

# ÍNDICE

## A

Ácidos grasos. Propiedades físicas y termodinámicas	240
Ácidos grasos, densidad y viscosidad	241
Aceites comestibles. Propiedades físicas y de transporte	227
Aceite térmico. Propiedades físicas y de transporte	227
Aceros y metales, propiedades mecánicas	203
Admitancia	94
Aire, solubilidad en agua	191
Aire en condensadores de turbina	140-141
Alfabeto griego	238
Algebra	7 y 8
Amagat, ley de.	28
Antoine, ecuación de. Idem caso agua	42
Áreas de figuras planas	13
Áreas y volúmenes de cuerpos	15
Arnold, correlación de	62
Aritmética	7
Arquímedes, principio de	54
Ascensor al vacío	221
Aspersores	105-108
bancos de, pérdida de carga	106
número de gotas	106
Atmósfera, estática de la	54

## B

Baffle óptico	126
Balance de energía	65

Balance de cantidad de movimiento	87
Bancos de tubos, pérdida de carga	111
Banco de pruebas para vacío y presión	242
Bennert, presómetro de	57
Bernuolli, Teorema	67
Bibliografía	243
Blaisius, ecuación de	89
Bocas de Hombre, cálculo	202
Bombas centrífugas, cálculo de la potencia	41
Bombas de vacío	121-132
cálculo de la potencia	38-39
desplazamiento	121
eficiencia volumétrica	121
tiempo de evacuación	121-123
rendimiento	38,40
Bombas difusoras	126
Bombas de vacío de sello de aceite	125
Bombas de vacío de anillo líquido	128-132
influencia de la temperatura del líquido de sello	128-130
rendimiento	39
del tipo Roots	128
Bomba de vacío y su cañería	124
Bridas para vacío	237-238
Boyle y Mariotte, ley de	28

## C

Cálculo diferencial e integral	21-23
Calores específicos a volumen y presión constantes	36
Calores específicos, cálculo	37
Calores específicos, del agua, hielo y vapor	236
Camino libre medio	60
Cantidad de movimiento, balance de	87

Cañería, circuitos en serie y paralelo	95
Cañerías de vacío, cálculo	94-98
Cañerías de vacío, conductancia	94
Caños, cálculo, schedule	204
Capacidad de bombeo	121
Capacidad de los equipos de vacío, determinación	191
Carnot, ciclo de	46
rendimiento de	46
teorema de	46
Caudal másico, formas de expresión en la tecnología del vacío	93
Círculo	13-17
Circuitos en serie y en paralelo	93,95
Circulación y flujo másico	93-94
Clausius, postulado de	45
Clausius- Clapeyron, ecuación de	41
Coefficiente de calidad de un ciclo	47
Coefficiente de desempeño de máquinas frigoríficas	47
Coefficiente de descarga en placas orificio y venturis	69
Coefficientes de pérdida de carga	89-90
tabla de	90
Coefficientes de dilatación lineal de metales, tabla 6.1	203
Compresores y bombas	38
Compresión, trabajo de	38
isotérmica	38
isoentrópica	39
politrópica	40
Condensación máxima en destiladores moleculares	62
Condensadores	138
De mezcla	176
consumo de agua de enfriamiento	177
diferencia terminal, aproximación	176

velocidad superficial máxima	177
De superficie	153
cálculo	150
composición de los gases de salida	28-29,151
aproximación	140,153
diferencia terminal,	142,153,176
Condensadores en la industria petrolera	144-157
limpieza	148
pérdida de carga	111,153
Condensadores de turbina	138-139
Condensadores enfriadores, cálculo	149-154
Condensadores enfriadores, ejemplo de cálculo	161
Conductancia	94
de cañerías	95-96
Cónicas	17
Constantes universales	232
Constante universal de los gases, equivalencias	16
Continuidad, ecuaciones de	65
Contrapresión en la descarga de eyectores, efecto	85,136
$C_v$	99

## D

Dalton, ley de	28
De Laval, tobera de	74
Demister, velocidad de diseño, pérdida de carga, cálculo	102
Derivadas	21
Descarga de un tanque, tiempo de	67,68
Desgasificación, aplicación de la ley de Henry a la	44
Desodorización,	
aplicación de la ley de Roult a la	43
Cantidades de vapor de borbotado,	191
Desplazamiento en bombas de vacío	121

Destilación y condensación máxima	62
Destilador de camino corto	61, 217
Destilador molecular	61, 217
Diferencia terminal	ver condensadores
Dinámica de fluidos	61
Diseño de plantas al vacío, detalles, recomendaciones	196-198
Difusores	81, 86
rendimiento	82
rendimiento termodinámico y eficiencia politrópica	85
Difusores, contracción máxima en	83
Difusores, compresión	82-85

## E

Ecuación de estado del vapor de agua	42, 235
Ecuaciones	8
Ecuación diferencial de primer orden	23
Ecuación de energía	65,78
Ecuación de continuidad	65-66
Ecuación General de los Gases	27
Eficiencia politrópica	85
Eficiencia volumétrica	121
Ejes y transmisiones, cálculo	207-210
Elementos, símbolos y masas atómicas	239
Elipse	17
Energía, ecuación de	
Energía, ecuación adimensional	78
Energía interna	35
Enfriador-condensador, diseño	92-96
Entalpía	36
Entalpía de un gas y del vapor de agua	37
Entropía	45

Entropía del vapor recalentado	46
Entropía generada en una mezcla	45
Equivalencias de circulación y pérdidas	229
Equivalencias de presión,	229
Equivalencias de R, constante universal de los gases	27
Equivalencias de unidades usuales	231
Esfuerzos en las conexiones	205
Espacio nocivo	121
Estática de flúidos	53
de la atmósfera	54
Ésteres grasos. Propiedades físicas y termodinámicas	240
Ésteres grasos. Densidades y viscosidades	241
Euler, ecuación de	76
Evaporación máxima en destilación molecular	62
Evaporador de película delgada agitada	215
Evoluciones isoentrópicas	39
Evoluciones politrópicas	40
Exhaustores Hidráulicos	175
consumos específicos	225
Exponente isoentrópico	37-39
de mezclas	80
tabla de	236
Exponente politrópico	40,86
Eyectores, general	135
Eyectores de arranque rápido	170
Eyectores, tiempo de evacuación	170
Factor de evacuación	171
Eyectores	
características básicas	135
anillo de ingreso del secundario	75,112
de una y dos etapas, consumos específicos y capacidades	

para la industria petrolera y petroquímica	154, 156
para la industria aceitera	224, 225
de 3 y 4 etapas, consumos específicos y capacidades	
para la industria aceitera	185
de 5 etapas, para la industria aceitera, consumos	187
de 1 etapa en la industria petrolera	154
de 2 etapas en la industria petrolera	156
de 3 etapas en la industria petrolera	142
de 3 etapas, en la industria petrolera, consumos específicos	157, 158
difusor	81-86
en su conjunto	115
estabilidad	136
para plantas de extracción, consumos específicos	188
para secado de aceite	168, 191
para secado de lecitina	169
principio de funcionamiento	135
relación de arrastre	113
rendimiento	115-116
tiempo de evacuación y cálculo de eyectores de partida.	170-172
tronco de mezcla de un eyector	112
tobera	66,72-80

## F

Factor de bombeo	122-124
Factor de evacuación	170-172
Factor de fricción, cálculo	89
Fanning, ecuación de	88
Filtros	126
Flujo crítico o ahogado	79-80
Flujo laminar y turbulento	88
Flujo turbulento	89
pérdida de carga	88
factor de fricción	89
Flujo laminar	88

pérdida de carga	90
Flujo intermedio (Knudsen)	96
pérdida de carga	96
Flujo molecular	91
pérdida de carga	96
Fondos, cálculo de	202
Fracción molar	29
Fuelles de expansión, cálculo	204
Fundición al vacío	221

## G

Gases disueltos en el aceite	191
Gases, leyes de	27
Gay Lussac, ley de	27
Geometría	13-16
Geometría analítica	17-20
Gotas, tamaño y número, pérdida de carga.	105-107

## H

Hagen-Poiseuille, ecuación de	90
integral de	91
Hélice cilíndrica	20
Henry, ley de	44
Herón, fórmula de	11
Hipérbola	19
Humedad de saturación del aire	28
Humedad y agua dispersa en aceite comestible	191

## I

Impedancia	94-95
Integrales	22
Integración gráfica	23

Intercambiador al vacío de tipo laberinto	214
Interpolación, fórmula de Lagrange	22
Instrumentos para medir vacío	55-60

**J**

Joule, ley de	35
---------------	----

**K**

Knudsen, ecuación y conductancia de	96
-------------------------------------	----

**L**

Lagrange, fórmula de interpolación	22
Langmuir, ecuación de	62
Lavadores de gases	108-111
diseño, pérdida de carga	108-111
Leva, correlación de	108
Leyes de los gases	25
Lifiolización	220
Liofilizador, cálculo $\Delta p$ en caño de salida	93
Lluvias, pérdida de carga	105-106
Logaritmos	7
Longitudes equivalentes en flujo laminar	97, 227
Longitudes equivalentes en flujo turbulento, tabla de	90
Limites de fluencia de metales.	207

**M**

Mac Lauring, serie de	22
MacLeod, presómetro de	58
Mach, número de	77
Magnitudes, múltiplos y submúltiplos	232
Martín, fórmula de	72
Matemática, introducción	6
Materiales de construcción,	

propiedades mecánicas, tabla 6.2	203
Mayer, igualdad de	37
Mecánica de fluidos	50-118
Medición de caudal en caños	68-71
MERL	110
Mezclas de gases, masa molecular, fracción molar	28
Mínimo caudal de regado	110
Módulo de elasticidad de metales	203
Montaje, detalles en sistema de vacío	196
Múltiplos y submúltiplos de magnitudes, tabla 8.17	232
<b>N</b>	
Número de revoluciones crítico	208-210
Número de Reynolds	87
Normal a una curva plana	20
<b>O</b>	
Ondas de choque	83
Órganos deprimógenos, principio y cálculo	68-71
Orificios calibrados para aire atmosférico	80
<b>P</b>	
Parábola	18
Pérdida de carga	88
(ver flujo turbulento, laminar e intermedio)	
rango de aplicación de las fórmulas, tabla 3.6	92
flujo isotérmico en gasoductos, cálculo	88
en ramales en paralelo	95
Pérdidas en sistemas al vacío, evaluación	191-193, 228
prueba en planta	194
tabla para bridas empaquetaduras y accesorios	228
Perfil de velocidades en un caño	64, 88
Piernas barométricas, ejemplo de cálculo, Ej. 3.2	53

Piernas barométricas, reglas de instalación	178
Pitot, tubo de	64
Placas orificio, cálculo	69-71
Potencia absorbida por una bomba de líquido	41
Primer principio de la termodinámica	35
Presión atmosférica, variación con la altura	54
Presión estática y presión dinámica	64
Presión hidroestática	53
Presión intermedia entre etapas,	139,150, 184
Presión y vacío, concepto	55
Presómetro a cápsula,	56
a termopila	59
de Pirani	60
de Bennert	56
de McLeod	57
Propiedades mecánicas de distintos materiales	202
Prueba de sistemas al vacío	194
Pumping speed	93

## R

Raoult, ley de	42
Recipientes al vacío, cálculo mecánico	201-206
Refrigeración al vacío	172-173
Refrigeradores al vacío, consumos específicos	187
Relaciones críticas	78-79
Rellenos, mantos de	108
características	108
pérdida de carga en mantos	108
mínimo caudal de regado	110
Rendimiento de un compresor isotérmico	38
Rendimiento de un compresor adiabático	40
Rendimiento termodinámico	72,85

Resistencias	94
Resistencias, en serie y paralelo	95
Reynolds, número de	87
Roscas, trazado	14
Rotor de un agitador	206
Ruptura de vacío en una planta	116

## S

Secado de aceite comestible	191
Secado de Lecitina	169, 215-219
Segundo principio de la termodinámica	45
Serie de Taylor	22
Separadores de gotas	102
pérdida de carga	103-105
ciclónicos	105
demister	102
de deflexión	103
Separadores de impacto	103-105
Separadores agua-hidrocarburos, alternativas	142-146
cálculo	145
Silenciador de venteo	138
tabla de selección	226
velocidad de salida, cálculo	66
Sistemas alternativos para producir vacío, industria aceitera	174-175
Sistemas antipolución para desodorizadores	179-182
Sistemas de eyectores en la industria aceitera	168-189
Sistemas de eyectores en la industria petrolera y petroquímica	138
Sistemas de vacío seco	213
Sistemas de vacío de 3, 4 y 5 etapas para desodorizadores	174-186
Sistemas de vacío para destiladores moleculares	219
Sistema internacional de unidades	230
Sistemas para ahorrar vapor	182

Solubilidad del aire en agua	191
<b>T</b>	
Tangente a una curva plana	20
Tanques, tiempo de descarga de	67
Tanque agitado, dinámica	23
Taylor, serie de	22
Temperatura	
Absoluta	32
Conversión	32
Escalas	32
Temperatura de los gases que salen de un eyector, cálculo	65-66
Tensión rasante en conductos	
Flujo turbulento	88
Flujo laminar	90
Tensiones admisibles de distintos metales, Tabla 6.2	203
Tensiones admisibles, criterio	205
Termocompresores gas-gas, consumos específicos	167
Termodinámica	35-49
Throughput	93
Tiempo de evacuación de sistemas,	
con bombas	122-123
con eyectores	170-172
Tiempo de llenado de sistemas al vacío	116-118
Tiro en chimeneas	53
Título del vapor	49
Toberas de medición de caudal, cálculo	68-71
Toberas de test de capacidad, tabla 3.2	80
Cálculo	79-80
Diseño	81
Toberas de vapor y gas, diseño	72-81
flujo másico	79-80

Forma	74
Velocidad de salida	66
Torricelli, experimento de	57
Torque de apriete de bulones, Tabla 6.3	204
Trabajo de compresión	38
Trabajo, definición	36
Trampa, de líquido	126
Trampa fría	126
Transformaciones adiabáticas	36
isobáricas	36
isoentrópicas	36
isotérmicas	36
politrópicas	38
reversibles e irreversibles	36
Transmisiones	206
Trigonometría, definiciones, propiedades y teoremas fundamentales	9-12
Tubos, bancos de, pérdida de carga	111-112

## U

Unidades, conversión al SI	230
----------------------------	-----

## V

Vacío, concepto	55
rangos de	60
Vacío, otras aplicaciones	220
Vacuómetros, Bourdón, relativos y absolutos	55-60
Válvulas de control	99-101
Vapor asociado, cálculo	29-31
Vapor de agua, propiedades a bajas presiones	232 a 235
Vapor de borbotado	43,191
Vapor condensante, $\Delta p$	112
Velocidad de bombeo	121

Velocidad del sonido, cálculo, ejemplos	77
Velocidad de aspiración de un eyector	75-76
Velocidad de descarga de un Tanque	67-68
Velocidad máxima de expansión	75
Velocidad molecular media	62
Velocidades recomendadas en líneas de vacío	198
Ventiladores a chorro de vapor	176
capacidades específicas y tamaños	190
Ventiladores portátiles	176
capacidades	223
Venturi, cálculo	68-71
Vertederos	71
Viscosidad de vapores orgánicos, predicción	61
Viscosidad de gases	236
Visores	205
Volúmenes de cuerpos	15

## W

Wilson, zona de	79
-----------------	----