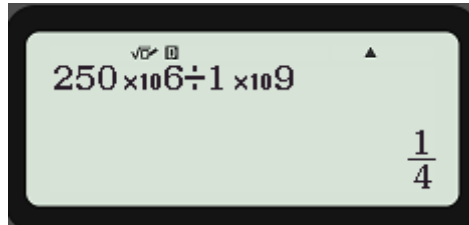
www.huffingtonpost.es

- Empleo y Seguridad Social: 16.592,45 millones de euros (-26,0%)
- Industria, Energía y Turismo: 4.894,91 millones de euros (-14,7%)
- Asuntos Exteriores: 1.131,62 millones de euros (+10,0%)
- Justicia: 1.628,76 millones de euros (+10,8%).
- Defensa: 5.962,09 millones de euros (+3,5%).
- Hacienda y Administraciones Públicas: 2.337,56 millones de euros (+7,8%).
- Interior: 7.482,22 millones de euros (+1,0%).
- Fomento: 158,77 millones de euros (+3,8%).
- Educación, Cultura y Deporte: 2.918,63 millones de euros (+5,9%).
- Agricultura y Medio Ambiente: 1.868,92 millones de euros (+1,5%).
- Presidencia: 467,45 millones de euros (+6,9%).
- Sanidad, S.Sociales e Igualdad: 2.029,13 millones (+6,0%)
- Economía y Competitividad: 2.858,75 millones de euros (+24,2%)

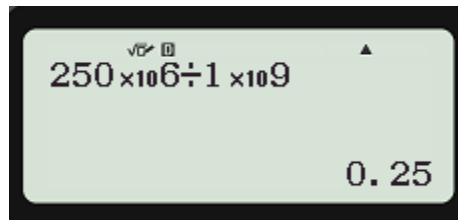


A2. El funcionamiento del conjunto de la instalaciones del CERN genera una factura eléctrica de doscientos cincuenta millones de euros anuales su presupuesto. Qué porcentaje representa sobre el total?

2 **5** **0** **x10^x** **6** **÷** **1** **x10^y** **9** **=**

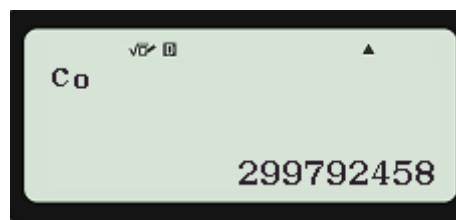


S+D

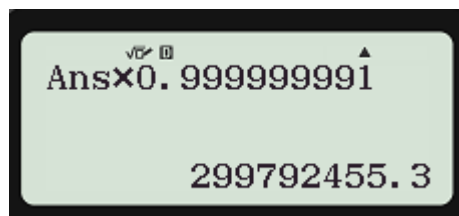


A3. El LHC (*Large Hadron Collider*) es la joya de la corona y consigue acelerar protones hasta 0,999999991 la velocidad de la luz. Cuántos kilómetros recorre un protón durante un minuto a esa velocidad en uno de los anillos de aceleración del LHC?

SHIFT **7** **1** **3** **=**

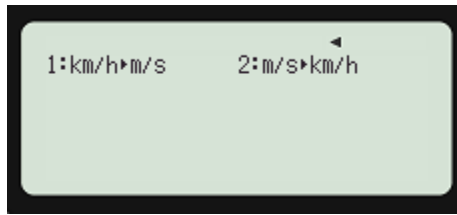


Ans **x** **0** **.** **9** **9** **9** **9** **9** **9** **9** **9** **9** **9** **1** **=**

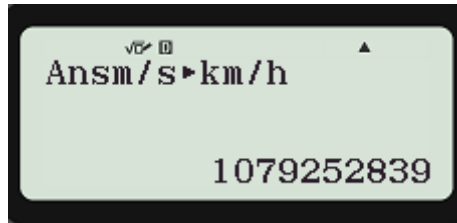


SHIFT **8** **▼** **1**

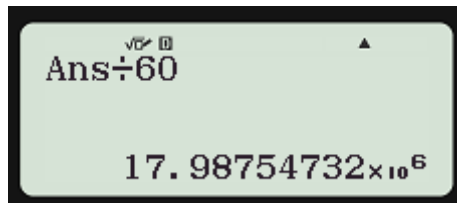




SHIFT 8 ▾ 1 2 ▶ Ans =

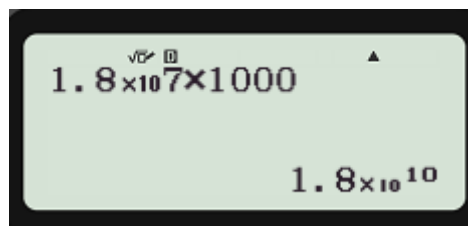


Ans ÷ 60 = ENG

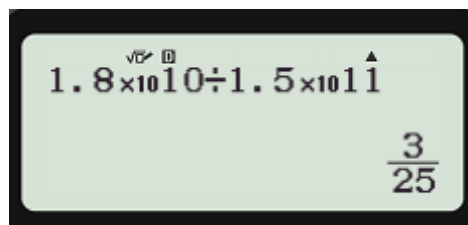


Compara el valor obtenido con la distancia media estimada entre la Tierra y el Sol ($\sim 1,5 \times 10^{11}$ m) :

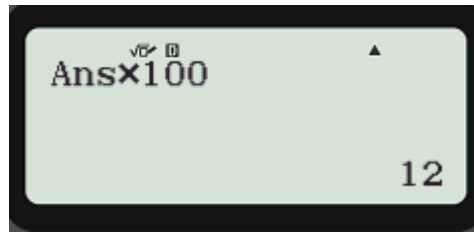
1 . 8 x10^7 7 X 1 0 0 0 =



AC Ans ÷ 1 . 5 x10^11 =

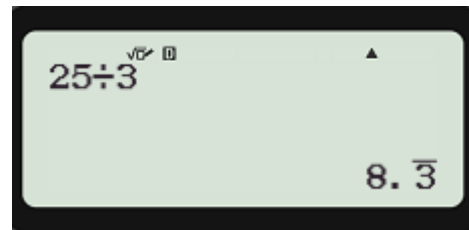


Qué porcentaje representa esa cantidad? Ans = S+D X 1 0 0 =



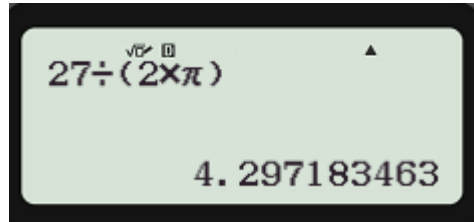
Así pues a esa velocidad cuánto tardarían los protones en llegar al Sol?

2 **5** **÷** **3** **=** **SD**

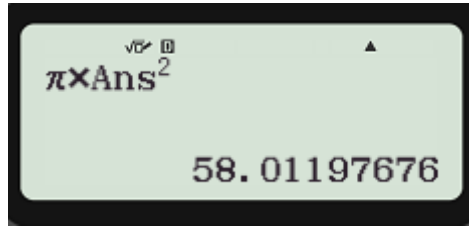


A4. El LHC es un anillo casi circular de 27 km de longitud. Cuál es el radio de ese anillo? Qué superficie terrestre ocupa ese el área de ese anillo?

2 **7** **÷** **(** **2** **×** **SHIFT** **x10^x** **)** **=**

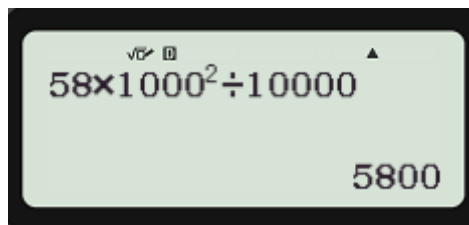


SHIFT $\times 10^x$ \times Ans x^2 =

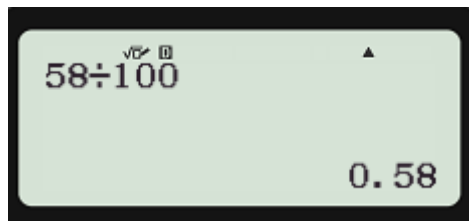


Compara esa cantidad con la superficie de un campo de futbol (~ 1 ha) y con la superficie de una ciudad cosmopolita como Barcelona (~100 km²):

5 8 \times 1 0 0 0 x^2 \div 1 0 0 0 0 =

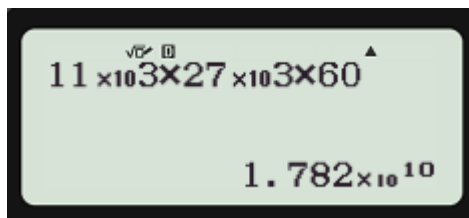


5 8 \div 1 0 0 = S+D

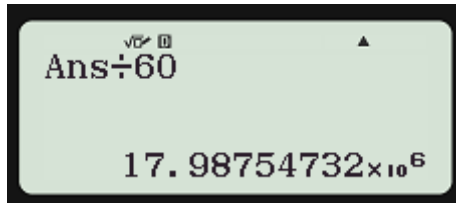


A5. Los paquetes de protones lo recorren 11000 veces por segundo el anillo de 27 km. Cuántos metros recorren los protones en un minuto?

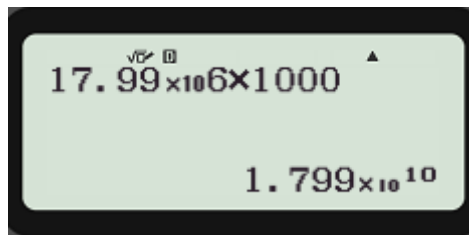
1 1 $\times 10^3$ \times 2 7 $\times 10^3$ \times 6 0 =



Compara el orden de magnitud de esa cantidad con la obtenida en la actividad 3 en unidades de km:

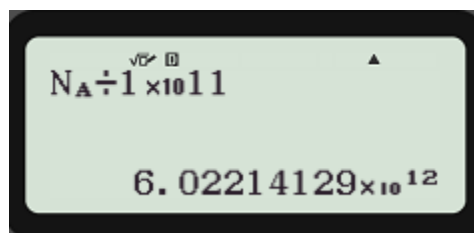


1 7 . 9 9 $\times 10^x$ 6 \times 1 0 0 0 =

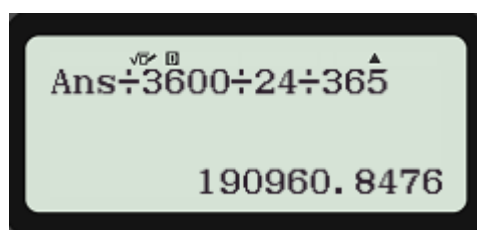


A6. Hay 100000000000 de protones por paquete que recorren 11000 veces por segundo el anillo del LHC. A pesar de la cantidad de protones por paquete, con unos pocos gramos de hidrógeno tendríamos protones para acelerar durante el próximo millón de años. Comprobad la validez de anterior afirmación.

Recordemos que 1 mol de hidrogeno equivale su masa atómica en gramos, es decir 1 g. Pero un mol de cualquier sustancia contiene el Número de Avogadro de partículas: $6,022 \times 10^{23}$. Asi pues en 1 gramo de hidrogeno hay el siguiente número de paquetes de 10^{11} protones: SHIFT 7 4 3 \div 1 $\times 10^x$ 1 1 =



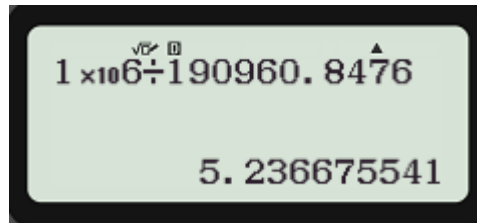
Y puesto que cada paquete recorre el anillo 11000 veces/s, con 1 g de hidrogeno monoatómico se pueden acelerar paquetes durante $6,022 \times 10^{12}$ s, es decir el equivalente en años a: Ans \div 3 6 0 0 \div 2 4 \div 3 6 5 =





Por lo tanto, cuántos gramos de hidrogeno se necesitarian para enviar paquetes durante 1 millón de años?

$1 \times 10^6 \div 190960.8476 =$

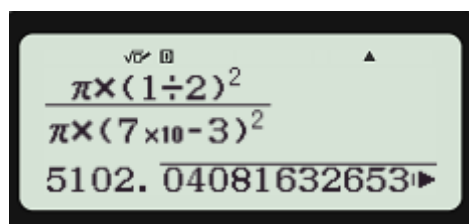


A7. Para generar los campos magnéticos que confinan los paquetes de protones se utiliza una bobina con una aleación de niobio-titanio de 0,007 mm de grosor (diez veces más fino que un pelo humano), que soporta una corriente de 12000 Amperios (más de 400 veces la que aguantan los cables de tension normales). Para hacernos una idea de la cantidad de cable instalado, si juntásemos todos los filamentos utilizados en los imanes del LHC de esta aleación podríamos ir y volver al Sol más de seis veces.

- a) Teniendo en cuenta que clip normal tiene un grosor del orden de 1 mm de diámetro: cuántos filamentos conductores de niobio-titanio caben en un clip?

Para comparar las cantidades hay que hacer el compute en relación a la proporción entre áreas y no entre diámetros:

$\frac{\pi \times (1 \div 2)^2}{\pi \times (7 \times 10^{-3})^2} =$



Es decir en el grosor de un clip caben más de 5000 cabezas de filamento!!!

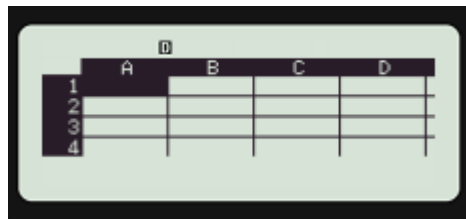


b) Compara la longitud de cable instalado con las distancias del Sol a los distintos planetas del sistema Solar en UA (1 UA = distancia Tierra-Sol $\sim 150 \times 10^6$ km) :

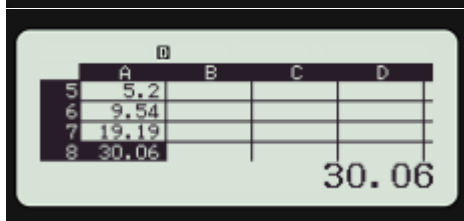
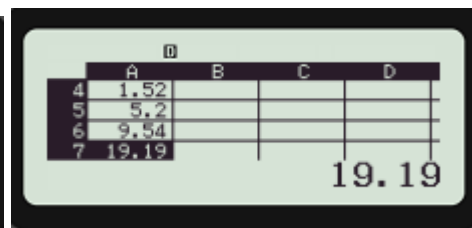
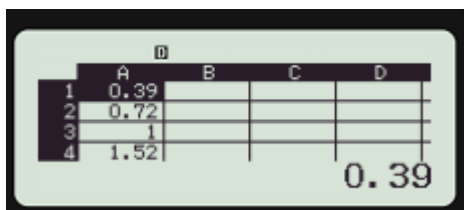
- Sol – Mercurio : 0,39 UA
- Sol - Venus : 0,72 UA
- Sol -Tierra : 1,00 UA
- Sol – Marte : 1,52 UA
- Sol – Júpiter: 5,20 UA
- Sol – Saturno: 9,54 UA
- Sol – Urano: 19,19 UA
- Sol – Neptuno: 30,06 UA

Puesto que hay cable suficiente para ir de la Tierra al Sol del orden de 6 veces se deduce que hay instalado filamentos para ir de:

Vamos a introducir todos los valores en una hoja de calculo, **MENU** **8**



0 . 3 9 = 0 . 7 2 = 1 = 1 . 5 2 = 5 . 2 0
= 9 . 5 4 = 1 9 . 1 9 = 3 0 . 0 6 =





A continuación la fórmula en la celda B1: **ALPHA** **CALC** **6** **÷** **ALPHA** **(←)** **1** **=**

	A	B	C	D
1	0.39	15.384		
2	0.72			
3	1			
4	1.52			

, y vamos copiando y pegando en las siguientes celdas hasta completar la tabla:

▲ **OPTN** **▼** **2**

	A	B	C	D
1	0.39	15.384		
2	0.72			
3	1			
4	1.52			

Pegar: [=]

▼ **=** **▼** **=** **▼** **=** **▼** **=** **▼** **=** **▼** **=** **▼** **=**

	A	B	C	D
1	0.39	15.384		
2	0.72	8.3333		
3	1	6		
4	1.52	3.9473		

Pegar: [=]

	A	B	C	D
5	5.2	1.1538		
6	9.54	0.6289		
7	19.19	0.3126		
8	30.06	0.1996		

Pegar: [=]

A8. Aunque en la colisión entre haces la temperatura excede en más de 100000 veces la del centro del Sol, el interior del LHC es el lugar más frío del universo conocido (1,9 K) para mantener las condiciones de superconductividad de los imanes y uno de los más vacíos ($\sim 10^{-13}$ atm).

Teniendo en cuenta que el cero absoluto de temperatura equivale a -273 °C, a qué tanto por ciento del cero absoluto se llega en el interior del LHC?

1 **.** **9** **=** **2** **7** **3** **=** **S+D** **÷** **(←)** **2** **7** **3** **=** **S+D** **×** **1** **0** **0** **=**
S+D

Ans x 100

99.304029