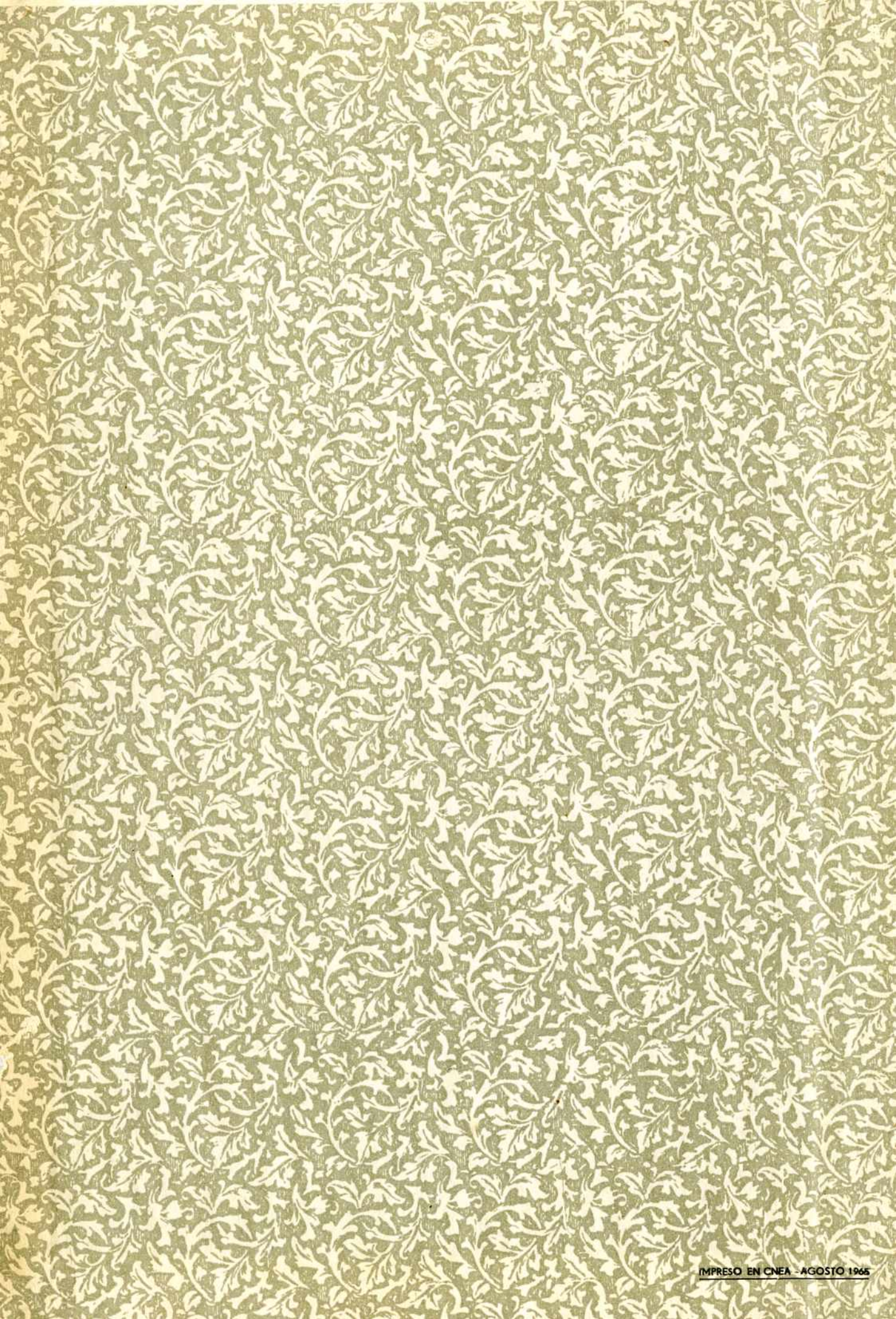




ACLARACIONES SOBRE LA
TABLA DE NUCLEIDOS

Versión española
de la 2ª edición alemana

Comisión Nacional de Energía Atómica. República Argentina

Titulo original en alemán
Erläuterungen
zur Nuklidkarte

Traducido por
Dr. J. Flegenheimer

ACLARACIONES SOBRE LA
TABLA DE NUCLEIDOS

2a. Edición

Editada por el
Ministerio para Investigación Científica
de la República Federal Alemana
confeccionada por el
Instituto de Radioquímica
del Centro de Investigación Nuclear,
Karlsruhe.

Editor:

MINISTERIO PARA INVESTIGACION CIENTIFICA DE LA REPUBLICA FEDERAL ALEMANA, BAD
GODESBERG

Confeccionada por el Centro de Investigación Nuclear, Karlsruhe,
Instituto de Radioquímica y Cátedra de Radioquímica de la Universidad
tecnológica de Karlsruhe.

La 1a. Edición de 1958 fué preparada por W. Seelmann-Eggebert y G. Pfennig;
en la 2a. Edición de 1961 colaboraron además H. Münzel y G. Zundel.

Puede obtenerse de:

1. Gersbach u. Sohn Verlag, München 34, Barer Str. 32
2. Kernforschungszentrum Karlsruhe, Bibliothek
Leopoldshafen/Landkreis Karlsruhe

Precio del ejemplar, incluyendo tabla de nucleidos: 5,- DM

Impresión: G. Braun GmbH, Karlsruhe

1 ACLARACIONES SOBRE LA TABLA DE NUCLEIDOS

1.1 ORDENACION DE LOS NUCLEIDOS

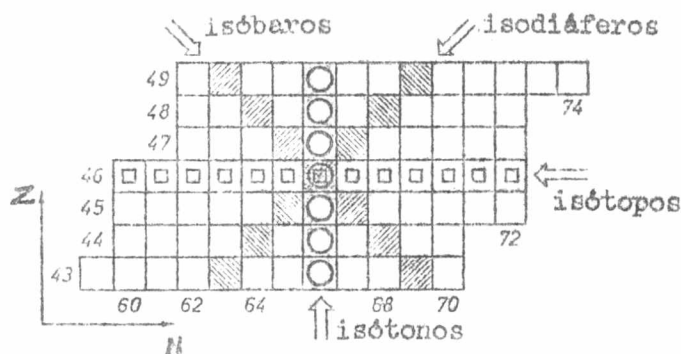
En la 2a. edición de la tabla de nucleidos se ha mantenido invariable la ordenación de los nucleidos. Sin embargo, para poder indicar probabilidades relativas de desintegraciones distintas, se han introducido algunos cambios en la caracterización por colores en los cuadrillos de los nucleidos y en la ordenación de los datos nucleares.

En la tabla se ha representado el número de protones Z (número atómico) en las ordenadas y el número de neutrones N en las abscisas. En tal ordenación, propuesta originalmente por E. Segré, se encuentran los isótopos (nucleidos con el mismo número de protones Z), horizontalmente uno al lado del otro,

isótonos (nucleidos con el mismo número de neutrones N), verticalmente uno sobre otro,

isóbaros (nucleidos con el mismo número de nucleones $A = N + Z$), sobre una diagonal desde arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha,

isodíaferos (nucleidos con el mismo número de exceso de neutrones $\Delta N = N - Z$), sobre una diagonal desde arriba a la derecha hasta abajo a la izquierda.



La bibliografía se ha tenido en cuenta hasta Julio de 1961. Como fuentes, se han usado preferentemente los Nuclear Data Sheets del "National Research Council", Washington D.C., ampliados con publicaciones originales. Las secciones eficaces han sido tomadas de BNL-325, 2a. edición (1 de Julio 1958) y de su suplemento (1 de Enero 1960)

1.2 CARACTERIZACION DE LOS NUCLEIDOS POR COLORES

Para mejorar la visión general sobre la tabla de nucleidos, se han señalado a los nucleidos individuales con colores distintos según sus tipos de desintegración.

TIPOS DE DESINTEGRACION



nucleido estable



desintegración por negatrones (β^-)



desintegración por positrones (β^+) o captura de electrones



desintegración alfa (α)

También han sido marcados en amarillo los núcleos de ^5He , ^5Li , ^8Be y ^9Be , que desintegran emitiendo ^4He inmediatamente después de formarse. Si los nucleidos hija excitados formados por desintegración β desintegran parcialmente por emisión de una partícula α , entonces solamente se representa el símbolo α en el cuadrado del nucleido madre, mientras el color de ese cuadro corresponde al de la desintegración β (^8Li , ^9Li , ^8B , ^{12}N , ^{20}Na , ^{24}Al y ^{32}Cl).



Miembros de las familias radiactivas naturales que tienen como núcleos iniciales ^{235}U , ^{238}U y ^{232}Th . En el rectángulo negro, se ha indicado el nombre histórico del nucleido



Nucleidos radiactivos naturales con períodos muy grandes ($>10^8$ años) y ^{234}U , cuyo peso en uranio natural corresponde al del equilibrio radiactivo con ^{238}U . El color de la parte inferior del cuadrado representa el tipo de desintegración del nucleido; por ej. en este caso, desintegración alfa.

DESINTEGRACION RAMIFICADA



Si un nucleido puede desintegrar de dos maneras diferentes, el cuadrado es de dos colores; el ejemplo presente indica desintegración β^- y β^+ , o bien captura de electrones. La abundancia relativa de los tipos de desintegración se indica por el tamaño de la parte coloreada (ver: abundancia del tipo de desintegración).



ISOMEROS



Si se conoce un estado isomérico con un período $>10^4$ s. se ha dividido el cuadrado por una vertical. El lado izquierdo corresponde al estado metaestable y el lado derecho al estado fundamental. Si el estado metaestable produce únicamente el estado fundamental, es de color blanco el lado izquierdo.



Si la parte izquierdatambién contiene un ángulo coloreado, el estado isomérico desintegra además por emisión de partículas. El tamaño del ángulo coloreado indica la proporción de emisión de partículas en la desintegración del isómero (ver: abundancia del tipo de desintegración).

1.3 SIGNIFICADO DE LOS VALORES NUMERICOS Y SIMBOLOS EN LOS CUADRITOS DE LOS NUCLEIDOS

ELEMENTOS

U
238,07
σ 7,68
σ_f 4,2

símbolo del elemento
peso atómico del elemento natural (escala química $O = 16$)*
sección eficaz de absorción para neutrones térmicos
sección eficaz de fisión para neutrones térmicos

*La Tabla contiene los pesos atómicos referidos a $^{12}O = 12$

NUCLEIDOS ESTABLES

$^{135}_{54}Xe$
100%
0,001

símbolo y número de masa
abundancia en el elemento natural (en %)
sección eficaz de captura para neutrones térmicos

$^{137}_{54}Xe$
17,5 s
J 0,16

símbolo y número de masa
parte izquierda: período del estado metaestable
energía de la transición isomérica (en MeV)
parte derecha: abundancia en el elemento natural (en %)
sección eficaz de captura para neutrones térmicos

NUCLEIDOS INESTABLES

$^{64}_{29}Cu$
12,8 h
K
β^+ 0,66
β^- 0,37
γ 1,34

símbolo y número de masa
período
tipo de desintegración (energía de la partícula en MeV)
rayos γ (energía de los rayos γ en MeV)

$^{119}_{48}Cd$
11 m
β^- 3,5
β^-
γ

símbolo y número de masa
asignación insegura entre estado fundamental y excitado
período
tipo de desintegración (energía de la partícula en MeV)
rayos γ de energía desconocida

1.4 TIPOS DE DESINTEGRACION

SIMBOLOS

α desintegración alfa
 β^+ emisión de positrones
 β^- emisión de negatrones
 e^- electrones de conversión

$K;L$ captura de electrones de las capas; el símbolo L se ha empleado únicamente cuando la captura de electrones de la capa K es imposible por razones energéticas

γ rayos gamma; radiación de aniquilamiento y rayos X no se han indicado

J_γ transición isomérica

Sp fisión espontánea; sólo ha sido indicado si se conoce el período parcial por fisión espontánea

n;p emisión de neutrones o de protones; si por una desintegración se produce un nucleido hija excitado que emita neutrones, se ha indicado una "n" en el nucleido madre p activo

ABUNDANCIA DEL TIPO DE DESINTEGRACION (ver también: ENERGIA)

El tamaño de la parte coloreada del cuadrado de un nucleido o estado isomérico indica:



cuadrado entero: 100 % de las desintegraciones



3/4 del cuadrado: > 95 % de las desintegraciones



1/2 del cuadrado: ≥ 5 %, pero ≤ 95 % de las desintegraciones



1/4 del cuadrado: ≤ 5 % de las desintegraciones



En caso de ramificaciones, se ha indicado primero el tipo de desintegración mas abundante; aquí por ej. participa en mayor proporción la captura de electrones que la emisión β^- en la desintegración total

K se ha indicado K, cuando en un nucleido el número de electrones de las capas capturadas es mayor que el número de positrones emitidos (% K > % β^+)

e⁻ el símbolo para electrones de conversión se ha indicado sólo cuando se convierte por lo menos el 50 % de los rayos γ .

ENERGIA

Como ejemplos se representan a continuación las energías de los rayos γ . Lo mismo vale para otros tipos de emisión. Todos los valores de energías están expresados en MeV.

γ rayos γ de energías desconocidas

γ 1,17 rayos γ de 1,17 MeV

γ 1,17; 0,81; ... entre varios, se han indicado sólo los dos rayos γ mas abundantes, con energías de 1,17 y 0,81 MeV

γ 0,29-1,17 varios rayos γ de energías conocidas (entre los límites 0,29 y 1,17 MeV) cuyas abundancias relativas no se conocen

γ ... rayos γ de energías conocidas, cuya abundancia en conjunto es menor que el 1 % de las desintegraciones totales. Para la desintegración alfa se ha representado la energía, aún cuando el número de las desintegraciones fuera menor que el 1 % de las desintegraciones totales

K 0,29 indicaciones de energías después de K, indican energías máximas de la radiación de frenamiento interno, expresadas en MeV.

1.5 SECCIONES EFICACES

Las secciones eficaces están expresadas en barn y se refieren a reacciones con neutrones térmicos. En caso de conocerse solo la sección eficaz para neutrones de reactores, se la ha indicado mediante un asterisco (σ^*).

ELEMENTOS

$\sigma_{1,93}$ sección eficaz de absorción de 1,93 barn (suma de las secciones eficaces de todos los procesos con neutrones, con excepción de los procesos de dispersión)

NUCLEIDOS

$\sigma_{2,72}$ sección eficaz de captura ($\sigma_{n,\gamma}$) de 2,72 barn; si mediante la reacción se forma un nucleído en estado isomérico además del estado fundamental, se ha indicado σ como la suma para la formación de ambos estados, a menos de conocerse las secciones eficaces parciales

$\sigma_{1,5+3,9}$ sección eficaz de captura ($\sigma_{n,\gamma}$) de 1,5 barn para la formación del estado isomérico y de 3,9 barn para la formación del estado fundamental

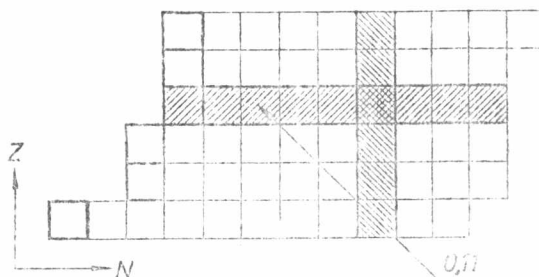
σ_f sección eficaz de fisión

$\sigma_{n,p}$ sección eficaz para la reacción (n,p) .

$\sigma_{n,\alpha}$ sección eficaz para la reacción (n,α) .

1.6 OTROS SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

Flecha diagonal; los nucleídos unidos por una flecha se forman por fisión de ^{235}U con neutrones térmicos; el número indicado en la parte inferior de la flecha indica el rendimiento isobárico en %.



Líneas reforzadas que cruzan la tabla:



número mágico de protones



número mágico de neutrones



indica asignación insegura de las características nucleares mencionadas a los estados fundamental e isomérico

?

datos inseguros o desconocidos

$\mu\text{s}; \text{ms}; \text{s}$

microsegundo; milisegundo; segundo

$\text{m}; \text{h}; \text{d}; \text{a}$

minuto; hora; día; año.

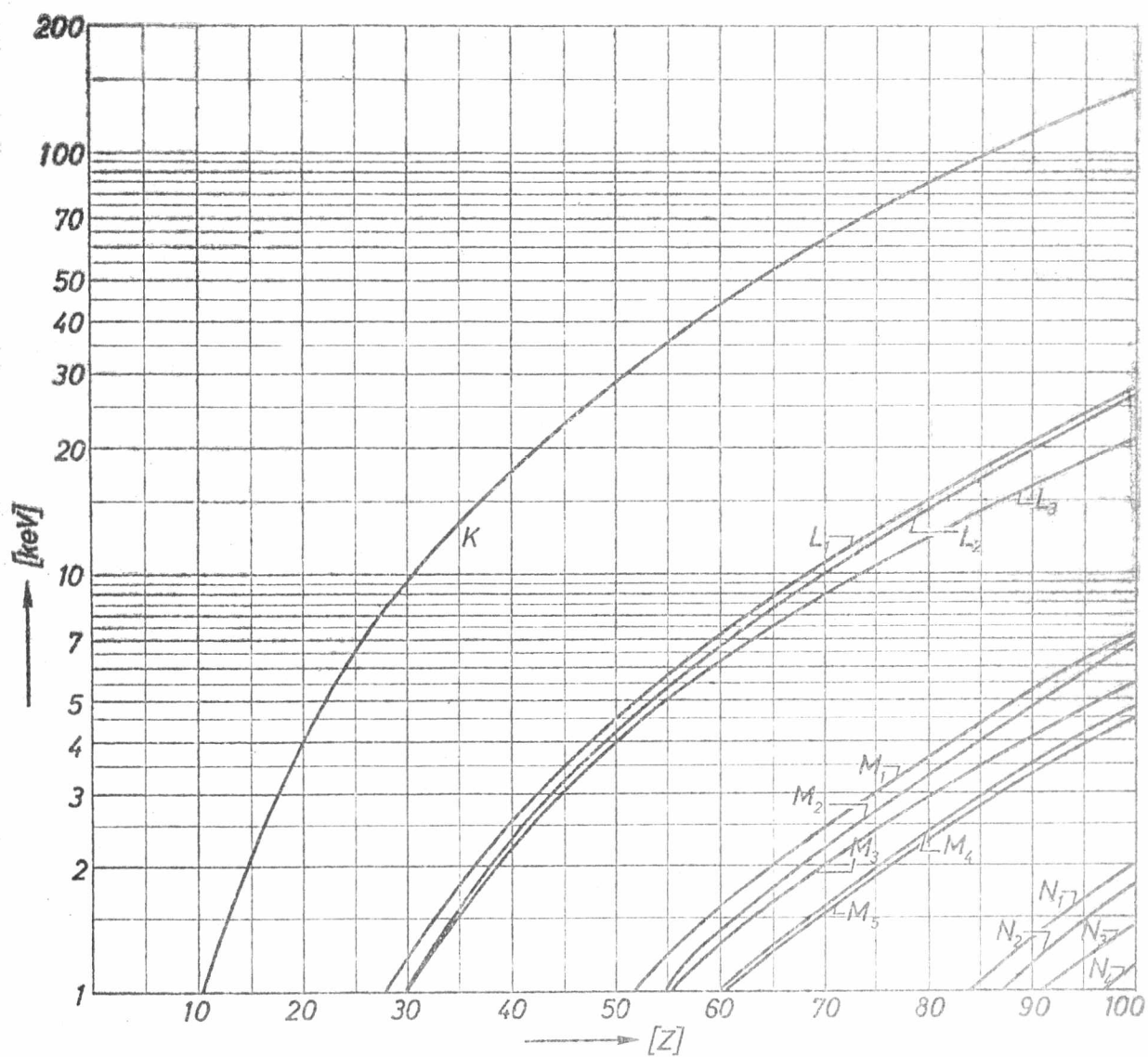


Fig. 1 Energías de unión de los electrones en las distintas capas electrónicas, en función del número atómico.
[según D. Strominger et al, Rev. Mod. Phys. 30, 594 (1958)]

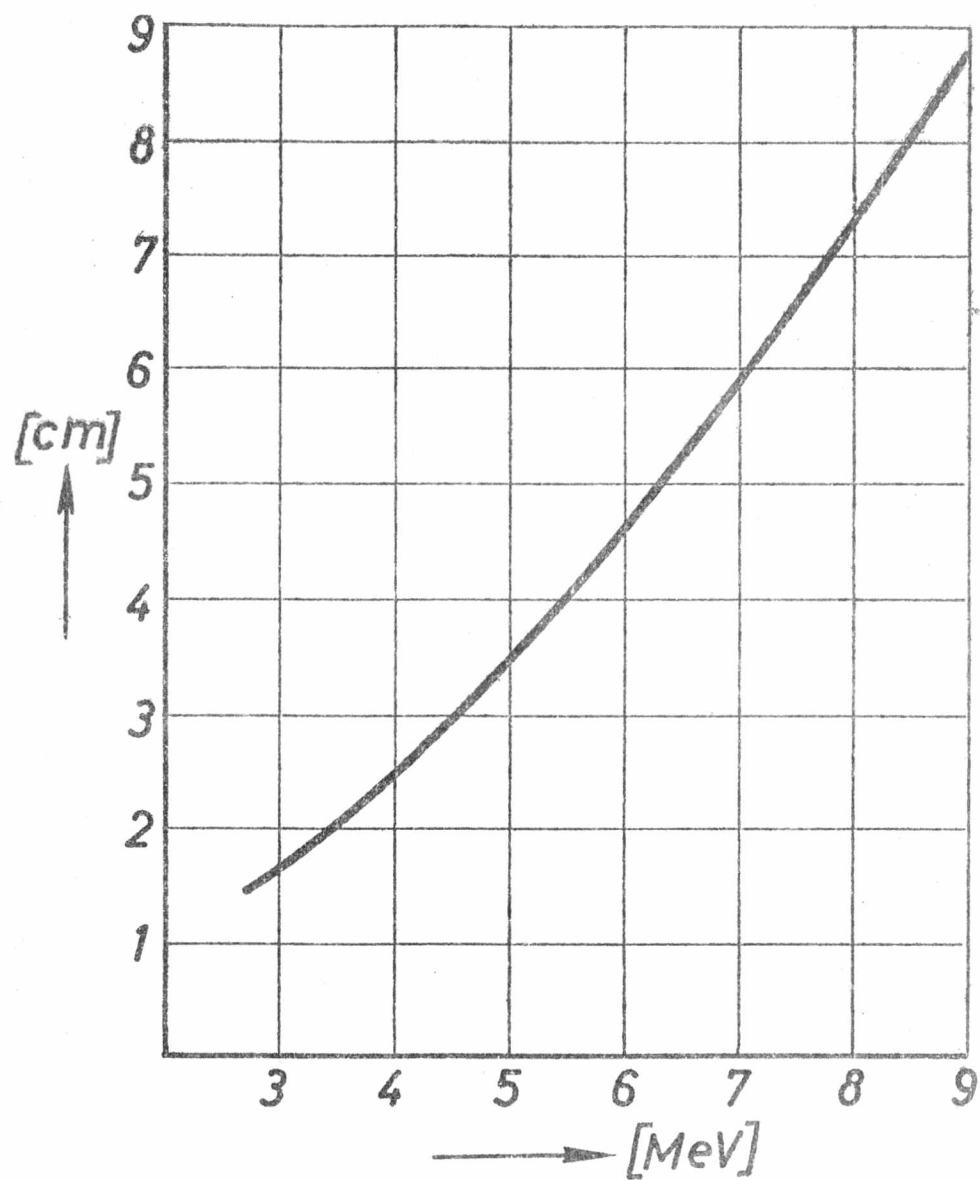


Fig. 2 Alcance de las partículas α en aire a 15 °C y 760 mm Hg

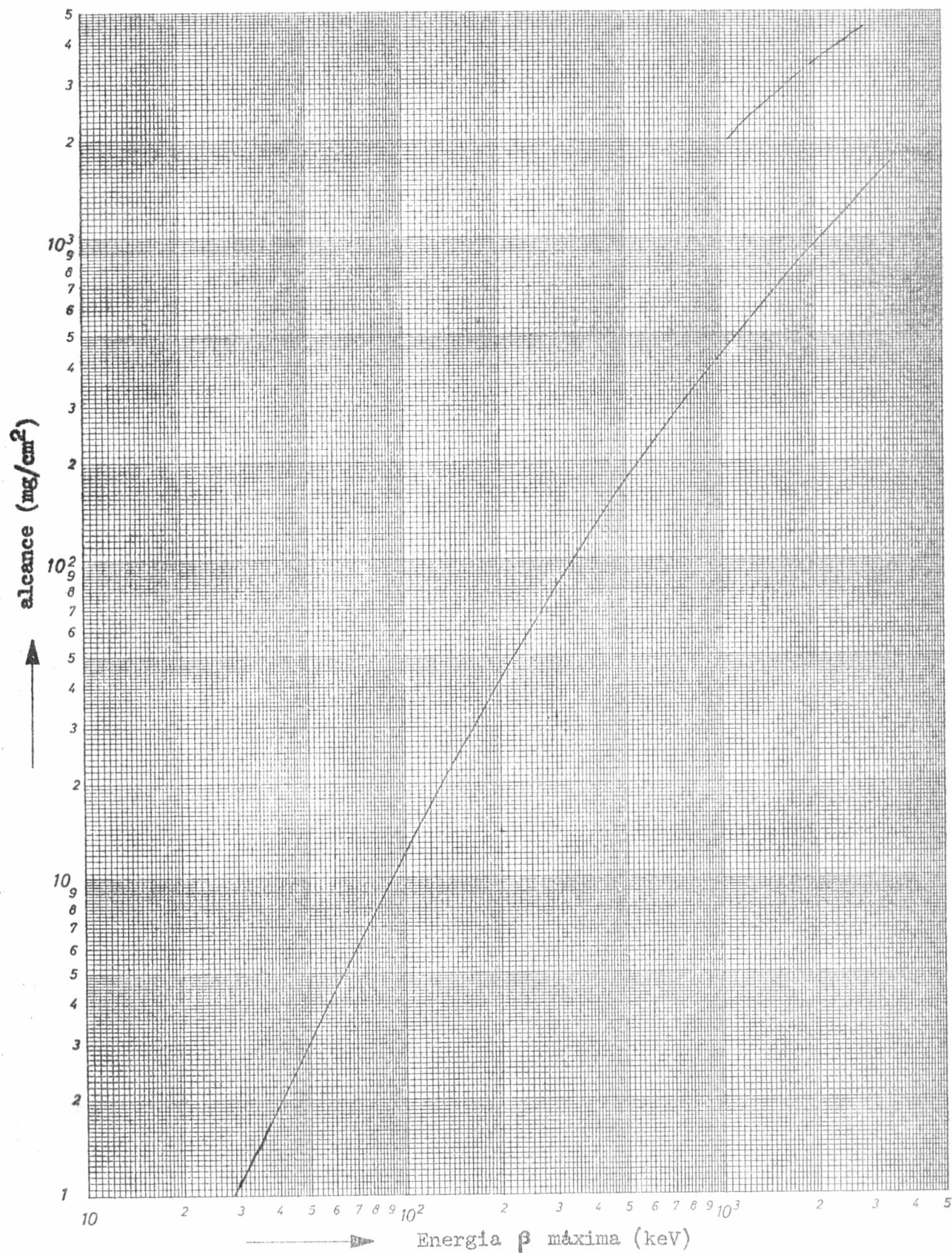


Fig. 3 Alcance de partículas β en aluminio como función de la energía β máxima [según A. Flammersfeld, Z. Naturf. 2a, 370 (1947)]

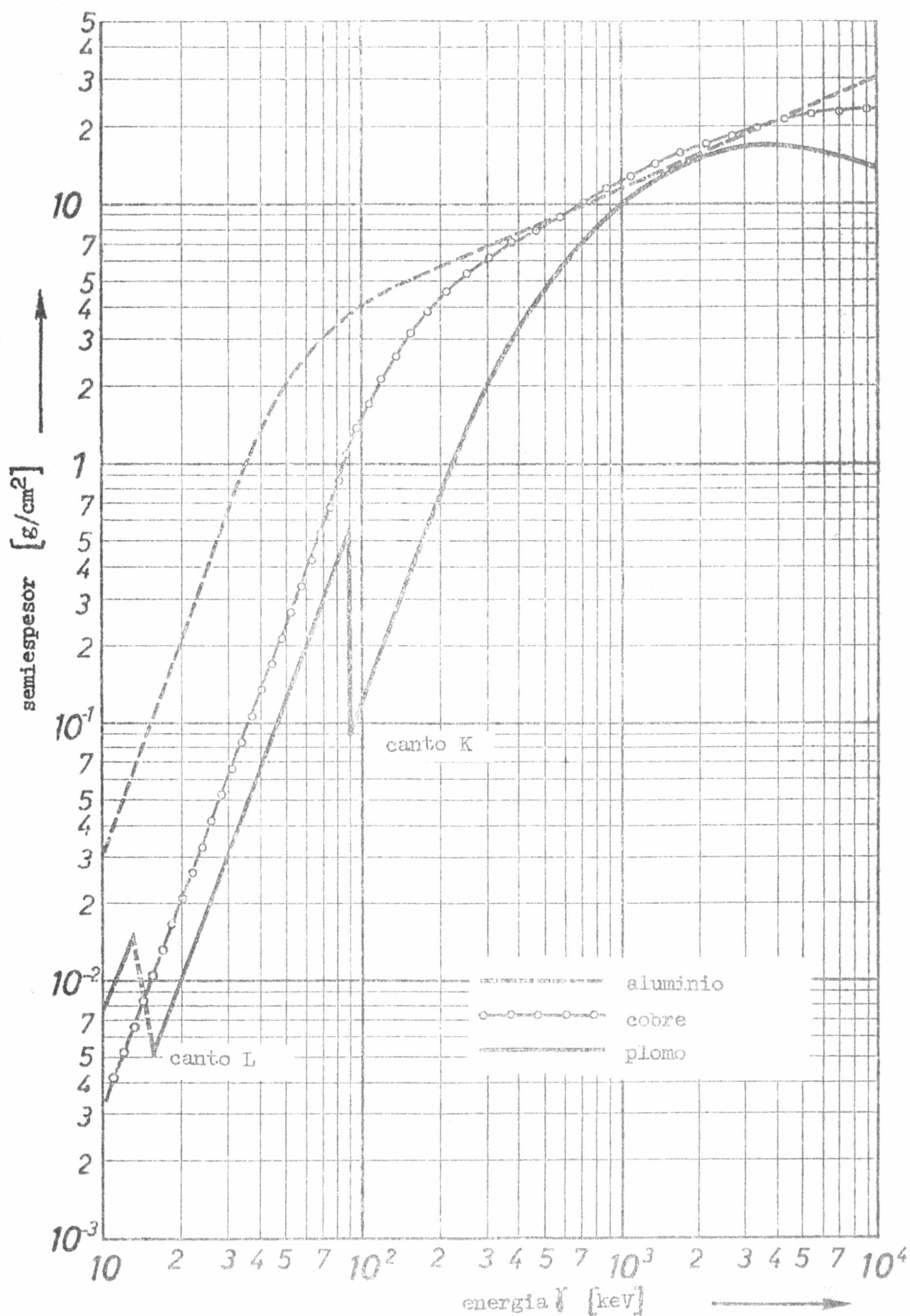


Fig. 4 Valores de semiespesor en aluminio, cobre y plomo para rayos γ [en función de la energía calculado según R.C. White, NBS-1003]

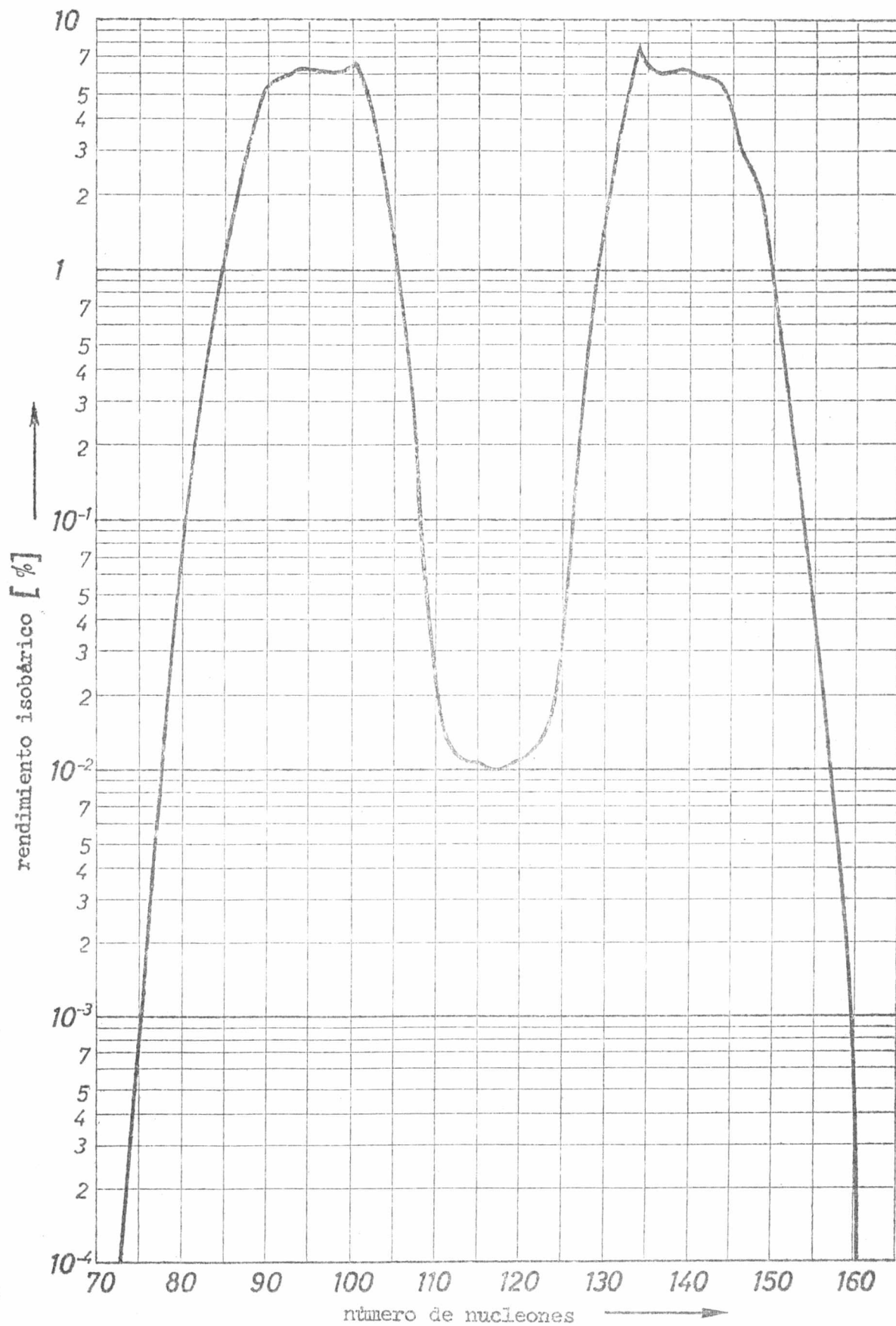


Fig. 5 Distribución de masas para la fisión de ^{235}U con neutrones térmicos según AECL-1054

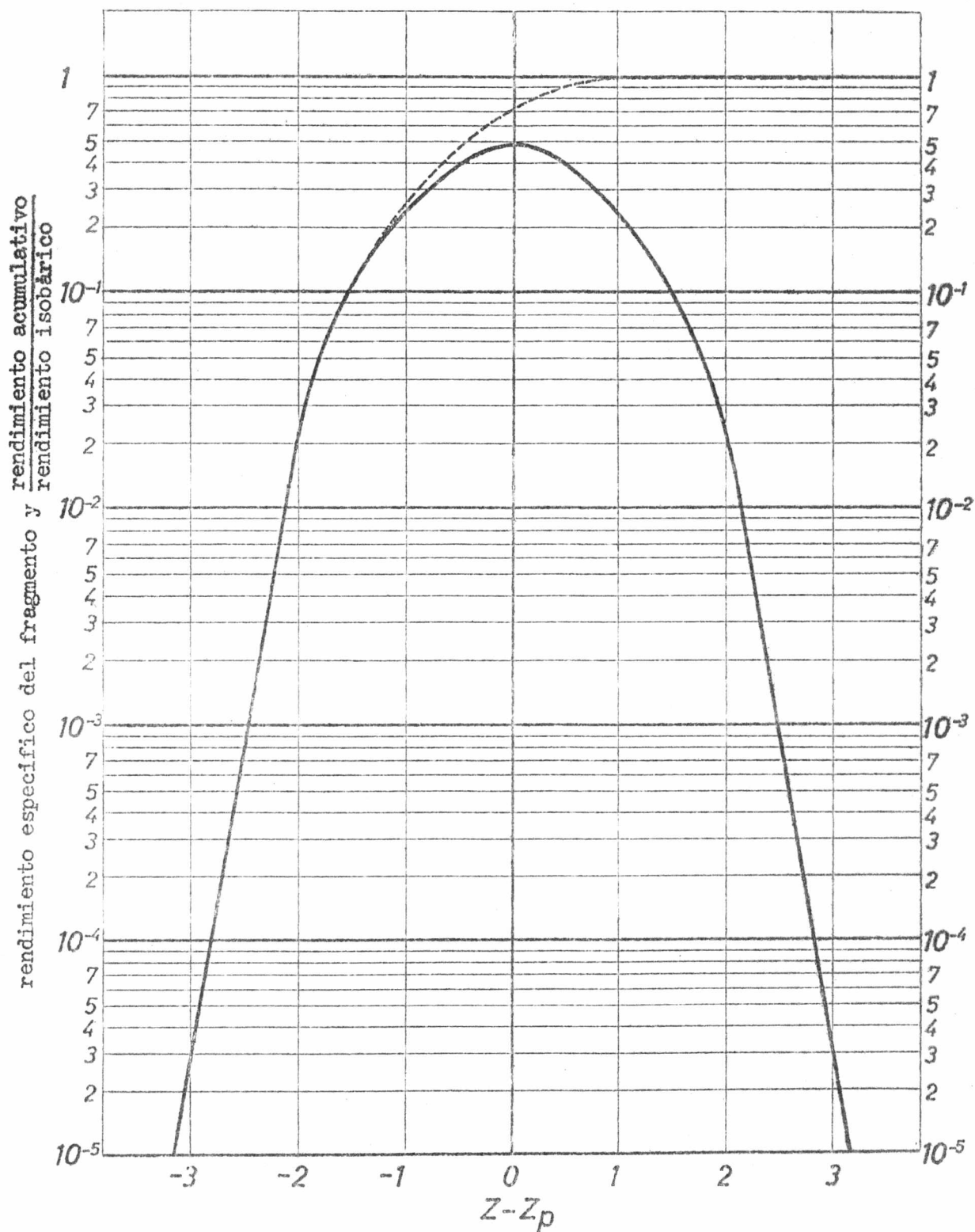


Fig. 6 Distribución de cargas (—) y $\frac{\text{rendimiento acumulativo}}{\text{rendimiento isobárico}}$ (-----) como función de $Z - Z_p$ para la fisión de ^{235}U con neutrones térmicos

Z_p es el número de carga que corresponda al máximo en la curva de rendimiento del fragmento para una cadena isobárica.

Tabla 1 Familias radiactivas naturales

Familia del torio $A = 4n$									
							Ra 228 ThF 6,7 a β 100%	Th 232 Th 1,39-10 ¹⁰ a α 100%	
							Ac 228 Ac 6,13 h β 100%		
		Pb 212 ThB 10,6 h β 100%	Po 216 ThA 0,16 s α ~100% β 0,013%	Rn 220 Rn 54 s α 100%	Ra 224 ThX 3,64 d α 100%	Th 228 RaTh 1,9 a α 100%			
	Tl 208 ThC 3,1 m β 100%	Bi 212 ThC 60,5 m α 36,2% β 63,8%	At 216 ~300 μ s α 100%						
		Pb 208 ThD stabil	Po 212 ThC' 0,3 μ s α 100%						

Familia del actinio $A = 4n + 3$									
							Th 231 ThA 25,6 h β 100%	U 235 AcU 7,1-10 ⁹ a α 100%	
		Bi 215 Bi 5 m β 100%	At 219 0,9 m α 97% β 3%	Fr 223 Fr 22 m α 4-10-1% β ~100%	Ac 227 Ac 22 a α 1,2% β 98,8%	Pa 231 Pa 3,25-10 ⁴ a α 100%			
		Pb 211 AcB 36,1 m β 100%	Po 215 AcA 1,8 ms α ~100% β 5-10-4%	Rn 219 Rn 3,9 s α 100%	Ra 223 AcX 11,7 d α 100%	Th 227 RaAc 18,2 d α 100%			
	Tl 207 AcC 4,8 m β 100%	Bi 211 AcC 2,15 m α 99,68% β 0,32%	At 215 ~100 μ s α 100%						
		Pb 207 AcD stabil	Po 211 AcC' 0,52 s α 100%						

Familia del uranio $A = 4n + 2$									
							Th 234 UX1 24,1 d β 100%	U 238 U 4,5-10 ⁹ a α 100%	
							Pa 234 UX2 1,2 m β 99,83% β 0,17%	U 234 U 2,5-10 ⁵ a α 100%	
		Pb 214 RaB 26,8 m β 100%	Po 218 RaA 3,05 m α 99,98% β 0,02%	Rn 222 Rn 3,8 d α 100%	Ra 226 Ra 1620 a α 100%	Th 230 RaC 8-10 ⁴ a α 100%			
	Tl 210 RaC' 1,3 m β 100%	Bi 214 RaC 19,7 m α 0,04% β 99,96%	At 218 1,3 s α 100%						
Hg 206 5,1 m β 100%	Pb 210 RaD 19,4 a α 0,75-10-4% β ~100%	Po 214 RaC' 160 μ s α 100%							
	Tl 206 RaE 4,3 m β 100%	Bi 210 RaE 5,0 d α 5-10-4% β ~100%							
		Pb 206 RaG stabil	Po 210 RaF 135,4 d α 100%						

Corrección: el periodo de ²⁰⁶Hg es de 7,5 m

Tabla 2 Valores de $e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ en % de e^{-0} ($t = 0$, "actividad inicial")
y de $1 - e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ en % de $1 - e^{-\infty}$ ($t = \infty$, "actividad a saturación"). t = tiempo, T = periodo de semidesintegración.

$\frac{t}{T}$	$e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$1 - e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$\frac{t}{T}$	$e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$1 - e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$\frac{t}{T}$	$e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$1 - e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %
0,0000	100,000	0,000	0,31	80,66	19,34	0,80	57,44	42,56
0,0001	99,993	0,007	0,32	80,11	19,89	0,81	57,04	42,96
0,0002	99,986	0,014	0,33	79,55	20,45	0,82	56,64	43,36
0,0003	99,979	0,021	0,34	79,00	21,00	0,83	56,25	43,75
0,0004	99,972	0,028	0,35	78,46	21,54	0,84	55,86	44,14
0,0005	99,965	0,035	0,36	77,92	22,08	0,85	55,48	44,52
0,0006	99,958	0,042	0,37	77,38	22,62	0,86	55,09	44,91
0,0007	99,951	0,049	0,38	76,84	23,16	0,87	54,71	45,29
0,0008	99,945	0,055	0,39	76,31	23,69	0,88	54,34	45,66
0,0009	99,938	0,062	0,40	75,79	24,21	0,89	53,88	46,12
0,001	99,93	0,07	0,41	75,26	24,74	0,90	53,59	46,41
0,002	99,86	0,14	0,42	74,74	25,26	0,91	53,22	46,78
0,003	99,79	0,21	0,43	74,23	25,77	0,92	52,85	47,15
0,004	99,72	0,28	0,44	73,71	26,29	0,93	52,49	47,51
0,005	99,64	0,36	0,45	73,20	26,80	0,94	52,12	47,88
0,006	99,58	0,42	0,46	72,70	27,30	0,95	51,76	48,24
0,007	99,52	0,48	0,47	72,20	27,80	0,96	51,41	48,59
0,008	99,46	0,54	0,48	71,70	28,30	0,97	51,05	48,95
0,009	99,39	0,61	0,49	71,20	28,80	0,98	50,70	49,30
0,01	99,31	0,69	0,50	70,71	29,29	0,99	50,35	49,65
0,02	98,62	1,38	0,51	70,22	29,78	1,00	50,00	50,00
0,03	97,94	2,06	0,52	69,74	30,26	1,02	49,31	50,69
0,04	97,26	2,74	0,53	69,26	30,74	1,04	48,63	51,37
0,05	96,59	3,41	0,54	68,78	31,22	1,06	47,96	52,04
0,06	95,93	4,07	0,55	68,30	31,70	1,08	47,30	52,70
0,07	95,26	4,74	0,56	67,83	32,17	1,10	46,65	53,35
0,08	94,61	5,39	0,57	67,36	32,64	1,12	46,01	53,99
0,09	93,95	6,05	0,58	66,90	33,10	1,14	45,28	54,72
0,10	93,30	6,70	0,59	66,43	33,57	1,16	44,75	55,25
0,11	92,66	7,34	0,60	65,97	34,03	1,18	44,13	55,87
0,12	92,02	7,98	0,61	65,52	34,48	1,20	43,53	56,47
0,13	91,38	8,62	0,62	65,07	34,93	1,22	42,93	57,07
0,14	90,75	9,25	0,63	64,62	35,38	1,24	42,34	57,66
0,15	90,13	9,87	0,64	64,17	35,83	1,26	41,75	58,25
0,16	89,50	10,50	0,65	63,73	36,27	1,28	41,18	58,82
0,17	88,88	11,12	0,66	63,29	36,71	1,30	40,61	59,39
0,18	88,27	11,73	0,67	62,85	37,15	1,32	40,05	59,95
0,19	87,66	12,34	0,68	62,42	37,58	1,34	39,50	60,50
0,20	87,05	12,95	0,69	61,99	38,01	1,36	38,96	61,04
0,21	86,45	13,55	0,70	61,56	38,44	1,38	38,42	61,58
0,22	85,86	14,14	0,71	61,13	38,87	1,40	37,89	62,11
0,23	85,26	14,74	0,72	60,71	39,29	1,42	37,37	62,63
0,24	84,67	15,33	0,73	60,29	39,71	1,44	36,85	63,15
0,25	84,09	15,91	0,74	59,87	40,13	1,46	36,35	63,65
0,26	83,51	16,49	0,75	59,46	40,54	1,48	35,85	64,15
0,27	82,93	17,07	0,76	59,05	40,95	1,50	35,36	64,64
0,28	82,36	17,64	0,77	58,64	41,36	1,52	34,87	65,13
0,29	81,79	18,21	0,78	58,24	41,76	1,54	34,39	65,61
0,30	81,22	18,78	0,79	57,83	42,17	1,56	33,91	66,09

Tabla 2 continuación

$\frac{t}{T}$	$e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$1 - e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$\frac{t}{T}$	$e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$1 - e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$\frac{t}{T}$	$e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %	$1 - e^{-\frac{t}{T} \ln 2}$ %
1,58	33,45	66,55	2,44	18,43	81,57	3,80	7,18	92,82
1,60	32,99	67,01	2,45	18,30	81,70	3,85	6,93	93,07
1,62	32,53	67,47	2,46	18,17	81,83	3,90	6,70	93,30
1,64	32,09	67,91	2,48	17,92	82,08	3,95	6,47	93,53
1,66	31,64	68,36	2,50	17,68	82,32	4,00	6,25	93,75
1,68	31,21	68,79	2,52	17,44	82,56	4,10	5,83	94,17
1,70	30,78	69,22	2,54	17,19	82,81	4,20	5,44	94,56
1,72	30,35	69,65	2,55	17,08	82,92	4,30	5,08	94,92
1,74	29,94	70,06	2,56	16,96	83,04	4,40	4,74	95,26
1,75	29,73	70,27	2,58	16,73	83,27	4,50	4,42	95,58
1,76	29,53	70,47	2,60	16,49	83,51	4,60	4,12	95,88
1,78	29,12	70,88	2,62	16,27	83,73	4,70	3,85	96,15
1,80	28,72	71,28	2,64	16,04	83,96	4,80	3,59	96,41
1,82	28,32	71,68	2,65	15,93	84,07	4,90	3,35	96,65
1,84	27,93	72,07	2,66	15,82	84,18	5,00	3,12	96,88
1,85	27,74	72,26	2,68	15,60	84,40	5,10	2,92	97,08
1,86	27,61	72,39	2,70	15,39	84,61	5,20	2,72	97,28
1,88	27,17	72,83	2,72	15,18	84,82	5,30	2,54	97,46
1,90	26,79	73,21	2,74	14,97	85,03	5,40	2,37	97,63
1,92	26,43	73,57	2,75	14,87	85,13	5,50	2,21	97,79
1,94	26,06	73,94	2,76	14,76	85,24	5,60	2,06	97,94
1,95	25,88	74,12	2,78	14,56	85,44	5,70	1,92	98,08
1,96	25,70	74,30	2,80	14,36	85,64	5,80	1,79	98,21
1,98	25,35	74,65	2,82	14,16	85,84	5,90	1,67	98,33
2,00	25,00	75,00	2,84	13,97	86,03	6,00	1,56	98,44
2,02	24,66	75,34	2,85	13,87	86,13	6,20	1,36	98,64
2,04	24,32	75,68	2,86	13,77	86,23	6,40	1,18	98,82
2,05	24,15	75,85	2,88	13,58	86,42	6,60	1,03	98,97
2,06	23,98	76,02	2,90	13,40	86,60	6,80	0,90	99,10
2,08	23,65	76,35	2,92	13,21	86,79	7,00	0,78	99,22
2,10	23,33	76,67	2,94	13,03	86,97	7,20	0,68	99,32
2,12	23,00	77,00	2,95	12,94	87,06	7,40	0,59	99,41
2,14	22,69	77,31	2,96	12,85	87,15	7,60	0,52	99,48
2,15	22,53	77,47	2,98	12,67	87,33	7,80	0,45	99,55
2,16	22,38	77,62	3,00	12,50	87,50	8,00	0,39	99,61
2,18	22,07	77,93	3,05	12,07	87,93	8,20	0,34	99,66
2,20	21,76	78,24	3,10	11,66	88,34	8,40	0,30	99,70
2,22	21,46	78,54	3,15	11,27	88,73	8,60	0,26	99,74
2,24	21,17	78,83	3,20	10,88	89,12	8,80	0,22	99,78
2,25	21,02	78,98	3,25	10,51	89,49	9,00	0,20	99,80
2,26	20,88	79,12	3,30	10,15	89,85	9,20	0,17	99,83
2,28	20,59	79,41	3,35	9,81	90,19	9,40	0,15	99,85
2,30	20,31	79,69	3,40	9,48	90,52	9,60	0,13	99,87
2,32	20,03	79,97	3,45	9,15	90,85	9,80	0,11	99,89
2,34	19,75	80,25	3,50	8,84	91,16	10,00	0,10	99,90
2,35	19,61	80,39	3,55	8,54	91,46	10,50	0,07	99,93
2,36	19,48	80,52	3,60	8,25	91,75	11,00	0,05	99,95
2,38	19,21	80,79	3,65	7,97	92,03	11,50	0,04	99,96
2,40	18,95	81,05	3,70	7,70	92,30	12,00	0,02	99,98
2,42	18,69	81,31	3,75	7,43	92,57	13,00	0,01	99,99

Tobla 3 Constantes físicas

Los valores que figuran a continuación son los recomendados por el NAS-NRC en 1963 (NBS Technical News Bulletin 47, 175 (1963))
 Unidades principales: MKSA internacional. Errores $\pm 3 \sigma$ desviación standard.
 Los valores de la masa del deuterón y de la partícula alfa son los de:

Constantes fundamentales

velocidad de la luz	c	$(2,997925 \pm 0,000003) \cdot 10^8$	m s^{-1}
carga elemental	e	$(1,60210 \pm 0,00007) \cdot 10^{-19}$ $(4,80298 \pm 0,00020) \cdot 10^{-10}$	C ues
constante de Planck	h	$(6,6256 \pm 0,0005) \cdot 10^{-34}$ $(4,1356 \pm 0,0004) \cdot 10^{-15}$	J s eV s
	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$	$(1,05450 \pm 0,00007) \cdot 10^{-34}$ $(6,5820 \pm 0,0006) \cdot 10^{-16}$	J s eV s
número de Avogadro (12 kg de $^{12}\text{C} \approx 1 \text{ kmol}$)	N_A	$(6,02252 \pm 0,00028) \cdot 10^{26}$	átomos kmol $^{-1}$
constante de Faraday	$F = N_A \cdot e$	$(9,64870 \pm 0,00016) \cdot 10^7$	C kmol $^{-1}$
volumen de 1 kmol de gas ideal en condiciones normales	V_0	$(2,24136 \pm 0,00030) \cdot 10^1$	$\text{m}^3 \text{ kmol}^{-1}$
constante de Boltzmann	k	$(1,38054 \pm 0,00018) \cdot 10^{-23}$ $(8,6171 \pm 0,0011) \cdot 10^{-5}$	J $^{\circ}\text{K}^{-1}$ eV $^{\circ}\text{K}^{-1}$
	$1/k$	$(1,16049 \pm 0,00015) \cdot 10^4$	$^{\circ}\text{K eV}^{-1}$
constante de los gases	$R = N_A \cdot k$	$(8,3143 \pm 0,0012) \cdot 10^3$	J $^{\circ}\text{K}^{-1} \text{ kmol}^{-1}$
constante magnética	μ_0	4π	$10^{-7} \text{ N C}^{-2} \text{ s}^2$
constante eléctrica	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 \cdot c^2}$	$(8,85419 \pm 0,00003) \cdot 10^{-12}$	$\text{C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

Unidades atómicas y definiciones

electronvolt	eV	$(1,60210 \pm 0,00007) \cdot 10^{-19}$	J
longitud de onda de un fotón de 1 eV	$\lambda = \frac{c \cdot h}{\text{eV}}$	$(1,23981 \pm 0,00004) \cdot 10^{-6}$	m
unidad de masa atómica ($^{12}\text{C} = 12,0 \text{ uma}$)	uma	$(1,66042 \pm 0,00008) \cdot 10^{-27}$ $(9,31478 \pm 0,00015) \cdot 10^2$	kg MeV/c 2
magnetón de Bohr	$\mu_B = \frac{h \cdot e}{2m_e}$	$(9,2732 \pm 0,0006) \cdot 10^{-24}$ $(9,2732 \pm 0,0006) \cdot 10^{-21}$	C s $^{-1} \text{ m}^2$ erg G $^{-1}$
magnetón nuclear	$\mu_N = \frac{h \cdot e}{2m_p}$	$(5,0505 \pm 0,0004) \cdot 10^{-27}$ $(5,0505 \pm 0,0004) \cdot 10^{-24}$	C s $^{-1} \text{ m}^2$ erg G $^{-1}$
Curie	Ci	$(3,7 \pm 0,0)$ $(2,22 \pm 0,0)$	10^{10} des s $^{-1}$ 10^{12} des min $^{-1}$

barn	b	$(1,0 \pm 0,0)$	$\cdot 10^{-28} \text{ m}^2$
fermi	f	$(1,0 \pm 0,0)$	$\cdot 10^{-15} \text{ m}$

Constantes atómicas

electrón

masa en reposo	m_e	$(9,1091 \pm 0,0004)$	$\cdot 10^{-31} \text{ kg}$
		$(5,11006 \pm 0,00005)$	$\cdot 10^{-1} \text{ MeV/c}^2$
		$(5,48597 \pm 0,00009)$	$\cdot 10^{-4} \text{ uma}$
carga específica	$\frac{e}{m_e}$	$(1,758796 \pm 0,000019)$	$\cdot 10^{11} \text{ C kg}^{-1}$
momento magnético	μ_e	$(9,2738 \pm 0,0006)$	$\cdot 10^{-24} \text{ C s}^{-1} \text{ m}^2$
		$(1,00114536 \text{ teórico}) \cdot \mu_B$	
longitud de onda Compton	$\lambda_{C,e} = \frac{h}{m_e \cdot c}$	$(2,42621 \pm 0,00006)$	$\cdot 10^{-12} \text{ m}$
radio clásico	$r_e = \frac{e^2}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot m_e \cdot c^2}$	$(2,81777 \pm 0,00011)$	$\cdot 10^{-15} \text{ m}$

protón

masa en reposo	m_p	$(1,67252 \pm 0,00008)$	$\cdot 10^{-27} \text{ kg}$
		$(9,38256 \pm 0,00015)$	$\cdot 10^2 \text{ MeV/c}^2$
		$(1,00727663 \pm 0,00000024)$	uma
carga específica	$\frac{e}{m_p}$	$(9,5790 \pm 0,0006)$	$\cdot 10^7 \text{ C kg}^{-1}$
momento magnético	μ_p	$(1,41049 \pm 0,00013)$	$\cdot 10^{-26} \text{ C s}^{-1} \text{ m}^2$
longitud de onda Compton	$\lambda_{C,p} = \frac{h}{m_p \cdot c}$	$(1,32140 \pm 0,00004)$	$\cdot 10^{-15} \text{ m}$

neutrón

masa en reposo	m_n	$(1,67482 \pm 0,00008)$	$\cdot 10^{-27} \text{ kg}$
		$(9,39550 \pm 0,00015)$	$\cdot 10^2 \text{ MeV/c}^2$
		$(1,0086654 \pm 0,0000013)$	uma
momento magnético	μ_n	$(-9,6624 \pm 0,0004)$	$\cdot 10^{-27} \text{ C s}^{-1} \text{ m}^2$
		$(-1,91315 \pm 0,00007) \cdot \mu_N$	
longitud de onda Compton	$\lambda_{C,n} = \frac{h}{m_n \cdot c}$	$(1,31958 \pm 0,00012)$	$\cdot 10^{-15} \text{ m}$

deuterón (núcleo de deuterio)

masa en reposo	m_d	$(3,34335 \pm 0,00015)$	$\cdot 10^{-27} \text{ kg}$
		$(1,87558 \pm 0,00003)$	$\cdot 10^3 \text{ MeV/c}^2$
		$(2,013553 \pm 0,000001)$	uma
carga específica	$\frac{e}{m_d}$	$(4,79190 \pm 0,00035)$	$\cdot 10^{-7} \text{ C kg}^{-1}$

partícula α

masa en reposo

m_α

(6,64418 $\pm$ 0,00032)

$\cdot 10^{-27}$ kg

(3,72731 $\pm$ 0,00007)

$\cdot 10^3$ MeV/c²

(4,001506 $\pm$ 0,000001)

uma

carga específica

$\frac{2e}{m_\alpha}$

(4,82257 $\pm$ 0,00035)

$\cdot 10^{-7}$ C kg⁻¹

Constantes numéricas

π 3,141593

e 2,718282

log e 0,434294

ln 2 0,693147

ln 10 2,302585

Tabla 5 Lista de elementos, pesos atómicos y densidades

Los pesos atómicos indicados se refieren a $^{12}\text{C} = 12$. Se establecieron en 1961 por la Comisión para Pesos Atómicos de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) y se han tomado de "Angewandte Chemie" 74, 69 (1962). En cambio los pesos atómicos indicados en la Tabla de Nucleidos todavía se refieren a $\text{O} = 16$. Las densidades se han obtenido del "Handbuch des Chemikers", Tomo II, VEB Verlag Technik, Berlín 1957. Se ha indicado la temperatura sólo si el dato no corresponde a 20°C . La densidad de los gases está dada en g/l. CN = condiciones normales.

elemento	símbolo	número atómico	peso atómico	densidad (20°C)
Actinio	Ac	89	---	---
Aluminio	Al	13	26,9815	2,702
Americio	Am	95	---	11,7
Antimonio	Sb	51	121,75	6,684 25°
Argón	Ar	18	39,948	1,7839 CN
Arsénico	As	33	74,9216	5,727 14°
Astato	At	85	---	---
Azufre	S	16	32,064	2,07 (rómico)
Bario	Ba	56	137,34	3,5
Berilio	Be	4	9,0122	1,85
Berkelio	Bk	97	---	---
Bismuto	Bi	83	208,980	9,80
Boro	B	5	10,811	2,32
Bromo	Br	35	79,909	3,12
Cadmio	Cd	48	112,40	8,64
Calcio	Ca	20	40,08	1,55
Californio	Cf	98	---	---
Carbono	C	6	12,01115	2,25 (grafito)
Cerio	Ce	58	140,12	6,90
Cesio	Cs	55	132,905	1,90
Cinc	Zn	30	65,37	7,14
Circonio	Zr	40	91,22	6,4
Cloro	Cl	17	35,453	3,24 CN
Cobalto	Co	27	58,9332	8,9
Cobre	Cu	29	63,54	8,92
Cromo	Cr	24	51,996	6,92
Curio	Cm	96	---	(7)
Disprosio	Dy	66	162,50	8,5
Einsteinio	Es	99	---	---
Erbio	Er	68	167,26	9,16
Escandio	Sc	21	44,956	(2,5)
Estao	Sn	50	118,69	7,28 (blanco)
Estroncio	Sr	38	87,62	2,6
Europio	Eu	63	151,96	5,3
Fermio	Fm	100	---	---
Flúor	F	9	18,9984	1,695 CN
Fósforo	P	15	30,9738	{ 1,82 (amarillo) 2,20 (rojo)
Francio	Fr	87	---	---
Gadolinio	Gd	64	157,25	---
Galio	Ga	31	69,72	5,91
Germanio	Ge	32	72,59	5,36
Hafnio	Hf	72	178,49	13,31
Helio	He	2	4,0026	0,1785 CN
Hidrógeno	H	1	1,00797	0,08987 CN
Hierro	Fe	26	55,847	7,86

Holmio	Ho	67	164,930	8,8
Indio	In	49	114,82	7,3
Iodo	I	53	126,9044	4,93
Iridio	Ir	77	192,2	22,42
Iterbio	Yb	70	173,04	7,0
Itrio	Y	39	88,905	5,51
Kriptón	Kr	36	83,80	3,74 CN
Lantano	La	57	138,91	6,15
Lawrencio	Lw	103	---	---
Litio	Li	3	6,939	0,534
Lutecio	Lu	71	174,97	9,7
Magnesio	Mg	12	24,312	1,74
Manganeso	Mn	25	54,9381	7,2
Mendelevio	Md	101	---	---
Mercurio	Hg	80	200,59	13,546
Molibdeno	Mo	42	95,94	10,2
Neodimio	Nd	60	144,24	6,9
Neón	Ne	10	20,183	0,900 CN
Neptunio	Np	93	---	17,9
Neutrón	n	0	---	---
Niobio	Nb	41	92,906	8,4
Níquel	Ni	28	58,71	8,90
Nitrógeno	N	7	14,0067	1,2505 CN
Nobelio	No	102	---	---
Oro	Au	79	196,967	19,3
Osmio	Os	76	190,2	22,48
Oxígeno	O	8	15,9994	1,429 CN
Paladio	Pd	46	106,4	11,97 °
Plata	Ag	47	107,870	10,5
Platino	Pt	78	195,09	21,45
Plomo	Pb	82	207,19	11,344 16°
Plutonio	Pu	94	---	19,8 (α)
Polonio	Po	84	---	---
Potasio	K	19	39,102	0,86
Praseodimio	Pr	59	140,907	6,5
Prometio	Pm	61	---	---
Protactinio	Pa	91	---	---
Radio	Ra	88	---	(5,0)
Radón	Rn	86	---	9,73 CN
Renio	Re	75	186,2	20,53
Rodio	Rh	45	102,905	12,5
Rubidio	Rb	37	85,47	1,532
Rutenio	Ru	44	101,07	12,2
Samario	Sm	62	150,35	7,7
Selenio	Se	34	78,96	4,80 25°
Silicio	Si	14	28,086	2,4
Sodio	Na	11	22,9898	0,97
Talio	Tl	81	204,37	11,85
Tantalio	Ta	73	180,948	16,6
Tecnecio	Tc	43	---	---
Teluro	Te	52	127,60	6,24 (α)
Terbio	Tb	65	158,924	8,3
Titanio	Ti	22	47,90	4,5
Torio	Th	90	232,038	11,2
Tulio	Tm	69	168,934	9,3
Tungsteno	W	74	183,85	19,3
Uranio	U	92	238,03	18,7
Vanadio	V	23	50,942	5,866 15°
Xenón	Xe	54	131,30	5,89 CN