

TEMA 3: LA ENERGÍA NUCLEAR

TECNOLOGÍA INDUSTRIAL 1º BACHILLERATO
IES EDUARDO VALENCIA

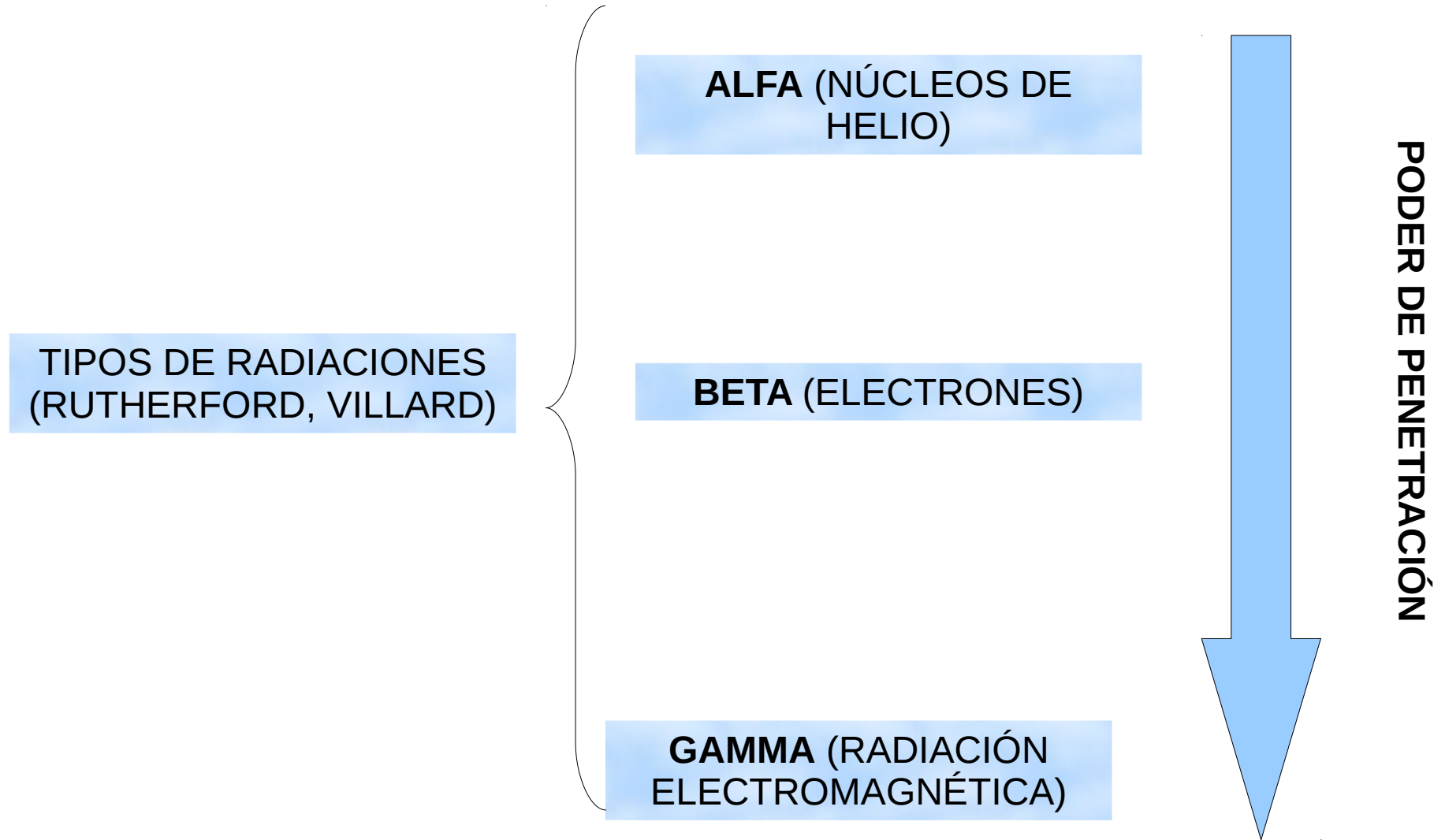
ÍNDICE

- LA ENERGÍA NUCLEAR
- REACCIONES NUCLEARES
- CENTRALES NUCLEARES
- LA FUSIÓN NUCLEAR

1. LA ENERGÍA NUCLEAR

- EN 1896, HENRI BECQUEREL DEMUESTRA LA EXISTENCIA DE LA RADIATIVIDAD NATURAL.
- LA RADIATIVIDAD NATURAL CONSISTE EN LA EMISIÓN ESPONTÁNEA DE RADIACIONES CAPACES DE ATRAVESAR CUERPOS OPACOS, POR PARTE DE ALGUNAS SUSTANCIAS.

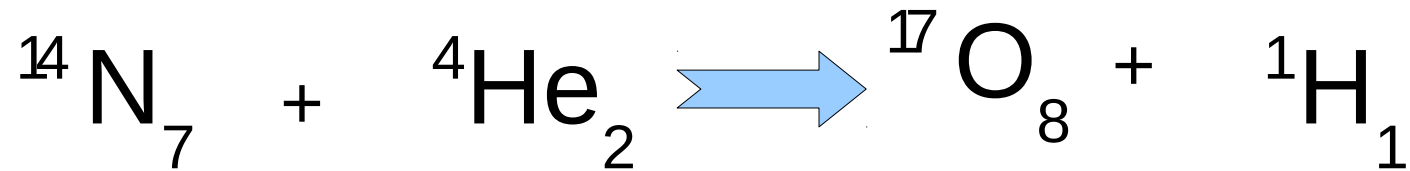
1. LA ENERGÍA NUCLEAR



1. LA ENERGÍA NUCLEAR

- EN LA **RADIOACTIVIDAD NATURAL**, LOS NÚCLEOS DE LOS ELEMENTOS RADIOACTIVOS SE CONVIERTEN ESPONTÁNEAMENTE EN PARTÍCULAS ALFA Y BETA Y RADIACIONES GAMMA
- EN LA **TRANSMUTACIÓN ARTIFICIAL**, SE TRATA DE OBLIGAR A LOS NÚCLEOS A TRANSFORMARSE, NORMALMENTE BOMBARDEÁNDOLOS CON OTRAS PARTÍCULAS.
- CUANDO EN EL PROCESO, SE GENERAN SUSTANCIAS QUE NO EXISTEN EN LA NATURALEZA, Y QUE TIENEN TENDENCIA A DESINTEGRARSE ESPONTÁNEAMENTE, SE HABLA DE **RADIOACTIVIDAD ARTIFICIAL**.

1. LA ENERGÍA NUCLEAR



EN TODAS LAS REACCIONES NUCLEARES, LA SUMA DE LOS NÚMEROS ATÓMICOS Y MÁSICOS DE LOS DOS MIEMBROS DE LA ECUACIÓN DEBE DAR LO MISMO (LEY DE CONSERVACIÓN DE LA CARGA Y DEL ÍNDICE DE MASAS)

1. LA ENERGÍA NUCLEAR

- EN LA RADIOACTIVIDAD NATURAL, LOS NÚCLEOS DE LOS ELEMENTOS RADIOACTIVOS SE CONVIERTEN ESPONTÁNEAMENTE EN PARTÍCULAS ALFA Y BETA Y RADIACIONES GAMMA
- EN LA RADIOACTIVIDAD ARTIFICIAL, SE TRATA DE OBLIGAR A LOS NÚCLEOS A TRANSFORMARSE, NORMALMENTE BOMBARDEÁNDOSLOS CON OTRAS PARTÍCULAS.

1. LA ENERGÍA NUCLEAR

- EN LAS REACCIONES NUCLEARES, LA MASA DE LOS REACTIVOS (NÚCLEOS Y PARTÍCULAS EXISTENTES AL COMIENZO) ES MAYOR QUE LA DE LOS PRODUCTOS. LA DESAPARICIÓN (DESINTEGRACIÓN) DE MASA DESEMBOCA EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA, DE ACUERDO A LA FÓRMULA:

$$E=m*c^2$$

1. LA ENERGÍA NUCLEAR

SEGÚN ESTA FÓRMULA, LA
DESINTEGRACIÓN DE 1 KG DE MASA
EQUIVALE A $9 \cdot 10^{16}$ J.

EN ENERGÍA NUCLEAR, SE UTILIZA COMO
UNIDAD EL MEGAELECTRONVOLTIO (MeV).

$$1 \text{ MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 931,2 \text{ MeV}$$

(u ES 1 UNIDAD DE MASA ATÓMICA)

2. REACCIONES NUCLEARES

REACCIONES DE FISIÓN NUCLEAR: CONSISTEN EN BOMBARDEAR ELEMENTOS PESADOS (COMO EL URANIO) CON NEUTRONES LENTOS (DE BAJA ENERGÍA), DE MODO QUE LOS NÚCLEOS DE LOS ELEMENTOS BOMBARDEADOS SE ROMPEN EN OTROS MÁS PEQUEÑOS, LIBERANDO ENERGÍA EN EL PROCESO.

EN LAS REACCIONES DE FISIÓN, TAMBIÉN SE LIBERAN NUEVOS NEUTRONES, QUE PUEDEN FISIONAR NUEVOS NÚCLEOS (REACCIÓN EN CADENA).

2. REACCIONES NUCLEARES

LA ENERGÍA LIBERADA EN LA FISIÓN DE UN NÚCLEO DE U-235 ES DE UNOS 200 MeV

LA ENERGÍA BASADA EN LA FISIÓN NUCLEAR TIENE USOS MILITARES (BOMBA DE HIDRÓGENO) Y PACÍFICOS (GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD).

2. REACCIONES NUCLEARES

REACCIONES DE FUSIÓN NUCLEAR:
TAMBIÉN LLAMADAS **TERMONUCLEARES** A CAUSA DE LA ELEVADA TEMPERATURA IMPLICADA EN EL PROCESO. CONSISTEN EN LA UNIÓN (FUSIÓN) DE DOS NÚCLEOS LIGEROS EN UNO MÁS COMPLEJO.

EN EL SOL SE LLEVA A CABO ESTE TIPO DE REACCIÓN.



2. REACCIONES NUCLEARES

LA ACTUAL DIFICULTAD DE LOGRAR REACCIONES DE FUSIÓN NUCLEAR (MUCHO MÁS SEGURAS Y EFECTIVAS QUE LAS DE FISIÓN NUCLEAR) ESTRIBA EN RESISTIR LAS ELEVADÍSIMAS TEMPERATURAS QUE SE DAN EN ESTE TIPO DE PROPIEDADES (USO DE SUPERMATERIALES CERÁMICOS)

LA FUSIÓN NUCLEAR TAMBIÉN PUEDE TENER TANTO FINES PACÍFICOS COMO MILITARES

3. EL REACTOR NUCLEAR

DOS ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA
FISIÓN NUCLEAR:

3. EL REACTOR NUCLEAR

CUANDO LA REACCION SE PRODUCE EN CADENA, EL NÚMERO DE FISIONES QUE SE PRODUCE POR UNIDAD DE TIEMPO AUMENTA EXPONENCIALMENTE (RIESGO DE EXPLOSIÓN)

3. EL REACTOR NUCLEAR

HAY DOS TIPOS DE NEUTRÓN EN ESTAS REACCIONES:

- LOS **NEUTRONES RÁPIDOS**, QUE SON LOS QUE SE DESPRENDEN DEL NÚCLEO FISIONADO, QUE TIENEN DEMASIADA ENERGÍA (1 MeV), Y POR LO TANTO SON PELIGROSOS
- LOS **NEUTRONES TÉRMICOS** TIENEN UNOS 0,02 eV, Y SON MÁS LENTOS. SON LOS QUE BUSCAMOS EN ESTAS REACCIONES NUCLEARES, Y PARA ELLO FRENAMOS LOS NEUTRONES RÁPIDOS HACIÉNDOLOS CHOCAR CONTRA ÁTOMOS DE PEQUEÑO TAMAÑO DE SUSTANCIAS COMO AGUA, AGUA PESADA, GRAFITO O BERILIO (**MODERADORES**)

3. EL REACTOR NUCLEAR.

EN UNA REACCIÓN DE FISIÓN, LOS NEUTRONES PRODUCIDOS PUEDEN:

- NO CHOCAR CON MÁS ÁTOMOS: NO HAY MÁS FISIÓN
- SER ABSORBIDOS POR IMPUREZAS O POR NÚCLEOS DE U-238: NO HAY MÁS FISIÓN
- SER ABSORBIDOS POR NÚCLEOS DE U-235 Y FISIONARLOS: CONTINÚA LA FISIÓN

3. EL REACTOR NUCLEAR.

POR LO TANTO, EN UNA REACCIÓN DE FISIÓN NUCLEAR, ES NECESARIO IR MANTENIENDO LA MASA DE MATERIAL FISIONABLE (U-235) A MEDIDA QUE ÉSTA SE VA DESINTEGRANDO. SI ÉSTA DECAE DEBAJO DE UNA CIERTA CANTIDAD (**MASA CRÍTICA**), LA REACCIÓN ACABARÁ PARANDO.

3. EL REACTOR NUCLEAR.

$k = \frac{\text{NEUTRONES PRODUCIDOS}}{\text{NEUTRONES ABSORBIDOS} + \text{NEUTRONES PERDIDOS}}$

- **K=1: REACCIÓN CRÍTICA O ESTACIONARIA** (LA REACCIÓN SE MANTIENE)
- **K<1: REACCIÓN SUBCRÍTICA** (LA REACCIÓN SE RALENTIZA, Y PARARÁ)
- **K>1: REACCIÓN SUPERCRÍTICA** (LA REACCIÓN SE ACELERA, Y ACABARÁ EN EXPLOSIÓN)

3. EL REACTOR NUCLEAR.

LAS REACCIONES DE FISIÓN SE LLEVAN A CABO EN **REACTORES NUCLEARES**, QUE PUEDEN UTILIZARSE TANTO EN CENTRALES ELÉCTRICAS COMO EN BARCOS O SUBMARINOS, QUE CONTARÍAN CON UNA FUENTE DE PROPULSIÓN CON MUCHÍSIMA AUTONOMÍA.

TAMBIÉN SE UTILIZAN EN INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS

3. EL REACTOR NUCLEAR.

EN EL **NÚCLEO** DEL REACTOR NUCLEAR SE HALLA EL **COMBUSTIBLE**, EL **MATERIAL MODERADOR** Y LAS **BARRAS DE CONTROL**

- EL COMBUSTIBLE SE RODEA CON UNA **VAINA** QUE LO AISLA DEL EXTERIOR
- EL **MODERADOR** REDUCE LA VELOCIDAD DE LOS NEUTRONES
- LAS **BARRAS DE CONTROL** REGULAN EL FACTOR DE MULTIPLICACIÓN
- LA ENERGÍA DESPRENDIDA TOMA LA FORMA DE **CALOR**, QUE ES TRANSPORTADO MEDIANTE UN **FLUIDO REFRIGERANTE**.

3. EL REACTOR NUCLEAR.

- EL NÚCLEO ESTÁ RODEADO POR UN **REFLECTOR**, DEL MISMO MATERIAL QUE EL MODERADOR.
- TODO EL REACTOR SE RODEA DE UN **BLINDAJE** DE HORMIGÓN DE VARIOS METROS DE ESPESOR.

3. EL REACTOR NUCLEAR.

LOS REACTORES NUCLEARES PUEDEN SER:

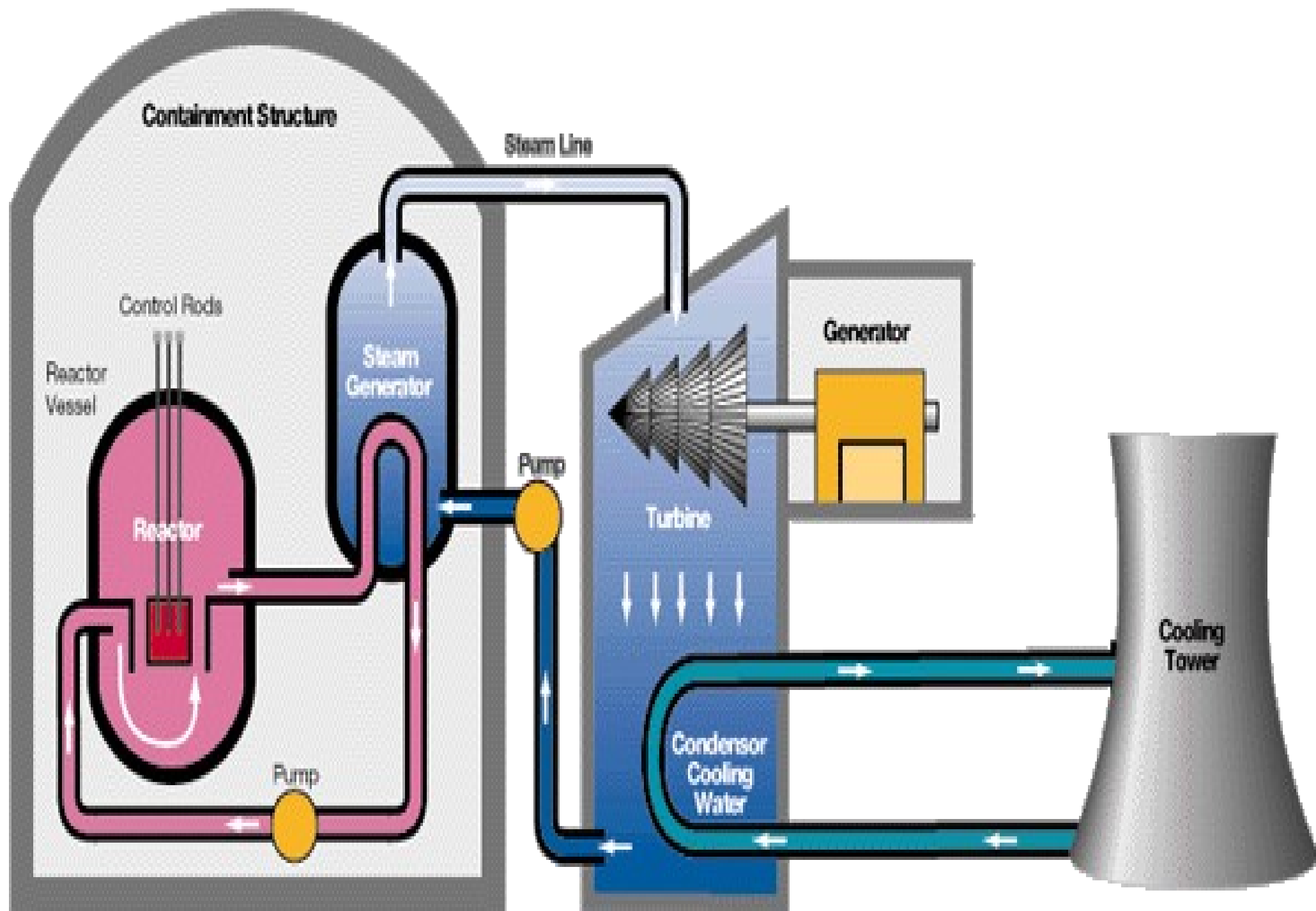
- **REACTORES DE PRODUCCIÓN DE POTENCIA**
(PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD)
- **REACTORES DE INVESTIGACIÓN**
- **REACTORES REPRODUCTORES** (TRANSFORMAN MATERIAL FÉRTIL EN FISIONABLE: $\text{U-238} \rightarrow \text{Pu239}$)

LOS REACTORES PUEDEN SER TÉRMICOS, INTERMEDIOS O RÁPIDOS, DE ACUERDO A LA ENERGÍA DE LOS NEUTRONES.

4. CENTRALES NUCLEARES

LAS TRES TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS QUE SE PRODUCEN EN UNA CENTRAL NUCLEAR SON:

- ENERGÍA NUCLEAR EN CALORÍFICA: EN EL INTERIOR DEL REACTOR NUCLEAR
- ENERGÍA CALORÍFICA EN MECÁNICA: EN LA TURBINA DE VAPOR
- ENERGÍA MECÁNICA EN ELÉCTRICA: EN EL GENERADOR ELÉCTRICO.



4. CENTRALES NUCLEARES

VENTAJAS DE LA ENERGÍA NUCLEAR:

- EN TEORÍA, ES UNA DE LAS ENERGÍAS MÁS BARATAS.
- COMBUSTIBLE DE LARGA DURACIÓN, DE PEQUEÑO VOLUMEN, QUE NO PRECISA DE OXÍGENO
- EL USO DE ESTA ENERGÍA REDUCE LA DEPENDENCIA DEL PETRÓLEO

4. CENTRALES NUCLEARES

DESVENTAJAS DE LA ENERGÍA NUCLEAR:

- LAS CENTRALES TIENEN POCO RENDIMIENTO
- LAS INSTALACIONES SON CARAS Y EXIGEN MUCHO MANTENIMIENTO
- LOS RESIDUOS RADIATIVOS SON ALTAMENTE TÓXICOS Y CONTAMINANTES
- EL PELIGRO CONTINUADO DE EXPLOSIÓN Y/O FUGAS DE RADIACIÓN QUE CONLLEVA SU EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO.

4. CENTRALES NUCLEARES

SE ENTIENDE POR **RESIDUO RADIOACTIVO** TODO TIPO DE MATERIAL QUE CONTENGA RADIOISÓTOPOS EN MAYOR PROPORCIÓN DE LO ADMITIDO POR LA LEY.

LOS RESIDUOS SE GENERAN EN CENTRALES NUCLEARES, PERO TAMBIÉN EN CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y APARATOS CLÍNICOS.

4. CENTRALES NUCLEARES

- LOS RESIDUOS DE TIPO GASEOSO SE TRATAN PARA ELIMINAR PARTE DE SU RADIATIVIDAD Y SE ENVÍAN DIRECTAMENTE A LA ATMÓSFERA.
- LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA RADIATIVIDAD SE ENCIERRAN EN BLOQUE DE HORMIGÓN, Y SE ALMACENAN.
- LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE ALTA RADIATIVIDAD SE ENVÍAN A FÁBRICAS DE REPROCESAMIENTO DONDE SE RECUPERA PARTE DEL COMBUSTIBLE, Y EL RESTO SE TRANSPORTA A **CEMENTERIOS RADIATIVOS**.

5. EXPLOSIONES NUCLEARES. BOMBA DE FISIÓN

LA BOMBA DE FISIÓN, ATÓMICA O BOMBA-A PRODUCE LA EXPLOSIÓN POR EL MISMO PRINCIPIO QUE EL DEL REACTOR NUCLEAR DE FISIÓN, SALVO QUE NO SE UTILIZAN MODERADORES.

EL PROBLEMA DE ESTAS BOMBAS ES LOGRAR QUE NO EXPLOTEN ANTES DE LO DESEADO, ESTO ES, NO DEBERÍAN LLEGAR AL NIVEL DE MASA CRÍTICA ANTES DEL MOMENTO DE LA EXPLOSIÓN

5. EXPLOSIONES NUCLEARES.

BOMBA DE FISIÓN

PARA LOGRAR LA EXPLOSIÓN DE LA BOMBA-A EN EL MOMENTO ADECUADO, SE PUEDEN UTILIZAR DOS MÉTODOS:

- **POR CHOQUE:** EN LA BOMBA SE MANTIENEN, CERCANOS PERO SEPARADOS, DOS MASAS DE MATERIAL NUCLEAR, INFERIORES CADA UNO A LA MASA CRÍTICA. LA BOMBA CUENTA CON UNA ESPOLETA QUE AL CHOCAR CONTRA EL SUELO, HARÁ EXPLOTAR UNA MASA DE DINAMITA QUE HARÁ CHOCAR AMBOS TROZOS, INICIANDO LA REACCIÓN EN CADENA.

5. EXPLOSIONES NUCLEARES. BOMBA DE FISIÓN

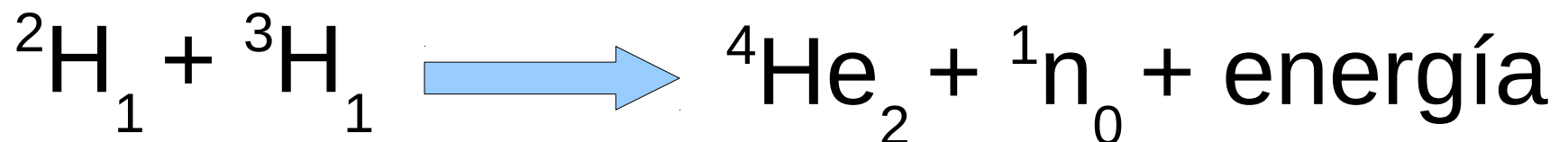
- **POR COMPRESIÓN:** LA BOMBA CONTIENE UNA MASA INFERIOR A LA CRÍTICA QUE ESTÁ RODEADA POR UNA CUBIERTA DE UN EXPLOSIVO CONVENCIONAL. AL EXPLOSIONAR DICHA CUBIERTA, COMPRIMIRÁ VIOLENTAMENTE EL MATERIAL NUCLEAR, QUE ALCANZARÁ EL NIVEL DE MASA CRÍTICA, ORIGINANDO LA EXPLOSIÓN.

5. EXPLOSIONES NUCLEARES.

BOMBA DE FUSIÓN

LA BOMBA DE FUSIÓN, TERMONUCLEAR, O BOMBA DE HIDRÓGENO, HACE REACCIONAR DEUTERIO CON TRITIO. PARA LOGRAR ESTO, SE HACE EXPLOTAR UNA BOMBA DE FISIÓN

LAS BOMBAS DE FUSIÓN SON MÁS FÁCILES DE MANEJAR QUE LAS ATÓMICAS, Y NO HAY LÍMITE DE MASA EMPLEADA.



5. EXPLOSIONES NUCLEARES.

MAGNITUDES

- **KILOTÓN:** ENERGÍA LIBERADA POR MIL TONELADAS DE TNT
($4,18 \times 10^{12}$ J)

- **MEGATÓN:** EQUIVALE A MIL KILOTONES

LAS BOMBAS ATÓMICAS NO PUEDEN SUPERAR LOS 500 KILOTONES.
LA DE HIROSHIMA TENÍA 12,5 KILOTONES

LAS BOMBAS DE FUSIÓN TIENEN UNA POTENCIA ILIMITADA.

LOS EFECTOS DE LAS ARMAS ATÓMICAS SON DE TRES TIPOS:

- TÉRMICO
- ONDA DE CHOQUE
- RADIATIVO (LAS BOMBAS DE FUSIÓN APENAS PRESENTAN ESTE EFECTO, DE AHÍ SU NOMBRE DE *BOMBAS LIMPIAS*)