

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	11
Tema 1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL NÚCLEO	13
1. Introducción teórica	13
1.1. Propiedades nucleares.	13
1.2. Modelos nucleares	16
1.3. Fuerza nuclear. El deuterón.	23
2. Problemas resueltos	26
2.1. Radio	26
2.2. Masa	30
2.3. Energía de enlace.	33
2.4. Modelos Nucleares	38
3. Problemas propuestos	46
Tema 2. RADIATIVIDAD	49
1. Introducción teórica	49
1.1. Leyes de la desintegración radiactiva.	49
1.2. Tipos de desintegración	52
2. Problemas resueltos	56
2.1. Leyes de la desintegración radiactiva.	56

2.2. Desintegraciones alfa y beta	61
2.3. Desintegración gamma	71
3. Problemas Propuestos	77
Tema 3. REACCIONES NUCLEARES	81
1. Introducción teórica.	81
1.1. Leyes de conservación en las reacciones nucleares	83
1.2. Tipos de reacciones nucleares	83
1.3. Sección eficaz	84
1.4. Velocidad de producción de una reacción nuclear. Activación	85
1.5. Fisión	86
1.6. Fusión	88
2. Problemas resueltos.	91
2.1. Leyes de conservación en las reacciones nucleares	91
2.2. Niveles de Energía y secciones eficaces - Resonancia	98
2.3. Energía umbral	102
2.4. Activación	107
2.5. Fisión y Fusión	109
3. Problemas propuestos	116
Tema 4. INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA MATERIA	119
1. Introducción teórica.	119
1.1. Interacciones de partículas cargadas	119
1.2. Interacción de la radiación electromagnética	122
1.3. Detectores	124

2. Problemas resueltos	128
2.1. Partículas cargadas	128
2.2. Radiación electromagnética	131
2.3. Detectores	134
2.4. Estadística	139
3. Problemas propuestos	144
Tema 5. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	147
1. Introducción teórica	147
1.1. Magnitudes más importantes	147
1.2. Blindajes	152
1.3. Límites de dosis	155
1.4. Fuentes de radiación	157
2. Problemas resueltos	159
2.1. Dosimetría	159
2.2. Cálculo de blindajes	164
3. Problemas propuestos	169
Tema 6. PARTÍCULAS ELEMENTALES	171
1. Introducción teórica	171
1.1. Clasificación de las partículas observadas	171
1.2. Tipos de interacciones fundamentales	175
1.3. Los Quarks	176
1.4. Interacción de partículas	180
2. Problemas resueltos	183
2.1. Propiedades generales	183

2.2. Interacción relativista de partículas	187
2.3. Desintegración de partículas elementales	193
2.4. Energía umbral	197
3. Problemas propuestos	202
SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS PROPUESTOS	205
Tema 1	205
Tema 2	206
Tema 3	208
Tema 4	210
Tema 5	211
Tema 6	212
APÉNDICE 1: ESQUEMAS DE DESINTEGRACIÓN	215
APÉNDICE 2: PROPIEDADES NUCLEARES	223
APÉNDICE 3: UNIDADES Y CONSTANTES	257
BIBLIOGRAFÍA	261

TEMA 6

PARTÍCULAS ELEMENTALES

1. INTRODUCCIÓN TEÓRICA

El estudio de los núcleos nos hace aproximarnos más a la estructura de la materia, observando que además de ellos hay otras partículas más pequeñas, que son las constituyentes de la materia, las llamadas *partículas elementales*.

Además de las propiedades generales de las partículas elementales, interesa mencionar aquí dos características especiales.

1. Cada tipo de partícula tiene su antipartícula, de masa idéntica, pero con alguna otra propiedad opuesta como, por ejemplo, con cargas eléctricas opuestas (como ocurre con el electrón y el positrón, o con el protón y el antiprotón). Pueden aniquilarse mutuamente, dando lugar a fotones u otras partículas.
2. Las fuerzas que actúan entre las partículas elementales se deben al intercambio de otras, llamadas mediadoras.

1.1. Clasificación de las partículas observadas

Fotones Bosones de espín unidad y masa nula. El fotón es el cuanto de radiación electromagnética.

Leptones (Partículas ligeras). Son fermiones de espín 1/2. Son el electrón e^- , el muón μ^- y el tauón τ^- y los neutrinos ν (electrónico, muónico y tauónico), junto con sus antipartículas. Los tres primeros tienen masa no nula. Los neutrinos tienen masa casi nula¹ y viajan a la velocidad de la luz. Todos ellos están sujetos a las interacciones electromagnética y débil, pero no a la

¹ Desde hace unos pocos años se postula, en contra de lo que se creía, que los neutrinos tienen masa, pero muy pequeña

fuerte y se comportan como partículas puntuales. Con los métodos actuales de resolución, 10^{-18} m, no se ha observado estructura en los leptones y no se ha encontrado a ninguno en un estado interno excitado, por lo tanto se los considera partículas fundamentales. Sus características aparecen en la tabla (6.4)

Hadrones O partículas que interaccionan fuertemente y que sienten todas las interacciones. Están constituidas por quarks (tienen estructura extendida por lo que no son partículas elementales propiamente dicho). Tienen un radio del orden de 10^{-15} m.

Los hay de dos tipos:

Mesones (Partículas de masa intermedia). Son bosones. Están formados por un quark y un antiquark. Por ejemplo, los piones (π^+ , π^- , π^0), los kaones (K^+ , K^- , K^0) y otros muchos. Número bariónico, $B = 0$.

Bariones (Partículas pesadas). Son fermiones formados por tres quarks. Entre ellos están los nucleones (el protón y el neutrón), los más ligeros de la familia y otros más pesados llamados a veces hiperones (masa mayor que la del neutrón), como el Λ (lambda), Σ (sigma), y Ξ (cascada). Número bariónico, $B = 1$.

En las tablas (6.1) y (6.2) aparecen las propiedades de algunos hadrones (hay muchos más). Las antipartículas correspondientes tienen los mismos valores de masa y espín, las cargas eléctricas son opuestas y los quarks constituyentes se sustituyen por el antiquark correspondiente (por ejemplo $d \rightarrow \bar{d}$).

Resonancias

Además de la lista de partículas estables hay otros muchos hadrones descubiertos en experimentos con aceleradores de alta energía. Estos hadrones tienen vidas medias del orden de $\sim 10^{-23}$ s, varios órdenes de magnitud más pequeñas que las vidas medias de los hadrones estables. Esta vida media tan pequeña es un índice de que decaen por interacción fuerte. Se trata de las resonancias, son estados virtuales intermedios en procesos donde intervienen hadrones. Como ejemplo de resonancias mesónicas ρ , ω , y de resonancias bariónicas Δ , Σ^* , Ξ^* .