ACVIS

Manual de las CIENCIAS BÁSICAS y del CÁLCULO ANALÍTICO

Matemática · Cálculo · Física · Química

Delta SERAS



Gustavo Gómez Braun

acvis.org

© 2026 Gustavo Gómez Braun · Todos los derechos reservados

Del tramo preuniversitario a la universidad

Este manual acompaña tu preparación para la universidad dentro del tramo preuniversitario de ACVIS. Reúne conocimientos de matemática, cálculo, física y química que permiten recuperar bases, relacionar conceptos y abordar problemas con mayor comprensión. Es un material de apoyo que puedes consultar según los objetivos de tu tramo y las dificultades que encuentres durante el aprendizaje.

Un apoyo para tu preparación

El tramo formativo establece qué competencias necesitas desarrollar, qué actividades realizar y qué evidencias presentar. El manual te ofrece explicaciones, ejemplos, gráficos, glosarios y tablas para trabajar esos contenidos. No necesitas recorrerlo completo en un orden único: selecciona los apartados pertinentes, repasa los conocimientos previos y vuelve a ellos cuando una actividad lo requiera.

Por ejemplo, para interpretar una función o comenzar a estudiar una derivada, puede ser necesario revisar operaciones algebraicas, factorización y sistemas de referencia. Antes de resolver, identifica qué significa cada dato y qué procedimiento corresponde. Reproduce un ejemplo, intenta otro por tu cuenta y explica el razonamiento. Si necesitas apoyo de un tutor o de una herramienta de inteligencia artificial, muestra tu intento y comprueba las explicaciones que recibas.

Conserva los trabajos y registra la asistencia recibida cuando las actividades de tu tramo lo soliciten. ACVIS verifica competencias mediante evidencias: la lectura del manual por sí sola no constituye una validación. Lo que debes demostrar es que comprendes y puedes aplicar los conocimientos en las condiciones previstas para tu evaluación.

Un material que puede seguir contigo

La utilidad de esta obra continúa después del ingreso. Durante los estudios universitarios, especialmente en ingenierías y otras carreras científicas y tecnológicas, los conocimientos básicos reaparecen al estudiar temas nuevos. Una dificultad en física puede exigir revisar trigonometría o vectores; un problema de química puede requerir proporciones, unidades y álgebra; el cálculo necesita relacionar funciones, límites, derivadas e integrales.

Puedes usar el manual como una referencia para repasar, aclarar términos y recuperar herramientas que necesitas en una asignatura. Los glosarios y las tablas de los anexos también facilitan esa consulta. Complementa siempre su contenido con el programa de tu carrera, la bibliografía indicada y las orientaciones de tus docentes.

La propuesta es que este material te ayude a construir una base y a volver sobre ella cada vez que lo necesites: durante el tramo preuniversitario, al comenzar la carrera y al avanzar hacia contenidos más especializados.

Datos editoriales

Manual de las Ciencias Básicas y del Cálculo Analítico

Gustavo M. Gómez Braun

Primera edición: 1994

Edición revisada: 2026

ACVIS

Material de apoyo

acvis.org

Introducción

El estudio de las ciencias básicas y del cálculo matemático tiene un carácter acumulativo: a medida que se avanza, aumenta la cantidad de conocimientos que es necesario relacionar y tener a mano para resolver una situación problemática. Por poner algunos ejemplos, calcular un límite que presenta una indeterminación puede requerir el dominio de las funciones y de los métodos de factorización. Del mismo modo, determinar la impedancia de un circuito RLC de corriente alterna exige conocer las operaciones con números complejos y comprender por qué se utilizan para representar su comportamiento.

Una dificultad frecuente entre los estudiantes consiste en identificar qué concepto, relación o procedimiento permite abordar un problema. En ocasiones, se recuerdan las fórmulas, pero no se comprende con suficiente claridad el significado de las magnitudes que intervienen en ellas. Conceptos como densidad, peso o frecuencia pueden parecer familiares y, sin embargo, presentar dificultades cuando deben aplicarse. Muchas veces se da por supuesto que estos conocimientos ya están disponibles, generalmente de memoria, por el solo hecho de haber sido estudiados.

La bibliografía sobre matemática, física y química es abundante, y existen numerosas obras de gran calidad. A ellas se suman los recursos digitales y las herramientas de inteligencia artificial. Sin embargo, disponer de información no resuelve por sí solo la dificultad de encontrar lo que se necesita, comprenderlo y reconocer cuándo corresponde utilizarlo. Esto resulta especialmente evidente al retomar un tema después de cierto tiempo o al intentar relacionar conocimientos de distintas áreas.

Este manual propone una herramienta de consulta rápida que reúna conceptos, relaciones y procedimientos de uso frecuente, sin dejar de lado los fundamentos necesarios para interpretarlos. Su propósito es facilitar la recuperación de conocimientos, apoyar su comprensión y orientar su aplicación en la resolución de problemas.

Con ese fin, se utiliza un lenguaje sencillo, se presta especial atención a los métodos y técnicas de resolución y se recurre a ejemplos para explicar los procedimientos de mayor dificultad. La selección y presentación de los contenidos procuran responder a las necesidades de quien aprende: reconocer qué información necesita, localizarla y comprender cómo utilizarla.

El manual está organizado en cuatro módulos:

Módulo I. Reúne contenidos de matemática general: sistemas numéricos, operaciones fundamentales, álgebra, ecuaciones, inecuaciones, funciones, matrices y geometría analítica.

Módulo II. Aborda el cálculo diferencial e integral y sus aplicaciones, incluidos los límites, las derivadas, las integrales, la representación gráfica de funciones, las series y las ecuaciones diferenciales.

Módulo III. Presenta conceptos básicos de química: propiedades y estados de la materia, estructura atómica, mezclas, soluciones, elementos, compuestos, reacciones y nomenclatura.

Módulo IV. Desarrolla temas de física general: sistemas de medición, cinemática, dinámica, estática, calor, temperatura y electricidad.

Introducción

Los módulos se complementan con un conjunto de anexos destinados a facilitar la consulta y ampliar el vocabulario científico. Se incluyen tres glosarios: uno de términos matemáticos; otro de física, química y biología; y un tercero dedicado a la física moderna, cuántica y nuclear. Su organización alfabética permite localizar definiciones, aclarar el significado de una palabra y reconocer relaciones entre conceptos que aparecen en distintas áreas del conocimiento.

También se incorporan tablas y datos de referencia sobre la Tierra, constantes de ionización de ácidos, propiedades y constantes físicas del agua y una tabla periódica de los elementos. Estos materiales permiten disponer de información de apoyo al interpretar un fenómeno, revisar una explicación o resolver un problema. Conviene recurrir a ellos cada vez que sea necesario precisar un término o consultar un dato, integrando su uso al trabajo con los módulos.

El índice navegable permite acceder directamente a los temas y a los anexos, y facilita el uso del manual según las necesidades de cada actividad.

En esta versión, la obra se incorpora a **ACVIS como material de apoyo**. Puede acompañar el estudio de un tema, la revisión de conocimientos previos y la resolución de actividades en las que el participante deba aplicar y demostrar sus competencias. Su organización permite consultar una sección puntual o recorrer varios contenidos relacionados, de acuerdo con la trayectoria de aprendizaje y las dificultades que se presenten.

Cuando se utilice junto con una herramienta de inteligencia artificial, el manual puede servir como referencia para formular preguntas más precisas, contrastar explicaciones y revisar procedimientos. Conviene analizar las respuestas obtenidas, comprobar los cálculos y procurar explicar con palabras propias las razones de cada paso. La utilidad de la asistencia recibida se hace visible cuando contribuye a comprender y a actuar con mayor autonomía.

Por su alcance, el manual sintetiza contenidos y omite algunos desarrollos teóricos y demostraciones. Cuando un tema requiera mayor profundidad, será necesario acudir a bibliografía especializada y a otros recursos de aprendizaje. Su finalidad es ofrecer un punto de apoyo accesible para recuperar conocimientos y utilizarlos con criterio. Tener una fórmula a mano resulta útil; comprender por qué se aplica, en qué condiciones y qué significa su resultado es lo que permite convertir esa consulta en aprendizaje.

Índice navegable · Seleccioná un tema para ir a su página

Módulo I. Análisis Numérico. 1
1.- Fundamentos y referencias Iniciales. 1
1.1.- Nomenclatura matemática. 1
1.2.- Clasificación y ordenamiento de la matemática 1
1.3.- Sistemas de referencia. 2
1.4.- Clasificación de los números. 3
2.- Operaciones fundamentales. 5
2.1.- Operaciones fundamentales con números relativos. 5
2.1.1.- Suma de números relativos. 5
2.1.2.- Sustracción de números relativos. 6
2.1.3.- Multiplicación de números relativos. 7
2.1.4.- Potencia de números relativos. 7
2.1.5.- División de números relativos. 8
2.2.- Mínimo común múltiplo (m.c.m). 9
2.3.- Números Racionales. 9
2.3.1.- Cálculo de la fracción generatriz de un número racional. 9
2.3.2.- Operaciones con números racionales. 10
2.4.- Operaciones con números irracionales. 11
2.4.1.- Suma y resta de números irracionales. 11
2.4.2.- Multiplicación de números irracionales. 11
2.5.- Racionalización de expresiones numéricas y algebraicas. 12
3.- Los números imaginarios y complejos. 13
3.1.- Formas de expresar un número complejo. 13
3.2.- Operaciones con números complejos. 14
4.- Nociones Básicas de Progresiones. 15
4.1.- Progresión Aritmética. 15
4.2.- Progresión Geométrica. 15
5.- Álgebra 17
5.1.- Nomenclatura algebraica. 17
5.1.1.- Clasificación de las expresiones algebraicas. 17
5.1.2.- Términos semejantes. 18
5.2.- Valor numérico de expresiones algebraicas. 19
5.3.- Suma, resta, multiplicación y división de polinomios. 20
5.3.1.- Multiplicación de polinomios. 20
5.3.2.- División de polinomios. 20
5.4.- Factorización y Productos notables. 21
5.4.1.- Productos Notables. 21
5.4.2.- Factorización. 21
5.5.- Reducción de expresiones cuadráticas a cuadrado perfecto 22
5.6.- Método de Ruffini para factorizar un polinomio de grado n. 23
5.7.- División de polinomios por el método de Ruffini para divisores de la forma $(x \pm a)$. 23
5.8.- Método de los coeficientes indeterminados para la división de polinomios. 24
6.- Ecuaciones. 25
6.1.- Artificios usados al resolver ecuaciones. 26
6.1.1 Aplicar la función inversa. 26
6.1.2 Eliminación del signo de agrupación. 26
6.1.3.- Cambio de variable. 27
6.1.4.- Factorización de la expresión. 28
6.3.- Ecuaciones de segundo grado. 29
6.4.- Ecuaciones Irracionales. 30
6.5.- Ecuaciones con módulo. 30
6.6.- Ecuaciones especiales. 31
6.7.- Sistemas de ecuaciones. 31
6.7.1.- Resolución de sistemas de ecuaciones lineales de dos variables y dos incógnitas. 31
6.7.2.- Sistemas de tres ecuaciones con tres incógnitas. 32

6.7.3.- Sistemas de ecuaciones de "n" variables y "n" incógnitas. . . . 33
a.- Representación matricial de un sistema de ecuaciones. . . . 33
b.- Método de Gauss-Jordan para la resolución de sistemas de ecuaciones. . . . 33
6.8.- Interpretación matemática de problemas verbales. . . . 36
7.- Generalidades de conjuntos. . . . 37
7.1- Conjuntos. . . . 37
7.2.- Pertenencia. . . . 37
7.3.- Diagrama de Venn (representación sagital). . . . 37
7.4.- Simbología de conjuntos. . . . 37
7.5.- Inclusión. . . . 38
7.6.- Operaciones con conjuntos. . . . 38
7.7.- Conjuntos numéricos Notables. . . . 39
7.8.- La recta real. . . . 40
8.- Inecuaciones . . . 41
8.1.- Inecuaciones Lineales de una sola variable. . . . 41
8.2.- Inecuaciones de grado superior al primero, racionales y/o producto 42
8.3.- Inecuaciones de funciones dadas por intervalos. . . . 43
8.4.- Inecuaciones con módulo. . . . 43
8.5.- Inecuaciones Irracionales. . . . 45
8.6.- Inecuaciones con funciones exponenciales o logarítmicas. . . . 49
8.7.- Inecuaciones Trigonométricas. . . . 50
8.8.- Sistemas de inecuaciones. . . . 51
8.9.- Inecuaciones en dos variables. . . . 52
8.10.- Sistemas de Inecuaciones en dos variables. . . . 52
10.- Funciones y Relaciones. . . . 53
10.2.- Relaciones. . . . 53
10.2.1.- Representación gráfica de relaciones. . . . 53
10.2.2.- Representaciones analíticas de una relación. . . . 54
10.2.3.- Tipos de relaciones. . . . 54
10.3.- Funciones. . . . 55
10-3.1.- Función afín (función lineal, la recta). . . . 55
10.3.2.- Función Cuadrática. . . . 56
10.4.- Funciones Trigonométricas. . . . 57
10.4.1.- Ángulos y cuadrantes. . . . 57
10.4.2.- Circunferencia trigonométrica. . . . 58
10.4.3.- Relaciones trigonométricas de un triángulo rectángulo. . . . 59
10.4.4.- Relaciones trigonométricas fundamentales. . . . 59
10.4.5.- Funciones trigonométricas de ángulos relacionados. . . . 59
10.4.6.- Reducción de ángulos al primer cuadrante. . . . 60
10.4.7.- Funciones suma y resta de los ángulos. . . . 61
10.4.8.- Multiplicación de funciones trigonométricas. . . . 61
10.4.9.- Funciones trigonométricas de ángulos doble (2w). . . . 61
10.4.10.- Funciones de los ángulos mitad. . . . 61
10.4.11.- Suma y resta de funciones trigonométricas. . . . 62
10.4.12.- Ley del seno y coseno. . . . 62
10.4.13.- Funciones trigonométricas Inversas. . . . 62
10.4.14.- Identidades trigonométricas. . . . 63
10.4.15.- Ecuaciones trigonométricas. . . . 63
11.- Función exponencial y logarítmica. . . . 65
11.1.- La función exponencial. . . . 65
11.1.1.- Aspectos de importancia en las funciones exponenciales. . . . 65
11.1.2.- Ecuaciones exponenciales. . . . 65
11.2.- Función logarítmica. . . . 67
11.2.1.- Bases logarítmicas notables. . . . 67

Índice navegable · Seleccioná un tema para ir a su página

11.2.2.- Propiedades de la función logarítmica. . . . 68
11.2.3.- Ecuaciones logarítmicas . . . 68
11.3.- Cambio de base. . . . 69
12.- Función Módulo. . . . 70
12.1.- Gráfico de funciones con factores módulos sumados o restados. . . . 70
13.- Dominio y Rango de una función. . . . 71
13.1.- Determinación gráfica del Dominio y Rango de una función. . . . 71
13.2.- Cálculo analítico del dominio y el rango de una función. . . . 72
13.2.1.- Cálculo del dominio. . . . 72
13.2.2.- Cálculo del rango. . . . 73
14.- Función Compuesta. . . . 75
15.- Artificios matemáticos más usados. . . . 76
16.- Operaciones con fracciones algebraicas. . . . 78
17.- Geometría Analítica. . . . 80
17.1.- El punto y la recta. . . . 80
17.1.1.- Distancia entre dos puntos. . . . 80
17.1.2.- Punto de división de un segmento en una razón dada . . . 80
17.1.3.- Inclinación, pendiente, cosenos directores de una recta. . . . 80
17.1.4.- Relaciones entre familias de rectas (condiciones). . . . 80
17.1.5.- Ecuaciones de la recta. . . . 80
17.2.- La Parábola. . . . 81
17.2.1.- Ecuación canónica de la parábola. . . . 81
17.2.2.- Ecuaciones de las tangentes. . . . 81
17.3.- El Círculo. . . . 82
17.3.1.- Ecuación de la tangente a un círculo. . . . 82
17.4.- La Hipérbola. . . . 82
17.4.1.- Ecuaciones de las tangente. . . . 83
17.5.- La Elipse. . . . 83
17.5.1.- Ecuación de las tangentes. . . . 84
17.6.- Sistemas de Coordenadas. . . . 84
17.6.1.- Coordenadas polares. (conversión polar - rectangular). . . . 84
17.6.2.- Transformación de Coordenadas. . . . 84
17.6.3.- Rotación y translación simultánea . . . 85
17.7.- Ángulos, triángulos y cuadriláteros. . . . 85
17.8.- Vectores. . . . 86
17.8.1.- Representación gráfica de puntos. . . . 86
17.8.2.- Magnitudes escalares y vectoriales. . . . 86
17,8.3.- Cálculo de la componente de un vector definido por dos puntos. . . . 88
17.8.4.- Cálculo del módulo de un vector. . . . 88
17.8.5.- Operaciones con vectores. . . . 88
17.8.6.- Cálculo de la resultante entre vectores conocido su módulo, dirección y sentido . . . 90
17.8.7.- Combinación lineal de vectores. . . . 92
18.- Matrices. . . . 93
18.1.- Operaciones con matrices. . . . 93
18.1.1.- Suma y resta de matrices. . . . 93
18.1.2.- Multiplicación por un escalar. . . . 93
18.1.3.- Multiplicación de matrices. . . . 93
18.1.4.- Matriz transpuesta. . . . 94
18.1.5.- Determinante de una matriz cuadrada. . . . 94
19.- Números combinatorios. . . . 94
19.1.- Permutaciones. . . . 94
19.2.- Variaciones. . . . 94
19.3.- Combinaciones. . . . 94
20.- Superficies. . . . 95
21.- Cuerpos. . . . 97
22.- Curvas (para consulta) . . . 100

Módulo II. Cálculo diferencial e Integral y aplicaciones. . . . 103
1.- Límites de una función. . . . 103
1.1.- Definición formal de límite. . . . 103
1.2.- Indeterminaciones, igualdades simbólicas y límites notables. . . . 103
1.3.- Límites notables. . . . 104
1.4.- Propiedades de los límites. . . . 104
1.5.- Resolución de límites. . . . 104
1.5.1.- Indeterminaciones del tipo (0/0). . . . 105
1.5.2.- Indeterminaciones de la forma . . . 106
1.5.3.- Indeterminación de la forma . . . 106
1.5.4.- Indeterminación de la forma . . . 107
1.5.5.- Indeterminaciones de la forma . . . 107
1.6.- Continuidad y Discontinuidad de una función. . . . 108
1.7.- Límites Laterales. . . . 108
2.- La Derivada. . . . 110
2.1.- Cálculo por definición. . . . 110
2.2.- Notación. . . . 110
2.3.- Reglas y Fórmulas. . . . 110
2.3.1.- Reglas Fundamentales. . . . 110
2.3.2.- Regla de la cadena. . . . 111
2.4.- Derivación implícita. . . . 112
2.5.- Resolución de límites por la regla de L'Hôpital. . . . 112
2.6.- Interpretación Física y Geométrica de la derivada. . . . 112
2.7.- Teorema del extremo interior. . . . 113
2.8.- Teorema de Rolle. . . . 113
2.9.- Teorema del valor medio. . . . 113
2.10.- Gráfico de funciones. . . . 114
2.10.1.- Campo de existencia. . . . 114
2.10.2.- Intersección con los ejes coordenados. . . . 114
2.10.3.- Se calcula la primera y segunda derivada. . . . 114
2.10.4.- Puntos Críticos. . . . 114
2.10.5.- Intervalos de Crecimiento y Decrecimiento. . . . 114
2.10.6.- Puntos de inflexión e intervalos de concavidad. . . . 115
2.10.7.- Asíntotas. . . . 115
3.- La Integral. . . . 116
3.1.- Nomenclatura. . . . 116
3.2.- Propiedades de la integral indefinida. . . . 116
3.3.- Tabla de integrales inmediatas. . . . 116
3.4.- Reglas Fundamentales. . . . 116
3.5.- Método del cambio de variable. . . . 117
3.6.- Consejos prácticos para integrar. . . . 117
3.7.- Integrales de funciones racionales. . . . 118
3.7.1.- Raíces de Q(x), reales y distintas. . . . 118
3.7.2.- Raíces reales repetidas. . . . 119
3.7.3.- Raíces Complejas Distintas. . . . 119
3.7.4.- Raíces Complejas Repetidas. . . . 119
3.8.- Integración por partes. . . . 121
3.8.1.- Casos típicos que se resuelven por partes. . . . 121
3.8.2.- Algunas expresiones que no tienen primitiva. . . . 121
3.9.- Integración de funciones trigonométricas.. . . . 122
3.10.- Integrales por sustitución Trigonométrica. . . . 122
3.11.- Integración de funciones expresadas como cuadrados. . . . 123
3.12.- Integrales de las diferenciales binómicas. . . . 124
3.13.- La Integral Definida. . . . 124

Índice navegable · Seleccioná un tema para ir a su página

3.13.1.- Cálculo por definición. . . . 124
3.14.- Propiedades de la integral definida. . . . 125
3.15.- Teorema fundamental del cálculo. . . . 126
3.16.- Área comprendida entre dos curvas planas. . . . 126
3.16.1.- Tomando diferencial de x, (dx). . . . 126
3.16.2.- Tomando diferencial de y, (dy). . . . 126
3.17.- Área en Coordenadas Paramétricas. . . . 128
3.18.- Área en Coordenadas Polares. . . . 129
3.19.- Volumen de Sólidos de Revolución. . . . 129
3.20.- Volumen de un sólido de sección transversal conocida. . . . 130
3.21.- Integrales Impropias. . . . 131
3.21.1.- F(x) / F está definida en (a, b]. . . . 131
3.21.2.- F(x) / F está definida en [a, b). . . . 131
3.22.- Longitud de Arco. . . . 132
3.22.1.- En coordenadas cartesianas. . . . 132
3.22.2.- En coordenadas paramétricas. . . . 132
3.22.3.- Coordenadas Polares. . . . 132
3.23.- Área de una Superficie de Revolución. . . . 132
3.24.- Fuerzas sobre Placas Sumergidas. . . . 133
3.25.- Trabajo. . . . 134
4.- Series. . . . 135
4.1.- Nociones Básicas. . . . 135
4.1.1.- Serie Aritmética. . . . 135
4.1.2.- Serie Geométrica. . . . 135
4.1.3.- Serie Binómica. . . . 135
4.1.4.- Fórmulas para la sumatoria de i términos. . . . 136
4.2.- Condiciones de Divergencia y Convergencia. . . . 136
4.3.- Criterios de convergencia y divergencia de. . . . 136
4.4.- Estimación del error. . . . 137
4.5.- Series de Taylor. . . . 138
4.6.- Serie de Fourier. . . . 139
5.- Derivadas en tres o más variables. . . . 140
5.1.- Definición y notación (derivadas parciales). . . . 140
5.1.1.- Con respecto a x. [Fx(x,y)]. . . . 140
5.1.2.- Con respecto a y [Fy(x,y)]. . . . 140
5.1.3.- Notaciones comunes para derivada de Z = F(x,y). . . . 140
5.2.- Derivación Implícita. . . . 140
5.3.- Derivadas de orden superior. . . . 141
5.3.1.- Derivada de segundo orden. . . . 141
5.3.2.- Derivada de tercer orden. . . . 141
5.4.- Regla de la cadena (derivadas totales). . . . 141
5.4.1.- En dos variables. . . . 141
5.4.2.- Tres o más variables. . . . 142
5.5.- Incremento - Cálculo por aproximación. . . . 142
5.6.- Derivadas totales - Aplicaciones. . . . 143
5.7.- Criterios para el cálculo de los valores extremos de Z = F(x,y) . . . 143
6.- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. . . . 145
6.1.- Conceptos y basamentos. . . . 145
6.2.- Solución de una E.D.O con variables separadas - separables. . . . 145
6.2.1.- Variables separadas. . . . 145
6.2.2.- Variables separables. . . . 145
6.3.- E.D.O Homogéneas. . . . 146
6.4.- Ecuaciones diferenciales de la forma, . . . 147
6.5.- E.D.O exactas y reducibles a exactas. . . . 147
6.5.1.- Ecuación exacta. . . . 147
6.5.2.- Reducibles a exactas. (Factor de integración). . . . 149

Índice navegable · Seleccioná un tema para ir a su página

6.6.- E.D.O lineales y reducibles a lineales. . . . 150
6.7.- E.D.O de grado superior y primer orden. . . . 151
6.7.1.- Caso 1. Cuando el polinomio P formado por la E.D.O es factorizable. . . . 151
6.7.2.- Caso 2. Cuando el polinomio en P no es factorizable (respecto de y). . . . 152
6.7.3.- Caso 3. Cuando el polinomio en P no se puede factorizar (respecto de x). . . . 153
6.8.- E.D.O de orden superior al primero. (Operador D). . . . 153

Módulo III. Química. . . . 155
1.- Propiedades de la materia. . . . 155
1.1.- La densidad. . . . 155
1.2.- El concepto de mol. . . . 155
2.- Estructura de la materia. . . . 156
2.1.- Estructura Atómica. . . . 156
2.2.- Números Cuánticos. . . . 158
3.- Los Estados de la materia. . . . 159
3.1.- Los cambios de estado. . . . 159
4.- Clasificación de los materiales. . . . 159
5.- Las Mezclas. . . . 160
5.1.- Mezclas heterogéneas. . . . 160
5.2.- Mezclas homogéneas. . . . 160
5.3.- Las Soluciones. . . . 160
5.4.- Expresiones cuantitativas de la concentración de una solución. . . . 161
5.5.- Propiedades coligativas de las soluciones. . . . 162
5.6.- Conductividad eléctrica de las soluciones. . . . 164
6.- Las sustancias puras. . . . 165
6.1.- Los elementos. . . . 165
6.2.- Los compuestos. . . . 167
7.- Las Reacciones Químicas. . . . 169
7.1.- Hechos que ponen de manifiesto una reacción química. . . . 169
7.2.- Variedades del cambio químico. . . . 169
7.3.- Velocidad de reacción. . . . 170
7.4.- Ley de la conservación de la masa. . . . 170
7.4.1.- Balanceo de ecuaciones químicas. . . . 170
7.5.- Ley de las proporciones definidas. . . . 173
7.5.1.- Situaciones problemáticas producto de la ley. . . . 173
7.6.- Equilibrio químico. . . . 174
7.6.1.- Reacciones irreversibles. . . . 174
7.6.2.- Reacciones reversibles. . . . 174
7.7.- Equilibrio iónico. . . . 175
7.7.1.- Ácidos fuertes y débiles en solución acuosa. . . . 175
7.7.2.- Grado de ionización de ácidos débiles. . . . 175
7.8.- Constante de ionización del agua (pH y pOH). . . . 176
8.- Nomenclatura y formulación de los compuestos Inorgánicos. . . . 177
8.1.- Óxidos. . . . 177
8.1.1- Nomenclatura y formulación óxidos básicos. . . . 177
8.1.2.- Formulación y nomenclatura tradicional de óxidos ácidos. . . . 178
8.1.3.- Nomenclatura Stock de óxidos ácidos y básicos. . . . 178
8.2.- Bases (hidróxidos). . . . 179
8.3.- Ácidos. . . . 180
8.3.1.- Ácidos hidrácidos. . . . 180
8.3.2.- Ácidos Oxácidos. . . . 180
8.4.- Las Sales. . . . 182
8.4.1.- Las Sales Haloideas. . . . 182
8.4.2.- Las Oxisales. . . . 182

Módulo IV. Física. 185
1.- Sistemas y patrones de medición. 185
1.2.- Notación Científica y de Ingeniería. 186
2.- Cinemática. 187
2.2.- El movimiento rectilíneo uniformemente acelerado o retardado (M.R.U.A o M.R.U.R). 187
2.2.1.- Caída libre y lanzamiento vertical 188
2.3.- Movimiento en el plano. 190
2.3.2.- Movimiento circular. 191
2.3.3.- Movimiento Armónico simple (M.A.S). 192
3.- Dinámica. 194
3.1.- Definición de términos. 194
3.2.- Leyes de la dinámica. 194
3.3.- Resolución de problemas de dinámica. 195
3.3.1.- Fuerza única y paralela a la superficie que actúa sobre una masa. 195
3.3.2.- Fuerza única que forma un ángulo con la superficie. 195
3.3.3.- Dos o más fuerzas que actúan sobre uno o más cuerpos. 195
3.4.- Ley universal de gravitación. 197
3.5.- Dinámica del movimiento circular. 197
3.6.- Trabajo mecánico, potencia mecánica y energía. 199
3.6.1.- Trabajo mecánico. 199
3.6.2.- Potencia mecánica. 199
3.6.3.- Energía. 200
4.- Coordenadas del centro de masas de dos cuerpos. 201
4.1.- Momento de una fuerza o torque de una fuerza (M). 201
4.2.- Fuerza resultante sobre cuerpos rígidos. 201
4.2.1.- Fuerzas paralelas y del mismo sentido. 202
4.2.2.- Fuerzas paralelas y de sentidos opuestos. 202
5.- Estática. 203
5.1.- Condiciones de equilibrio en cuerpos rígidos. 203
6.- Calor y temperatura. 204
5.1.- Dilatación de sólidos. 204
7.- Equilibrio térmico y capacidad calórica. 205
7.1.- Cantidad de calor cedido y absorbido. 205
7.2.- Unidades de la cantidad de calor (Q). 206
7.3. Calor específico y capacidad calórica. 206
7.3.1.- Tabla de calores específicos. 206
8.- Cantidad de movimiento, Impulso y Choques 207
9.- Electrostática. 208
9.1.- Carga eléctrica. Ley de Coulomb. 208
9.2.- Campo eléctrico. 209
9.3.- Potencial eléctrico y diferencia de potencial. 210
9.3.1.- Diferencia de potencial en un campo eléctrico uniforme. 211
9.3.2.- Energía potencial eléctrica. 212
9.4.- Capacidad eléctrica y condensadores. 213
9.4.1.- Asociación de condensadores. 213
10.- Corriente eléctrica y Circuitos. 214
10.1.- Ley de ohm. 215
10.2.- Fuerza electromotriz. 217
10.3.- Circuitos eléctricos de C.C. 217
10.4.- Redes eléctricas. Reglas de Kirchhoff. 218
10.5.- Campo Magnético y electromagnetismo. 221
10.5.1. Fuerza que ejerce un campo magnético sobre una carga en movimiento. 221
10.5.2.- Movimiento circular de una carga en un campo magnético uniforme. 222

Índice navegable · Seleccioná un tema para ir a su página

10.5.3.- Fuerza que ejerce un campo magnético sobre un conductor eléctrico rectilíneo. 222
10.5.4.- Ley de Ampere y de Biot-Savart. 222
10.6.- Inducción electromagnética. 225
10.6.1.- Flujo de campo magnético 225
10.6.2.- Corrientes Inducidas. 225
10.6.3.- El transformador. 226
10.7.- Corriente Alterna (C.A). 227
10.7.1.- Generador de corriente alterna. 227
10.7.2.- Fase y desfase. 228
10.7.3.- Circuitos de corriente alterna. 229
Apéndices A1
A.- Glosarios y vocabulario científico y matemático A1
A.1.- Glosario de Términos Matemáticos A1
A.2.- Glosario de Términos Físicos, Químicos y de Biología. A16
A.3.- Glosario de Términos de Física moderna y cuántica. A44
B.- Tablas y valores físico químicos de interés A50
B.1.- Algunos datos sobre La Tierra. A50
B.2.- Datos químicos de interés. A50
B.3.- Propiedades Físicas del agua. A51
B.4.- Tabla periódica de los elementos. A53

5.6.- Método de Ruffini para factorizar un polinomio de grado n.

⊠ Ejemplo : x^3-2x^2-x+2 los divisores son: $\pm 2,\ \pm 1$

○ Se obtienen los divisores del término independiente.
○ Si el polinomio no tiene término independiente, este se obtiene sacando factor común.
○ Se ordena el polinomio por grado, y se colocan los coeficientes en fila (incluso el T.Ind)
○ Se trazan dos líneas una vertical y una horizontal (ver ejemplo).
○ Se elige uno de los divisores del T.ind y se multiplica por el primer coeficiente, el resultado se coloca debajo del segundo coeficiente y se suman algebraicamente.
○ Se repite la multiplicación pero con el resultado de la operación anterior y se coloca debajo del tercer coeficiente. Al llegar al último coeficiente (T.Ind) el resultado de la suma debe ser cero.
○ Se repiten los pasos anteriores para la fila resultante.

○ Los divisores que cumplan con la condición anterior, serán los que acompañan a la variable en los factores con signo contrario. En nuestro ejemplo, $x^3-2x^2-x+2=(x-1).(x+1).(x-2)$

	1	-2	-1	2
1		1	-1	-2
	1	-1	-2	0
2		2	2	
	1	1	0	
-1		-1		
	1	0		

5.7.- División de polinomios por el método de Ruffini para divisores de la forma (x ± a).

⊠ Sea A(x) = $2x^4-3x^2-x+4$ y B(x) = $x-2$, Hallar A(x) / B(x)

○ Se ordena el polinomio por grado y se colocan sus coeficientes en fila.
○ Se coloca el término independiente del divisor (a), (en nuestro ejemplo 2) en la línea horizontal con el signo contrario.
○ Se coloca el primer número de la fila debajo de la línea horizontal y se multiplica por a.
○ El resultado se coloca debajo del siguiente número de la fila y se suman.
○ Se repiten los pasos hasta llegar al último número de la fila.

En nuestro ejemplo:

	2	**0**	**- 3**	**-1**	**4**
2		**4**	**8**	**10**	**18**
	2	**4**	**5**	**9**	**22**

Coeficientes del polinomio resultante. (el polinomio disminuye un grado) **Resto.**

Cociente: $2x^3+4x^2+5x+9$ Resto: 22 Interpretación: $\frac{A(x)}{B(x)}=2x^3+4x^2+5x+9+\frac{22}{x-2}$

☒ Ejemplo: Hallar el sen, cos y sec de 240º ∈ *III*c

$$w' = 240º - 180º = 60º \Rightarrow \begin{cases} sen\,60^o = \frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ como el seno en el I I Ic es } - \Rightarrow sen\,240^o = -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \cos 60^o = \frac{1}{2}, \text{ como el cos en el I I Ic es } - \Rightarrow \cos 240^o = -\frac{1}{2} \\ \sec 60^o = 2, \text{ como la sec en el I I Ic es } - \Rightarrow \sec 240^o = -2 \end{cases}$$

- **Ángulos ubicados en el IV cuadrante.** $270^o < w < 360\,º$.
  - Se reduce al primer cuadrante, aplicando w´ = 360º - w
  - Se calculan las funciones trigonométricas del ángulo w´.
  - Se tienen en cuenta los signos de las funciones en el IV cuadrante.

☒ Ejemplo: Hallar sen, cot y el cos de 330º ∈ *IV*c.

$$w'' = 360º - 330º = 30º \Rightarrow \begin{cases} sen\,30^o = \frac{1}{2}, \text{ como el sen en el IVc es } - \Rightarrow sen\,330^o = -\frac{1}{2} \\ \cot 30^o = \sqrt{3}, \text{ como la cot en el IVc es } - \Rightarrow \cot 330^o = -\sqrt{3} \\ \cos 30^o = \frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ como el cos en el IVc es + } \Rightarrow \cos 330^o = \frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases}$$

10.4.7.- Funciones suma y resta de los ángulos.

- $sen(a \pm b) = sen\,a.\cos b \pm \cos a.sen\,b$
- $\cos(a \pm b) = \cos a \cos b \mp \operatorname{sen} a \operatorname{sen} b$
- $\tan(a \pm b) = \frac{\tan a \pm \tan b}{1 - (\pm \tan a.\tan b)}$

10.4.8.- Multiplicación de funciones trigonométricas.

- $sen\,a.\cos b = \frac{sen(a+b) + sen(a-b)}{2}$
- $\cos a.\cos b = \frac{\cos(a+b) + \cos(a-b)}{2}$
- $sen\,a.sen\,b = \frac{\cos(a-b) - \cos(a+b)}{2}$
- $\tan a.\tan b = \frac{\tan a + \tan b}{\cot a + \cot b}$

10.4.9.- Funciones trigonométricas de ángulos doble (2w).

- $\cos 2w = \cos^2 w - sen^2 w = 2\cos^2 - 1 = 1 - 2\,sen^2 w$
- $sen\,2w = 2.senw.\cos w = \frac{2\tan w}{1 + \tan^2 w}$
- $\tan 2w = \frac{2.\tan w}{1 - \tan^2 w}$

10.4.10.- Funciones de los ángulos mitad.

- $\cos\frac{w}{2} = \pm\sqrt{\frac{1+\cos w}{2}}$
- $sen\,\frac{w}{2} = \pm\sqrt{\frac{1-\cos w}{2}}$
- $\tan\frac{w}{2} = \pm\sqrt{\frac{1-\cos w}{1+\cos w}}$

Nota: En las fórmulas, el signo que toma la raíz (±), depende de la ubicación del ángulo mitad en los cuadrantes.

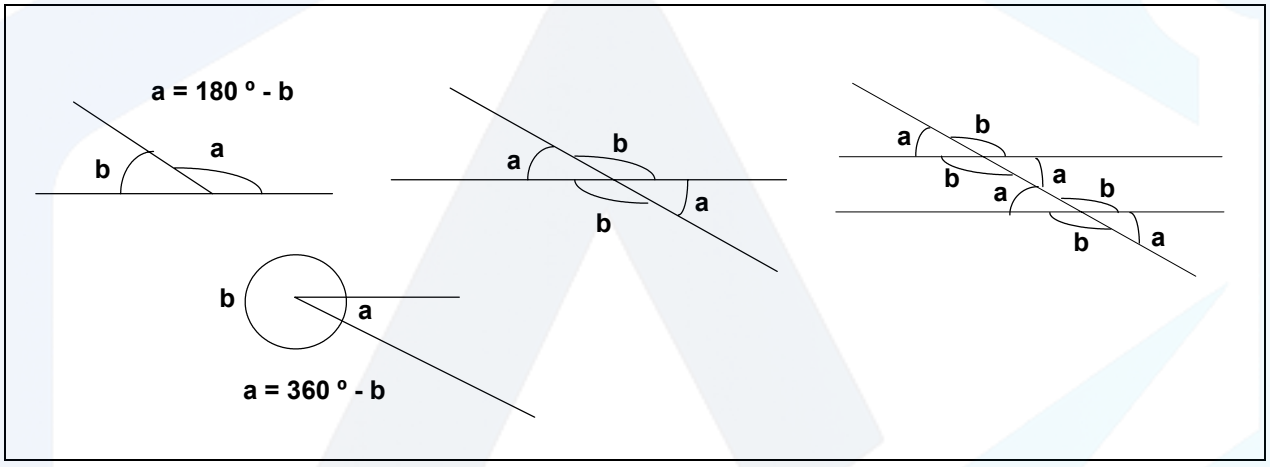
17.6.3.- Rotación y translación simultánea

- Cuando el nuevo eje de coordenadas tenga su origen en un punto (h, k), y el eje este rotado un ángulo "w" con respecto al eje original, lo más conveniente es primero aplicar la translación (con respecto a un eje imaginario paralelo al eje original) y luego la rotación con respecto a este último.

- El procedimiento de rotar y/o trasladar un eje de coordenadas cartesianas, es de mucha utilidad. Una aplicación concreta, la encontramos en el cálculo del volumen generado por un sólido de revolución (Módulo II, pág. 126) sobre una recta que no sea ninguno de los ejes "X" "Y".

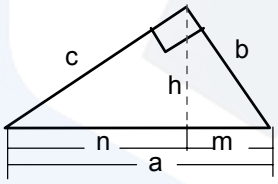
17.7.- Ángulos, triángulos y cuadriláteros.

- **Ángulos.**



- **Triángulos.**

Triángulo rectángulo.



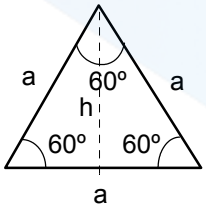
$h^2 = m.n$ $\quad b^2 = a.m$

$a^2 = b^2 + c^2$ $\quad c^2 = a.n$

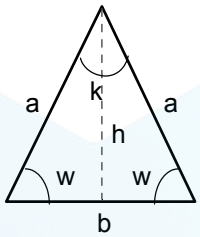
Donde, a = hipotenusa
b y c = catetos. (forman 90 º)
m = Proyección de b sobre a.
n = Proyección de c sobre a.

En todo triángulo:
La suma de los ángulos internos es 180 º.

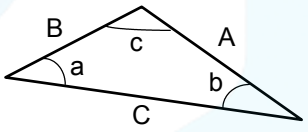
Triángulo Equilátero.

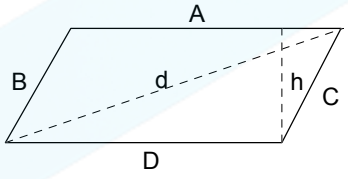


Triángulo isósceles.



Triángulo escaleno.





En todo cuadrilátero:
La suma de los ángulos internos es 360º

- **Tabla de constantes dieléctricas.** (a temperatura ambiente y para campos eléctricos fijos).

Material	Constante	Material	Constante
Vacío	1	*Porcelana*	6,5
Aire	1,00054.	*Vidrio Pyrex*	4,5
Agua	88	*Polietileno*	2,3
Baquelita	4,8	*Teflón*	2,1
Cuarzo	3,8	*Mica*	5,4
Caucho	de 2 a 3,5	*Aceite de Piranol*	4,5
Ebonita	2,8	*Papel*	3,5
Madera	de 2,5 a 8,8		

- **Capacidad o capacitancia:** La capacidad de un condensador, es la magnitud medida por la relación entre la carga en cualquiera de los conductores y la diferencia de potencial entre ellos.

$$\boxtimes\ C = \frac{q}{V},\quad donde: \begin{cases} C = \text{Es la capacidad del condensador.} \\ V = \text{Es la diferencia de potencial entre las placas.} \\ q = \text{La carga de cada una de las placas} \end{cases}$$

- **Unidades de capacidad.** Si la carga está en coulomb y el potencial en voltios, nace una nueva unidad llamada faradio.

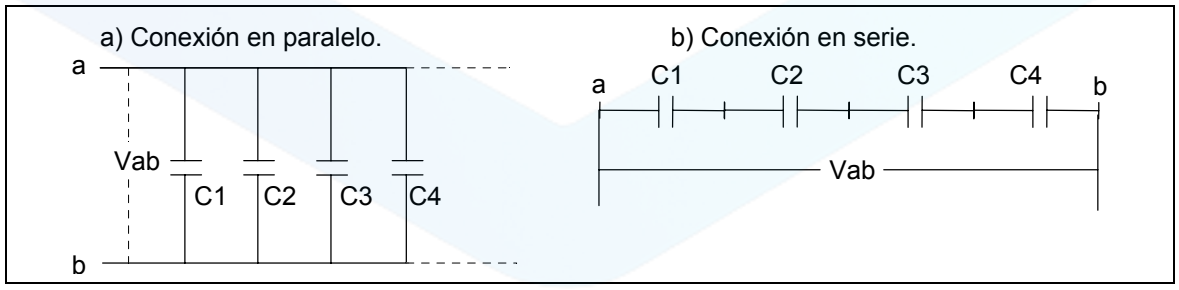
$$\boxtimes\ \frac{Coulomb}{Voltios} = farad\,(f)$$

- Un farad, es la capacidad de un condensador que adquiere la carga de un coulomb cuando se le aplica la diferencia de potencial de un voltio.
- Un farad es una unidad muy grande, pues sería muy difícil obtener un condensador, que cuando reciba la carga de un coulomb entre sus armaduras adquiriese únicamente la diferencia de potencial de un voltio. Por esta razón, son usados submúltiplos del farad.

$$\boxtimes\ 1mf\,(mili\,farad) = 10^{-3}\,f \qquad \boxtimes\ 1nf\,(nano\,farad) = 10^{-9}\,f$$
$$\boxtimes\ 1\mu f\,(micro\,farad) = 10^{-6}\,f \qquad \boxtimes\ 1pf\,(pico\ farad) = 10^{-12}\,f$$

9.4.1.- Asociación de condensadores.

- **Conexión en paralelo.** Dos o más condensadores están en paralelo, cuando los dos terminales de uno están conectados con los dos terminales del otro.
- **Conexión en serie.** Dos o más condensadores están en serie, cuando un terminal de uno de ellos, está conectado con uno y solo uno de los terminales de otro.



Tipos de conexión entre condensadores.

A. Glosarios y vocabulario científico y matemático.

A.1.- Glosario de Términos Matemáticos

A

Acutángulo: Triángulo que tiene sus tres ángulos agudos.

Aleatorio: Relativo al azar

Altura de un triángulo: Segmento que une el vértice con el lado opuesto en forma perpendicular.

Ángulo: Abertura formada por dos semirrectas con un mismo origen denominado vértice.

Ángulos Adyacentes: Son los que tienen un lado común y el otro lado pertenece a la misma recta.

Ángulo Agudo: Ángulo que mide menos de 90º.

Ángulos Complementarios: Son dos ángulos que suma 90º.

Ángulos Consecutivos: Son los que tiene un lado común.

Ángulo del centro: Ángulo formado por dos radios.

Ángulo diedro: Cada una de las regiones determinadas por dos semiplanos que se cortan. Los semiplanos se llaman caras del ángulo diedro.

Ángulo Extendido (Llano): Mide 180º.

Ángulo inscrito: Ángulo formado por dos cuerdas con un extremo común.

Ángulo Llano (Extendido): Mide 180º.

Ángulo Obtuso: Mide más de 90º y menos de 180º.

Ángulo poliedro: Figura determinada por tres o más semirrectas de origen común, no coplanares, y tales que el plano determinado por dos de ellas consecutivas deje a las restantes en un mismo semiespacio.

Ángulo Recto: Mide 90º

Ángulo semiinscrito: Ángulo formado por una cuerda y una tangente trazada por un extremo de la cuerda.

Ángulos Suplementarios: Dos ángulos que suman 180º.

Ángulo triedro: Figura determinada por la intersección de tres diedros cuyas aristas concurren a un punto común llamado vértice.

Apotema: El apotema de un polígono regular, es el segmento perpendicular a un lado trazado desde el centro

Arco: Parte de una circunferencia.

Axioma: Proposición aceptada sin necesidad de demostración dada su evidencia

B.

Binomio: Expresión algebraica de dos términos. Ejemplo, 5a - 2b.

Bisectriz: Bisectriz de un ángulo es el lugar geométrico de los puntos que equidistan de los lados de un ángulo.

C

Catetos: lados que forman el ángulo recto de un triángulo rectángulo.

Censo: recuento de población.

Centil: percentil.

Cero de una función: valor x del dominio para el cual f(x) = 0.

Cíclico (polígono): polígono que puede inscribirse en una circunferencia.

Cifras significativas: cifras que expresan la precisión de un dato. Los ceros entre cifras no nulas son significativos: 1,005 tiene cuatro cifras significativas. Los ceros iniciales no cuentan; los finales dependen de cómo se haya expresado el dato.

Cilindro: Cuerpo geométrico que se obtiene por la rotación de un rectángulo en torno a uno de sus lados.

Círculo: Región interior de una circunferencia.

Circunferencia: 1. Lugar geométrico de todos los puntos que están en un mismo plano y que equidistan de un punto llamado centro. 2. Línea curva, plana, cerrada cuyos puntos equidistan de otro punto dado, llamado centro.

Congruencia de figuras: coincidencia mediante un movimiento rígido, que conserva forma y tamaño. En polígonos, igualar solo los lados no basta; los ángulos correspondientes también deben coincidir.

Congruencia (de números): Dado m un número entero, diremos que dos números enteros a y b son congruentes módulo m si a - b es múltiplo de m.

Conmutativa: Propiedad que no cambia el resultado de una operación al alterar el orden de los elementos que operan.

Cono: Cuerpo sólido engendrado por la rotación de un triángulo rectángulo alrededor de uno de sus catetos. El otro cateto forma la base circular del cono, mientras que la hipotenusa (generatriz) forma la superficie cónica.

Cono Oblicuo: Cono, cuyo eje cae en forma oblicua a la base.

Cono Recto: Cono, cuyo eje cae perpendicularmente a la base.

Cono Truncado: Porción de cono comprendida entre la base y un plano paralelo a la misma.

Constante: Cantidad cuyo valor se mantiene inalterable.

Constante de proporcionalidad: Si las variables x e y están relacionadas por y = kx, se dice que k es la constante de proporcionalidad entre ellas.

Convexa (Función): Una función f(x) no lineal se dice que es convexa en un intervalo si f'' (x) ³ 0 en todo punto de dicho intervalo.

Coordinables: Dos conjuntos son coordinables cuando tienen el mismo número de elementos.

Coplanarios: Puntos situados en un mismo plano.

Corolario: Es una consecuencia inmediata de un teorema.

Corona Circular: Figura plana comprendida entre dos circunferencias concéntricas.

Cosecante: Función trigonométrica que corresponde a la razón entre la hipotenusa y el cateto opuesto. Es inversa a la función seno.

Coseno: Función trigonométrica que corresponde a la razón entre el cateto adyacente al ángulo y la hipotenusa.

Criptografía: Disciplina que se ocupa de codificar información y descifrar información codificada.

Cuadrado: Paralelogramo de cuatro lados iguales y cuatro ángulos congruentes (rectos).

Cuadrado de un Binomio: Es igual al cuadrado del primer término más o menos el doble producto del primer término por el segundo, más el cuadrado del segundo término.

Cuadrado de un Trinomio: Es igual al cuadrado del primer término, más el cuadrado del segundo término, más el cuadrado del tercer término, más o menos el doble producto del primer término por el segundo, más o menos el doble producto del primer término por el tercero, más o menos el doble producto del segundo término por el tercero.

Cuadrilátero: Polígono de cuatro lados.

Cuarta Proporcional: Es cualquiera de los cuatro términos de una proporción discreta.

Cuartil: Se llama cuartiles de una distribución de datos estadísticos, a los intervalos que se obtienen al dividir en cuartos el conjunto de datos, ordenados de menor a mayor.

Cubo de un Binomio: Es igual al cubo del primer término, más o menos el triple producto del cuadrado del primer término por el segundo, más el triple producto del primer término por el cuadrado del segundo, más o menos el cubo del segundo término.

Cuenta: Relación entre los ingresos y los gastos.

Cuerda: Segmento que une dos puntos cualesquiera de la circunferencia.

Cuerpo poliédrico: Cuerpo limitado por caras planas.

Cuerpo redondo: Cuerpo limitado, a lo menos, por una cara curva.

Cuña Esférica: Porción de volumen de una esfera, comprendida entre un huso esférico y el diámetro de la esfera que pasa por los extremos del huso.

D

Deca: Prefijo griego que significa 10.

Década: Período de diez años.

Decaedro: Poliedro de diez caras.

Decágono: Polígono de diez lados.

Decágono Regular: Polígono de diez lados iguales. Sus ángulos también son de igual medida.

Decagramo: Medida de masa equivalente a diez gramos.

Decalitro: Medida de capacidad equivalente a diez litros.

Decámetro: Medida de longitud equivalente a diez metros.

Decena: Conjunto formado por diez unidades.

Deci: Prefijo que significa décima parte.

Decigramo: Medida de masa equivalente a la décima parte del gramo.

Decilitro: Medida de capacidad equivalente a la décima parte del litro.

Décima: Cada una de las diez partes iguales en que se divide una unidad o un todo.

Decímetro: Medida de longitud equivalente a la décima parte del metro.

Décuplo: Que contiene un número 10 veces.

Deducción: Conclusión basada en un conjunto de proposiciones verdaderas.

Delta: Cuarta letra del alfabeto griego que tiene la forma de un triángulo.

Demostración: Proceso por el cual, mediante una serie de razonamientos lógicos, se llega a establecer la verdad de una proposición o teorema a partir de cierta hipótesis.

Denominador: Parte de una fracción que indica en cuántas partes está dividido un todo o la unidad.

Descomposición Factorial: Descomponer un número en sus factores primos.

Desigualdad: Relación matemática que indica que dos expresiones no son iguales.

Desviación: En Estadística, diferencia d cada valor con el promedio.

Diagonal: Segmento rectilíneo que une dos vértices no consecutivos de una figura geométrica.

Diagrama: Figura gráfica que explica un fenómeno estadístico, físico, químico, matemático, etc.

Diámetro: Cuerda que pasa por el centro y divide a la circunferencia en dos semicircunferencias. Equivale al doble del radio y es la máxima cuerda que se puede trazar en una circunferencia.

E

Ecuación: Es toda igualdad válida sólo para algún(nos) valor(es) de la(s) variable(s). Ejemplo, $6x = 18$; $x - y = 7$

Ecuación bicuadrada: Ecuación de cuarto grado de la forma $ax^4 + cx^2 + e = 0$.

Ecuación cuadrática: Ecuación de segundo grado o cuadrática se expresa mediante la relación $ax^2 + bx + c = 0$, donde a es distinto de 0.

Ecuación cúbica: Las ecuaciones de tercer grado o cúbicas son del tipo $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, donde a es distinto de 0.

Ecuación cuártica: Las ecuaciones de cuarto grado o cuárticas, $ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e = 0$, para a distinto de 0.

Ecuación Diferencial: Ecuación que contiene derivadas.

A.2.- Glosario de Términos Físicos, Químicos y de Biología.

A

Abisal. De aguas profundas, generalmente por debajo de los 4000 m.

Acelerador de partículas. Máquina diseñada para acelerar partículas cargadas hasta una energía adecuada para bombardear un blanco y provocar reacciones nucleares. Aparato que aumenta la velocidad de las partículas subatómicas como electrones, protones o deuterones, para incrementar su energía. Se utilizan principalmente para estudiar otras partículas subatómicas. Antes que hubiera reactores nucleares, eran el único medio para la fabricación de isótopos.

Acidez (grado de ..) Exceso de iones hidrógeno (H+) o de iones hidronio (H3O+) en una solución acuosa en relación a los que contiene el agua pura. Cantidad de iones hidrógeno existentes que se expresa como pH.

Ácido, según Brönsted-Lowry. Es una especie química donadora del ion hidrógeno o que cede un protón a otra.

Ácido Fluorhídrico (fluori- + -hídrico) El HF (fluoruro de hidrógeno) es un líquido incoloro, venenoso y fuertemente fumante. Punto normal de ebullición a 19.4 oC y densidad de 0.988 g/mL a 20oC y a una atmósfera. Solidifica a -92.3oC. Anhidro no tiene características ácidas y no es conductor de la electricidad, pero se mezcla en todas proporciones con agua y sus soluciones son buenas conductoras. Se usa para grabar vidrio porque ataca al sílice.

Aclimatación Alteración de la capacidad fisiológica de un organismo para llevar a cabo una función. Se produce después de un período largo de tiempo en el que se ha sometido al individuo a una cierta condición. Este adaptación se muestra como una cierta tolerancia al cambio sufrido.

Activación de neutrones. Someter cualquier sustancia al bombardeo de neutrones en un reactor nuclear o en una fuente de neutrones. Los neutrones activados producen isótopos radiactivos dentro de la misma sustancia.

Actividad radiactiva. Número de desintegraciones nucleares por unidad de tiempo. La unidad más común de reactividad es el curie (Ci). 1 Ci = 3.7x1010 desintegraciones/segundo.

ADN Siglas del ácido desoxirribonucleico. Nucleoproteína compleja que se encuentra en el núcleo de las células y lleva las características hereditarias. Está formada por una doble hélice de nucleótidos compuestos por: ácido fosfórico, desoxirribosa y bases púricas (2) y pirimídicas (2).

Aerobio Proceso que tiene lugar en presencia de oxígeno. En las zonas de las plantas depuradoras en las que tiene lugar este proceso se mantiene el agua fuertemente agitada para que haya abundante oxígeno en el agua y las bacterias puedan realizar sus procesos metabólicos.

Agente tensoactivo. Producto químico que se agrega a los detergentes para disminuir la tensión superficial para disminuir la fuerza de adhesión de las partículas (mugre) a una superficie. Un ejemplo es el dodecilbencensulfonato de sodio.

Agresión. Conducta antagónica, generalmente entre miembros de la misma especie, casi siempre como resultado de la competencia por los recursos.

Agricultura de roza, tumba y quema. Tipo de agricultura en el que el bosque tropical es derribado, de deja secar y se quema. Los cultivos que se obtienen en la primera cosecha son abundantes porque las cenizas aportan nutrimentos, sin embargo, en poco tiempo el suelo se agota y el suelo debe ser abonado para que sea útil para la agricultura.

Agujero de irradiación. Abertura de un reactor por donde se insertan las sustancias que van a hacerse radiactivas.

Aislamiento conductual (etológico- de comportamiento). Falta de cruzamiento entre las especies de animales cuyos rituales de cortejo y apareamiento difieren sustancialmente.

Aislamiento ecológico. Falta de apareamiento entre organismos que pertenecen a poblaciones diferentes y que ocupan hábitats determinados dentro de la misma área.

Aislamiento geográfico. Separación de dos poblaciones por una barrera física.

Aislamiento reproductivo. Incapacidad de los organismos de una población para reproducirse con éxito con los miembros de otra población ya sea por mecanismos aislantes previos o posteriores al apareamiento.

Aislamiento temporal. Incapacidad de los organismos para cruzarse si tienen temporadas de celo muy diferentes.

Álcali o base, según Brönsted-Lowry. Es una especie química aceptora del ion hidrógeno o que acepta un protón de otra.

Aldehído (al., abreviatura de alcohol de priv. e hydo, abreviatura de hidrógeno) Compuestos orgánicos que tienen grupo -CH=O unido a otro átomo de carbono. Son los primeros productos de oxidación de los alcoholes primarios. Los hay alifáticos y aromáticos.

Almidón (del lat. v. amidum y éste del gr. ámylon). Glúcido polisacárido $(C_6H_{10}O_5)_x$, se desdobla en amilosa (soluble en agua en bajas concentraciones) y amilopectina (gelificante). Por hidrólisis produce glucosa y con fermentos produce maltosa. Polvo blanco amarillento, higroscópico, insoluble en agua fría. En agua caliente forma engrudo. Abundante en tubérculos como la papa y en los cereales.

Alotropía (alo- + -tropía). Propiedad de algunos elementos químicos de presentar más de una fase sólida (forma cristalina) por ejemplo el carbono como grafito y diamante; azufre; oxígeno y ozono.

Altas energías. Arbitrariamente se considera las energías de los proyectiles comprendidas entre 100 MeV por nucleón y 1 GeV por nucleón.

Altitud (lat. -udo) Altura de un punto de la tierra con relación al nivel del mar.

Altruismo. Comportamiento que puede disminuir el éxito reproductivo del individuo que lo practica, pero que beneficia al de los otros.

Ambientalista. Personas interesadas sobre todo en impedir la contaminación y la degradación del aire, agua, suelo y biodiversidad sobre la Tierra.

Ambiente<> (Medio ambiente). Todas las condiciones y factores externos, vivientes y no vivientes (sustancias y energía), que influyen en un organismo u otro sistema específico durante su periodo de vida.

Amonificación. Proceso en el que las bacterias (amonificantes) del suelo transforman compuestos orgánicos nitrogenados en amoníaco, en una parte del ciclo del nitrógeno.

Anaerobio facultativo. Organismo capaz de realizar la respiración anaerobia y de conmutar a la fermentación cuando no dispone de oxígeno, por ejemplo, las levaduras.

Anaerobiosis Procesos metabólicos que tienen lugar en ausencia de oxígeno. Si es anaerobiosis estricta significa que el oxígeno impide el proceso.

Anfibolita. Roca metamórfica formada básicamente por anfíboles y plagioclasa con textura masiva y color verde oscuro.
Angstrom . Unidad de medida que equivale a la diezmillonésima parte de un milímetro. Se emplea para medir longitudes de onda de radiaciones luminosas y distancias interatómicas.

Ángulo de enlace. Ángulo que forman dos enlaces químicos consecutivos de una molécula.

Antibiótico. Sustancia química producida por un organismo que es perjudicial para otros organismos.

Anticuerpo. Proteína específica (inmunoglobulina) producida por células plasmáticas, que reconoce antígenos específicos y se une a ellos.

Anticiclón Zona de la atmósfera con presiones altas. Los vientos que salen de ellas en lugar de ser perpendiculares a las isobaras, se desvían en sentido de las agujas del reloj en el hemisferio norte y al revés en el hemisferio sur.

Antídoto. Contraveneno. Cualquier medicina para prevenir un mal.

Antígeno. Cualquier molécula, con frecuencia una proteína o un carbohidrato grande, que puede ser reconocida de manera específica como ajena por las células del sistema inmunitario. Sustancia que en condiciones adecuadas induce la formación de anticuerpos específicos.

Antimateria. Materia compuesta de antipartículas (por ejemplo, positrones y antinucleones) en lugar de partículas ordinarias.

Antipartícula. Partícula que es idéntica a las ordinarias en todos los aspectos salvo que posee una cierta propiedad elemental opuesta, como la carga. Cada partícula posee su antipartícula; algunas antipartículas son su propia antipartícula.

Antitoxina. Anticuerpo activo contra una toxina.

Antisuero. Contiene un anticuerpo activo neutralizante contra una toxina.

Aprovechamiento sustentable. Tasa máxima a la que se puede utilizar un recurso potencialmente renovable sin reducir las existentes o abastos del mismo en el mundo o en una región en particular.

Aptitud. Cualidad que depende de las características genéticas de una especie, ésta se puede manifestar como el éxito reproductor de un organismo, por lo común expresado en términos del éxito promedio reproductivo de todos los individuos de la misma población.

Área urbana. Región geográfica con una población urbana de más de 2500 habitantes (Otros países consideran una población de 10000 a 50000 habitantes.

Arbovirus. De artrópodos y borne del término en inglés para acarreados. Son virus transmitidos por insectos. Los arbovirus son capaces de desarrollarse en los insectos aunque no se presente la enfermedad.

Argilita. Sinónimo de roca arcillosa sin estratificación neta y endurecida por compactación.

Argón (gr. argós, inactivo). Elemento químico del grupo de los gases nobles, se encuentra en el aire en un 1%; se emplea para llenar lámparas fluorescentes. Su símbolo es Ar, su número atómico 18 y su peso atómico 39,948. SINÓNIMO. Argo.

Asbesto Silicatos impuros de magnesio, calcio, sodio y fierro. Formados por anfíboles como la tremolita, antofilita o de criolita. Se presenta en forma de fibras infusibles e inatacables por ácidos. Buen aislante del calor y funde a temperaturas entre 1280 y 1310 oC. Se usa como aislante pero es muy peligroso porque causa importantes daños a los pulmones, produciendo enfermedades como cáncer o asbestosis (acumulación de zonas cicatrizadas en el tejido pulmonar). SINÓNIMO: amianto.

Arsénico (lat. arsenicu +larr; gr. arsen, fuerte, vigoroso). Elemento químico, no metal, sólido y quebradizo, de color gris y brillo metálico, muy venenoso según la dosis. Su símbolo es As, su número atómico 33 y su peso atómico 74,92.

Asimilación de nitrógeno. Proceso de transformación de nitrógeno inorgánico (nitratos, nitritos o amoníaco) para incorporarlo a las moléculas de los seres vivos, forma parte del ciclo del nitrógeno.

Asma (gr. asthma, de -ao, no respirar). Enfermedad que se manifiesta por accesos intermitentes de sofocación, debidos a la contracción espasmódica de los bronquios.

Atmósfera (atmo- + gr. sphaira, esfera) Masa de aire que rodea la Tierra. Masa gaseosa que rodea un astro cualquiera.

Atolón. Arrecife de coral en forma de anillo que puede encerrar una laguna y está rodeado por mar abierto.

Átomo. La unidad más pequeña de un elemento químico, que consiste de un núcleo central rodeado por electrones orbitales. Se mantiene unido por la fuerza electromagnética.

Augita (lat. -ites). Piroxeno que se presenta en cristales monoclínicos de color verde obscuro o negro.

Autolisis. Lisis espontánea.

Autorregulación de las poblaciones. Sus mecanismos básicos son la reproducción sexual y asexual, son las principales formas en que se mantiene o se enriquece la poza génica o dotación genética de las poblaciones.

Autótrofo, -fa (auto- + -trofo). Que se nutre por sí mismo [planta provista de clorofila]. Que vive exclusivamente de alimentos minerales, sin necesitar el concurso de otros organismos.

Azufre (lat. sulphure). Elemento químico, no metálico de color amarillo, sólido, quebradizo; se encuentra nativo en las zonas volcánicas y combinado formando numerosos minerales del grupo de los sulfuros (pirita, galena, etc.) y sulfatos (yeso, anhidrita, etc.). Su símbolo es S, su número atómico 16 y su peso atómico 32,064.

B

Bacilo. Bacteria en forma de bastón.

Bacteria. Organismo que consiste en una célula procariótica rodeada por una capa de polisacáridos complejos. Todo el grupo de microorganismos procariontes.

Baja energía. Arbitrariamente se considera a la energía que posee un proyectil de menos de 10 MeV por nucleón.

Basalto. Roca volcánica oscura muy pobre en cuarzo y con plagioclasas con más del 65 % de anortita.

Barómetro (baro- + -metro). Instrumento para determinar la presión atmosférica: ~ de cubeta, el que indica las variaciones atmosféricas según el nivel de mercurio en una cubeta (depósito); ~ de mercurio, barómetro que indica la presión del aire por la altura de la columna de mercurio contenida en un tubo vertical de vidrio, cerrado por su extremo superior y en comunicación por el inferior con un depósito del mismo líquido; ~ de sifón, el de mercurio que reemplaza el tubo y la cubeta por un simple tubo acodado; ~ holostérico, o aneroide, barómetro en que las variaciones de la presión atmosférica se miden por las deformaciones que experimenta una cajita metálica de tapa flexible, en cuyo interior se ha hecho el vacío; ~ metálico, barómetro aneroide en que la cajita metálica ha sido sustituida por un trozo circular de tubo metálico de paredes muy delgadas y lleno de aire comprimido; ~ registrador, también barógrafo, el que indica y escribe él mismo, en cada instante, sobre una hoja de papel, la presión atmosférica.

Batial (animales o vegetales) Organismos que se encuentran en mar profundo, bajo la zona iluminada (fótica) y por encima de los 4000m

Becquerel. En el sistema internacional (SI), la unidad de radiactividad es el becquerel (Bq), cantidad de desintegraciones por segundo; 1 Bq = 1 desintegración/segundo. 1 Ci = 3.7x1010 Bq.

Bentos Organismos que habitan enel fondo de un lago o mar, desde la zona superior del agua en las orillas, hasta lo más profundo.

Bioacumulación Acumulación progresiva de sustancias tóxicas persistentes en los seres vivos, a través de la cadena alimenticia.

Biodegradable Materiales que se descomponen generalmente por la acción de microorganismos o por el Sol, en sus componentes orgánicos, en un corto plazo. La mayoría de estos materiales están conformados por sobrantes de comida, papel, restos de plantas)

Biodiversidad. Todos los seres vivos en un área geográfica determinada y todas las interrelaciones entre ellos.

Biogás Gas combustible, mezcla de metano con otras moléculas, formado en reacciones de descomposición de la materia orgánica (biomasa)

Bioma. Nivel de organización que forma su sistema ubicado en una determinada región, relativamente grande y más o menos bien delimitada, caracterizada por el clima, suelo, vegetación y fauna.

Biomarcador. Marcador radiactivo utilizado para seguir la trayectoria de un proceso biológico. Presencia de un radionúclido en un organismo vivo. Compuesto químico presente en un organismo vivo que puede ser usado como discriminante en un proceso de identificación de alimentos irradiados.

Biomasa Estimación cuantitativa de la cantidad total de materia viva en un ecosistema dado.

Biosfera (bio- + gr. sphaira, esfera) Todos los organismos vivos de la Tierra. Reúne, por tanto, a todas las comunidades.

Biosíntesis (bio- + síntesis). Formación de una sustancia orgánica en el interior de un ser vivo.

Biotoxinas. Son proteínas que pertenecen al grupo conocido como enzimas, que son moléculas proteínicas grandes y complejas que descomponen a otras moléculas orgánicas. La proteína más común del veneno de las serpientes es la colinesterasa, la cual trastorna el funcionamiento del sistema nervioso. Existen animales, plantas, hongos y bacterias que producen biotoxinas y las usan para defenderse de los predadores y para obtener alimento. Serpientes, sapos, ranas, peces e insectos que producen biotoxinas. Los investigadores utilizan las enzimas de los venenos para el desarrollo de medicamentos.

Blindaje. Muro grueso que rodea a los reactores nucleares o a las materias muy radiactivas, para proteger a los operarios. Usualmente se hace de plomo o de hormigón.

Bombardeo. Haz de partículas subatómicas, dirigidas como proyectiles contra una sustancia. En un reactor nuclear, se obtienen isótopos radiactivos de sustancias estables, mediante el bombardeo de neutrones.

Bosque boreal. Bioma de bosque de coníferas septentrional, se encuentra principalmente en Canadá, Europa del norte y Siberia. También llamado taiga.

Bosque caducifolio templado. Bioma de coníferas caracterizado por clima frío, niebla densa y alta precipitación. Se encuentra en las costas del Pacífico norte de Norteamérica.

Bosque lluvioso tropical. Bioma forestal exuberante rico en especies, se encuentra en regiones tropicales donde el clima es muy húmedo todo el año. También se caracteriza por suelos antiguos no fértiles.. También se le llama pluvisilva.

Bosque seco tropical. Bosque tropical en el que la precipitación es suficiente para soportar a los árboles pero no para sostener la exuberante vegetación del bosque lluvioso tropical, con frecuencia se encuentra en regiones con temporadas lluviosa y seca bien definidas.

Bronquitis (de bronquio + -itis) . Inflamación aguda o crónica de la membrana mucosa de los bronquios..

C

Cadena alimenticia (trófica) Serie de organismos a través de los cuales fluye la energía y la masa de un ecosistema. Cada organismo de la serie come o descompone al organismo previo en la cadena.

Cámara de ionización. En el proceso de irradiación de alimentos se refiere a una cámara donde los productos alimenticios son expuestos a las radiaciones ionizantes.

Cañón de electrones. Cualquier equipo capaz de generar un haz de electrones que pueden ser acelerados.

Carcinógeno. Agente que provoca o acelera el desarrollo de algún tipo de cáncer.

Capacidad de carga de un ecosistema. Es la población máxima de una especie determinada que puede soportar un ecosistema y es diferente para cada especie y región. Se establece cuando el número total de nacimientos e

A.3.- Glosario de Términos Física moderna, cuántica y nuclear.

A

acelerador: Máquina usada para acelerar partículas a altas velocidades (y por lo tanto a energías muy elevadas en relación con la energía de su masa en reposo).

aniquilación: Proceso en el cual una partícula se encuentra con su antipartícula correspondiente, y ambas desaparecen. La energía se convierte a alguna otra forma, quizás como un par formado por una partícula diferente y su antipartícula (con sus respectivas energías), o tal vez como muchos mesones, o como un único bosón neutro. Las partículas producidas pueden ser cualquier combinación permitida, de acuerdo con los principios de conservación de la energía, del ímpetu y de todos los tipos de carga.

antimateria: Materia hecha de antifermiones. A los fermiones, que son partículas muy comunes en nuestro universo, los denominamos materia y a sus antipartículas, antimateria. En la teoría de partículas no existe una distinción a priori entre materia y antimateria. La asimetría que presenta el universo entre estas dos clases de partículas es uno de los misterios que aún no estamos completamente seguros de poder explicar.

antipartícula: Para cada tipo de fermión existe otro tipo de fermión, que tiene exactamente la misma masa, pero todas las cargas de signo opuesto (números cuánticos). Es la llamada antipartícula. Por ejemplo, la antipartícula de un electrón es una partícula de carga eléctrica positiva llamada positrón. Los bosones también tienen sus antipartículas, excepto aquellos que tienen todas sus cargas de valor nulo, como ocurre por ejemplo con el fotón o con un bosón compuesto obtenido a partir de un quark y su antiquark correspondiente. En este caso no hay manera de distinguir entre la partícula y la antipartícula; son el mismo objeto.

antiquark: La antipartícula de un quark.

astrofísica: La física de los objetos astronómicos, tales como estrellas y galaxias.

B

barión: Un hadrón formado por tres quarks. Tanto el protón (uud) como el neutrón (udd) son bariones. Pueden también contener pares quark-antiquark adicionales.

bosón: Una partícula que tiene momento angular intrínseco entero (spin) medido en unidades de h-barra (spin =0, 1, 2, ...). Todas las partículas son o fermiones o bosones. Las partículas asociadas con todas las interacciones fundamentales (fuerzas) son bosones. También son bosones las partículas compuestas por un número par de fermiones (quarks).

bosones W+, W- : Partículas portadoras de las interacciones débiles. Aparecen en todos los procesos débiles en los que hay intercambio de carga eléctrica.

bosón Z: Partícula portadora de las interacciones débiles. Aparece en todos los procesos débiles en los que no hay un cambio de sabor.

cámara de muones: Las capas externas de un detector de partículas, capaces de registrar las trayectorias de partículas cargadas. Excepto por los neutrinos, que no tienen carga, sólo los muones que emergen del punto de colisión alcanzan esta capa .

carga: Uno de los números cuánticos de una partícula. Determina si la partícula puede participar en un proceso de interacción determinado. Una partícula con carga eléctrica tiene interacciones eléctricas; una con carga fuerte tiene interacciones fuertes, etc.

carga de color: La cantidad numérica que determina la intensidad con que la partícula participa en las interacciones fuertes. Los quarks y gluones tienen carga de color distinta de cero.

carga eléctrica: La magnitud que determina la intensidad con que la partícula participa en las interacciones electromagnéticas .

CERN: El mayor laboratorio, acelerador, europeo, internacional; está localizado cerca de Génova, Suiza.

colisionador: Acelerador en el cual dos haces, que viajan en direcciones opuestas, son guiados hasta enfrentarse para producir colisiones de alta energía, entre las partículas de un haz y las del otro.

confinamiento: Propiedad de la interacción fuerte; los quarks o los gluones nunca son hallados aislados sino solamente dentro de objetos compuestos de color neutro.

conservación: Cuando una cantidad (p.e. carga eléctrica, energía, o el ímpetu) se conserva, vale lo mismo antes que después de una reacción entre partículas.

conservación de la carga: Principio que establece que, en cualquier proceso en que un grupo de partículas se transforma en otro, la carga eléctrica se conserva.

cosmología: El estudio de la historia del universo.

cuanto: La menor cantidad discreta de cualquier magnitud (plural cuantos).

E

electrón (e): La partícula, eléctricamente cargada, de menor masa y, por lo tanto, absolutamente estable. Es el leptón más común; tiene carga eléctrica -1.

estable: Que no decae. Una partícula es estable si no existe proceso por el cual la partícula desaparece y en su lugar aparece una partícula diferente.

evento: Lo que ocurre cuando dos partículas colisionan, o cuando una partícula decae. Las teorías de partículas predicen la probabilidad de que ocurran varios acontecimientos posibles, cuando se estudian muchas colisiones o decaimientos similares. No se puede predecir el resultado para un evento en particular.

experimento de blanco fijo: Un experimento en el cual el haz de partículas proveniente del acelerador impacta contra un blanco estacionario (o casi estacionario). El blanco puede ser un sólido, un tanque conteniendo líquido o gas, o un chorro de gas.

F

fábrica-B: Un acelerador diseñado para maximizar la producción de mesones B. Entonces se pueden estudiar, por medio de detectores especiales, las propiedades de los mesones.

Fermilab: Fermi National Accelerator Laboratory en Batavia, Illinois (cerca de Chicago). Llamado así en honor al físico, pionero de la física de partículas, Enrico Fermi.

fermión: Cualquier partícula que tiene momento angular intrínseco (spin) impar semi entero (1/2, 3/2, ...), medido en unidades de h-barra. Como una consecuencia de este momento angular peculiar, los fermiones obedecen una regla llamada el Principio de Exclusión, que establece que dos fermiones no pueden existir en el mismo estado al mismo tiempo. Muchas de las propiedades de la materia ordinaria surgen como consecuencia de esta regla. Los electrones, protones, y neutrones son todos fermiones, lo mismo que todas las partículas de materia fundamentales, tanto quarks como leptones.

fotón: La partícula portadora de las interacciones electromagnéticas.

Sin embargo a temperaturas inferiores a 4°C el agua actúa de una manera anormal: **a medida que desciende la temperatura se dilata en vez de contraerse.** Por lo tanto, un peso dado de agua posee un volumen mínimo a 4°C.

La (**ñ**) del H_2O es máxima a 4°C. Casi todos los demás líquidos poseen la máxima densidad (**ñ**) en la temperatura correspondiente a **su punto de congelación.**

Al convertirse el H_2O en hielo tiene lugar una nueva dilatación de aproximadamente el 9% del volumen inicial, la densidad del hielo es, bastante más baja que la del agua líquida a la misma temperatura.

Debido a que el H_2O se dilata al enfriarse por debajo de 4°C, y se dilata aún más al congelarse, el hielo flota en vez de hundirse Este es el motivo por el que los lagos y los ríos se congelan de la superficie hacia abajo.

La capa de hielo aísla al agua que se encuentra debajo, dificultando el paso de energía calorífica del aire (79.7) cal. por cada gramo de hielo que se forma.

Debido a esto en un lago no se congela toda el agua, sino tan solo la capa superior, aunque la temperatura del aire permanezca por debajo de cero durante varias semanas.

B.3.2.- Principales constantes físicas del agua.

Peso molecular	18,016 g/mol
Punto de congelación	0°C a 1 atm (760 mm Hg)
Punto de ebullición	100°C a 1 atm
Densidad a 25°C	0.9970 g/ml
Índice de refracción	1,333
Viscosidad	0.01 g/cm s a 20°C y 1 atm
Velocidad del sonido	1496,3 m/s a 25°C
Coeficiente de dilatación	0,018

Las aguas superficiales y subterráneas contienen sulfatos, cloruros, bicarbonatos de sodio, potasio, óxidos de calcio y magnesio.

Las aguas subterráneas poco profundas contienen grandes cantidades de nitrógeno y cloruros.

Las aguas de pozo profundo sólo contienen minerales en disolución.

Casi todos los suministros de agua potable natural contienen fluoruros. Los fluoruros en el agua potable reducen las caries en los dientes.

Las aguas de mar contienen grandes cantidades de cloruro de sodio o sal y muchos otros compuestos disueltos de las impurezas procedentes de ríos y arroyos. El agua pura se evapora, mientras continuamente el porcentaje de impurezas al océano aumenta, lo que le proporciona su carácter salino.

B.4.- Tabla periódica de los elementos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 **H** Hidrógeno 1,0080																	2 **He** Helio 4,0026
2	3 **Li** Litio 6,94	4 **Be** Berilio 9,0122											5 **B** Boro 10,81	6 **C** Carbono 12,011	7 **N** Nitrógeno 14,007	8 **O** Oxígeno 15,999	9 **F** Flúor 18,998	10 **Ne** Neón 20,180
3	11 **Na** Sodio 22,990	12 **Mg** Magnesio 24,305											13 **Al** Aluminio 26,982	14 **Si** Silicio 28,085	15 **P** Fósforo 30,974	16 **S** Azufre 32,06	17 **Cl** Cloro 35,45	18 **Ar** Argón 39,95
4	19 **K** Potasio 39,098	20 **Ca** Calcio 40,078	21 **Sc** Escandio 44,956	22 **Ti** Titanio 47,867	23 **V** Vanadio 50,942	24 **Cr** Cromo 51,996	25 **Mn** Manganeso 54,938	26 **Fe** Hierro 55,845	27 **Co** Cobalto 58,933	28 **Ni** Níquel 58,693	29 **Cu** Cobre 63,546	30 **Zn** Zinc 65,38	31 **Ga** Galio 69,723	32 **Ge** Germanio 72,630	33 **As** Arsénico 74,922	34 **Se** Selenio 78,971	35 **Br** Bromo 79,904	36 **Kr** Kriptón 83,798
5	37 **Rb** Rubidio 85,468	38 **Sr** Estroncio 87,62	39 **Y** Itrio 88,906	40 **Zr** Circonio 91,224	41 **Nb** Niobio 92,906	42 **Mo** Molibdeno 95,95	43 **Tc** Tecnecio [97]	44 **Ru** Rutenio 101,07	45 **Rh** Rodio 102,91	46 **Pd** Paladio 106,42	47 **Ag** Plata 107,87	48 **Cd** Cadmio 112,41	49 **In** Indio 114,82	50 **Sn** Estaño 118,71	51 **Sb** Antimonio 121,76	52 **Te** Telurio 127,60	53 **I** Yodo 126,90	54 **Xe** Xenón 131,29
6	55 **Cs** Cesio 132,91	56 **Ba** Bario 137,33	**57-71** Ver abajo	72 **Hf** Hafnio 178,49	73 **Ta** Tantalio 180,95	74 **W** Wolframio 183,84	75 **Re** Renio 186,21	76 **Os** Osmio 190,23	77 **Ir** Iridio 192,22	78 **Pt** Platino 195,08	79 **Au** Oro 196,97	80 **Hg** Mercurio 200,59	81 **Tl** Talio 204,38	82 **Pb** Plomo 207,2	83 **Bi** Bismuto 208,98	84 **Po** Polonio [209]	85 **At** Astato [210]	86 **Rn** Radón [222]
7	87 **Fr** Francio [223]	88 **Ra** Radio [226]	**89-103** Ver abajo	104 **Rf** Rutherfordio [267]	105 **Db** Dubnio [268]	106 **Sg** Seaborgio [269]	107 **Bh** Bohrio [270]	108 **Hs** Hassio [269]	109 **Mt** Meitnerio [277]	110 **Ds** Darmstadtio [281]	111 **Rg** Roentgenio [282]	112 **Cn** Copernicio [285]	113 **Nh** Nihonio [286]	114 **Fl** Flerovio [290]	115 **Mc** Moscovio [290]	116 **Lv** Livermorio [293]	117 **Ts** Teneso [294]	118 **Og** Oganesón [294]

Cómo leer cada casilla

Número atómico · Símbolo · Nombre

Masa atómica relativa de referencia (valor redondeado)

[ ] indica el número másico de un isótopo representativo

Lantánidos	57 **La** Lantano 138,91	58 **Ce** Cerio 140,12	59 **Pr** Praseodimio 140,91	60 **Nd** Neodimio 144,24	61 **Pm** Prometio [145]	62 **Sm** Samario 150,36	63 **Eu** Europio 151,96	64 **Gd** Gadolinio 157,25	65 **Tb** Terbio 158,93	66 **Dy** Disprosio 162,50	67 **Ho** Holmio 164,93	68 **Er** Erbio 167,26	69 **Tm** Tulio 168,93	70 **Yb** Iterbio 173,05	71 **Lu** Lutecio 174,97
Actínidos	89 **Ac** Actinio [227]	90 **Th** Torio 232,04	91 **Pa** Protactinio 231,04	92 **U** Uranio 238,03	93 **Np** Neptunio [237]	94 **Pu** Plutonio [244]	95 **Am** Americio [243]	96 **Cm** Curio [247]	97 **Bk** Berkelio [247]	98 **Cf** Californio [251]	99 **Es** Einstenio [252]	100 **Fm** Fermio [257]	101 **Md** Mendelevio [258]	102 **No** Nobelio [259]	103 **Lr** Lawrencio [262]

Alcalinos · Alcalinotérreos · Metales · No metales · Metaloides · Gases nobles · Lantánidos · Actínidos