

## TRATADO DE FÍSICA GENERAL ÍNDICE TEMÁTICO GENERAL

Realidad - Materia Y Forma	1
Macromundo Y Micromundo	4
<b>MECÁNICA</b>	6
Cuerpos	6
Fuerzas	6
Principio de superposición de acciones	7
Principio de acción y reacción	9
Principio de inercia	10
Conceptos de Cinemática y Dinámica de Partículas	10
Algo sobre vectores	10
Posición, Trayectoria, Velocidad	13
Acción, Cantidad de movimiento, Fuerza e Impulso	16
Aceleración	17
Estudio general del movimiento de una partícula	18
El valor intrínseco de la representación vectorial	19
En la montaña rusa	19
Triedro intrínseco o triedro de Frenet	20
Curvatura	21
Ejemplo de curvas en el espacio	
Hélice	22
Cicloides	23
Curvaturas de la hélice	24
Componentes tangencial y normal de la aceleración	25
Ecuaciones del movimiento de una partícula	27
Movimiento de un cuerpo rígido	28
Rotaciones	29
Movimiento general del cuerpo rígido	30
Movimiento variado general de un cuerpo rígido	32
Movimiento relativo	32
Teorema de adición de velocidades	33
Velocidad de arrastre	34
En la calesita	34
Aceleración en el movimiento relativo	35
Aceleración de Coriolis	35
Solución de un problema numérico	37
Efectos de las fuerzas de Coriolis	
Deriva de proyectiles – Vientos y corrientes marinas	37

Aplicación de números complejos al cálculo del movimiento plano	38
<b>DINÁMICA</b>	39
Fuerza	39
Masa	39
Cantidad de movimiento	39
Interacción de la materia	39
Ley de conservación de la cantidad de movimiento	39
Interacción entre cuerpos	40
Centro de gravedad de un sistema de masas	40
Acciones de las fuerzas	41
Fuerzas exteriores e interiores	
a un sistema de masas	41
Jugando al billar – Primera parte	41
Efectos de las fuerzas	42
Trabajo de una fuerza	43
Energía de un sistema	43
Tipos de energía	44
Energía cinética - Teorema de la fuerza viva	44
Energía potencial	45
Sistemas de fuerzas conservativas	45
Sistemas de fuerzas NO conservativas	46
Principio de conservación de la energía -	
Calor y Termodinámica	47
Jugando al billar – Segunda parte	49
Choque elástico y plástico	50
Coeficiente de restitución	50
Choque elástico	51
Choque oblicuo	52
Choque plástico	53
<b>Mecánica de los cuerpos rígidos</b>	53
Concepto de cuerpo rígido	53
Centro de masa de los cuerpos rígidos.	54
Fuerza viva de los cuerpos rígidos	55
Momento de inercia	55
Cálculo del momento de inercia	56
Crónicas del CNBA	56
Cuerpos rígidos sometidos a fuerzas	57
Resultante de un conjunto de fuerzas aplicadas a un cuerpo rígido	58
Problema general en el espacio	58

Problema en el plano	59
Método del polígono funicular	59
Justificación del método del polígono funicular	60
Momento de una fuerza con respecto a un punto	61
Casos en que el momento de una fuerza con respecto a un punto es nulo	61
Momento y Trabajo	61
Momento de un sistema de fuerzas	62
Momento de una cupla	63
Composición de fuerzas paralelas aplicadas al cuerpo rígido	64
Fuerzas concentradas y distribuídas	65
<b>Gravedad</b>	67
Peso	67
Centro de gravedad	68
Ley de la gravedad	68
Gravedad en la superficie de un cuerpo	70
Alcance de la ley de gravitación	71
Fuerzas a distancia – Campo y potencial gravitatorio	71
Campo gravitatorio	72
Teorema de Gauss	73
Gravedad en acción	73
Caída de los cuerpos – Masa inercial y gravitatoria	74
Péndulo	74
Péndulo matemático	77
Fenómenos Giroscópicos	79
Balanza	82
Experiencia para determinar kG	83
El problema del tiro	85
Tiro en el vacío	85
Tiro en el seno de un fluido	86
En torno a la gravedad	88
Transitando por la gravedad	89
Escapando de la gravedad	91
Energía asociada a la gravedad	93
<b>PRINCIPIOS DE ESTÁTICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES</b>	
Equilibrio del cuerpo rígido sometido a fuerzas	95
Estabilidad de sistemas cargados	96
Estática	96
Vínculos	96
Grados de libertad	97
Principio de los trabajos virtuales	99

Rozamiento	100
Rozamiento de deslizamiento	100
Caída por un plano inclinado	101
Rozamiento entre muñón y cojinete sin lubricación	102
Rozamiento de rodadura	103
Trabajo de las fuerzas de rozamiento	103
Equilibrio de cuerpos elásticos sometidos a esfuerzos	105
Caso de cargas distribuidas	107
Deformación de la materia debida a esfuerzos	108
Ensayos de materiales	108
Ley de Hooke	109
Flexión	110
Deformación del eje de una viga sometida a flexión.	
Línea elástica. Flecha máxima	111
Corte	113
Torsión	114

## **MECÁNICA DE LOS FLÚIDOS**

Flúidos	115
Generalidades	115
<b>Hidrostática</b>	116
Presión en un punto de una masa fluída	116
Teorema general de la hidrostática	116
Vasos comunicantes	118
Principio de Arquímedes	119
Cuerpos flotantes	119
Estabilidad de cuerpos flotantes - Metacentro	119
Algunas consecuencias del teorema general de la hidrostática	120
Algunas máquinas hidráulicas	121
Balanza hidrostática de Mohr	122
<b>Neumostática</b>	123
Gases – generalidades	123
Ecuación de estado de gases ideales	123
Termómetros absolutos	123
<b>La teoría cinética de los gases</b>	125
Presión sobre las paredes del recipiente	125
Energía cinética media de las moléculas	126
Distribución de las velocidades	127
Modelo de Boltzmann – Estado y complejión	129
Deducción de la ley de distribución de velocidades	131
Relación entre velocidades estadísticas y temperatura	137

Generalización del concepto de gas -	
Gases de fermiones y de bosones	139
Gases de fermiones	139
Distribución de Fermi-Dirac	140
Fotones	141
Distribución de Bose-Einstein para fotones	144
<b>Gases reales</b>	145
Fórmula de Van der Waals	145
Presión en gases creada por campos gravitatorios o inerciales	147
Presión atmosférica	148
Experiencia de Torricelli	148
Barómetros	149
Bombas y compresores	149
Manómetros	151
Manómetros de tubo en U	151
Manómetros cerrados de tubo en U	151
Manómetros tipo Bourdon	152
Manómetros piezoeléctricos.	152
Sifón	153
Equilibrio líquido-vapor	153
<b>CALOR Y TERMODINÁMICA</b>	
<b>Calor y Primer principio de la Termodinámica</b>	155
Generalidades	155
Cantidad de calor – calor específico	155
Calorímetro de agua	156
Termómetro y temperatura	156
Dilatación de los cuerpos por el calor	157
Dilatación de los sólidos	157
Coefficientes de dilatación lineal de algunos sólidos	158
Dilatación de los líquidos	158
Primer principio de la Termodinámica	159
Trabajo	160
Evolución isotérmica	161
Energía interna y temperatura:	161
Evolución a presión constante	162
Evolución adiabática	162
Trabajo en una evolución adiabática	163
Evoluciones generalizadas – politrópicas	163
Función Entalpía	
Trabajo de circulación	164
Termoquímica - Calores de reacción	164

<b>Segundo Principio de la Termodinámica</b>	
Evoluciones:	167
La máquina de Carnot	170
Descripción y principio de funcionamiento de una máquina de vapor alternativa.	170
Teorema de Carnot	174
Ciclos reversibles – Función entropía	175
Entropía e irreversibilidad	176
<b>Fluidodinámica</b>	
Primer principio para sistemas abiertos	178
Mecánica de los fluidos incompresibles (Hidrodinámica)	179
Gasto – Ecuación de continuidad	179
Noción de tubo de corriente	180
Viscosidad de los fluidos	181
Movimientos laminar y turbulento – Número de Reynolds	182
Escurrimiento con pérdida de carga	185
Pérdida de carga en movimiento laminar	186
Resistencias locales	186
Coefficiente de resistencia para movimiento turbulento	187
Movimiento relativo entre sólido y fluido	188
Fórmulas de Stokes y de Newton	189
Máquinas hidráulicas	190
Sustentación en alas	192
Tensión Superficial en los Líquidos	194
Introducción	194
Resistencia de una membrana elástica a la deformación	194
<b>Tensión superficial</b>	
Medición directa de la tensión superficial	196
Equilibrio de una membrana líquida. Fórmula de Laplace	197
Mojabilidad	199
Capilaridad	199
<b>Algunas consecuencias del Segundo Principio</b>	201
Calor sensible y calor latente – Cambios de estado	
Ecuación de Clapeyron	201
Termodinámica Química	203
Las reacciones químicas	203
La ecuación química. Velocidad de reacción y equilibrio.	
La ley de acción de las masas.	203

<b>Transmisión del calor</b>	209
Conducción	210
Transmisión del calor en una dimensión	210
Conducción del calor en el espacio	211
Convección	212
Coefficientes de convección de algunos sistemas	212
Pasaje de calor a través de una pared compuesta	213
Proceso de enfriamiento o calentamiento	215
<b>El tercer principio de la Termodinámica</b>	218
<b>Ciclos de máquinas térmicas reales</b>	
Motores de combustión interna	220
Motores a explosión	220
Motores Diesel	221
Máquinas frigoríficas	222
Turbinas	223
Turbinas de vapor	223
Ciclo de Rankine de las Máquinas de Vapor	225
Turbinas de gas	227
Turbinas de retropropulsión, a chorro o "jet"	227
Empuje en un motor a reacción	228



## PRÓLOGO

¿Era necesario otro libro de física? ¿No hay ya suficientes buenos textos con distintos niveles que cubren toda la materia? Ciertamente que sí, los hay excelentes, y creo que el presente no viene a llenar ningún vacío, salvo la necesidad personal de dejar algo escrito que trascienda a mis clases. Me movilizó también la propuesta del Padre Ignacio Marcenaro para que completara los textos de óptica y electricidad de años anteriores con los temas de la física de tercero y cuarto años. Acepté el desafío y trabajé intensamente casi dos años en este libro que abarca mecánica, calor y termodinámica. Fue una tarea ardua y a la vez agradable escribir, dibujar, revisar y modificar, tratando de hacer las cosas lo mejor posible. El resultado está en las páginas siguientes. Espero que el querido lector advierta la dedicación y cariño puestos en la obra, aproveche algún conocimiento o enseñanza y disculpe mis errores...y me los señale para corregirlos.

Agradezco a autoridades y funcionarios del Colegio San Pablo que han contribuido a la edición y difusión de la obra, al Sr. Luis Millán por sus aportes bibliográficos y consejos, y a todo lector que señale errores y aporte sugerencias para futuras ediciones.

Américo Luis Dini - septiembre de 2000