

Contenido

Prólogo	11
Símbolos	13
1. EFECTOS Y FUENTES DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE	17
1.1 Introducción 17	
1.2 Casos graves de contaminación del aire 18	
1.3 Naturaleza general de los problemas de contaminación del aire 20	
1.4 Definición y lista general de los contaminantes del aire 22	
1.5 La materia particulada o partículas 28	
1.6 Monóxido de carbono 40	
1.7 Óxidos de azufre 45	
1.8 Efectos de los hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, oxidantes fotoquímicos, asbestos y metales sobre los materiales y la salud 53	
1.9 Daños a la vegetación 56	
1.10 Orígenes de los contaminantes del aire 58	
PREGUNTAS 60	
PROBLEMAS 61	
BIBLIOGRAFÍA 63	

2. LA LEGISLACIÓN FEDERAL Y LAS TENDENCIAS EN LA REGLAMENTACIÓN

67

2.1	Introducción	67
2.2	Historia de las leyes federales promulgadas por el gobierno	68
2.3	Criterios sobre la calidad del aire y normas de emisión para la calidad del aire	79
2.4	Normas estadunidenses de emisión y funcionamiento	82
2.5	Aplicación y cumplimiento de las normas	91
	PREGUNTAS	93
	PROBLEMAS	94
	BIBLIOGRAFÍA	97

3. METEOROLOGÍA

99

3.1	Introducción	99
3.2	Radiación solar	100
3.3	Circulación del viento	103
3.4	Tasa de cambio	109
3.5	Condiciones de estabilidad	113
3.6	Perfil de velocidad del viento	120
3.7	Altura máxima de mezclado	124
3.8	Rosa de los vientos	126
3.9	Turbulencia	128
3.10	Características generales de las plumas de las chimeneas	130
3.11	Efecto de isla calórica	135
3.12	Circulación global de los contaminantes	136
	PREGUNTAS	138
	PROBLEMAS	138
	BIBLIOGRAFÍA	140

4. DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA

143

4.1	Introducción	143
4.2	El modelo de difusión turbulenta	144
4.3	La distribución gaussiana o normal	146
4.4	El modelo gaussiano de dispersión	148
4.5	Evaluación de las desviaciones normales	154
4.6	La concentración máxima en línea, a nivel del suelo	162

4.7	Cálculo de la altura efectiva de la chimenea	165
4.8	Algunas otras consideraciones con respecto a la dispersión gaseosa	171
	Apéndice – Deducción de la ecuación tipo gaussiano de dispersión	180
	PREGUNTAS	184
	PROBLEMAS	185
	BIBLIOGRAFÍA	190

5. PARTÍCULAS 193

5.1	Introducción	193
5.2	Distribución y fuentes de la materia particulada	196
5.3	Eficiencia de colección de partículas	203
5.4	Distribución de las partículas	211
5.5	Velocidad terminal o de asentamiento	219
5.6	Depositación de partículas de chimeneas	224
5.7	Diseño de campanas y ductos	230
5.8	Mecanismo de colección de las partículas	233
5.9	Equipo de control de partículas	235
5.10	Comparación de los equipos de control de partículas	300
	PREGUNTAS	304
	PROBLEMAS	305
	BIBLIOGRAFÍA	323

6. CONTROL GENERAL DE GASES Y VAPORES 327

6.1	Introducción	327
6.2	Adsorción	328
6.3	La onda de adsorción	337
6.4	Ánálsis transitorio de una onda de adsorción	340
6.5	Regeneración de un lecho de adsorción	347
6.6	Absorción	349
6.7	Diseño básico de una torre empacada de absorción	358
6.8	Determinación de la altura de una torre de absorción	372
6.9	Fundamentos de la cinética química	383
6.10	Cinética de la formación del monóxido de carbono	391
6.11	Control de la emisión del monóxido de carbono	394
6.12	Incineración o combustión auxiliar	397

6.13 Cinética y catálisis de la reacción en los procesos de combustión auxiliar 416

PREGUNTAS 422

PROBLEMAS 423

BIBLIOGRAFÍA 431

7. CONTROL DE LOS ÓXIDOS DE AZUFRE 433

7.1 Introducción 433

7.2 Termodinámica y cinética de la formación del dióxido de azufre 437

7.3 Métodos generales de control 440

7.4 Procesos de desulfuración de los gases de la combustión 445

PREGUNTAS 464

PROBLEMAS 464

BIBLIOGRAFÍA 465

8. CONTROL DE LOS ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN FUENTES ESTACIONARIAS 467

8.1 Introducción 467

8.2 Fuentes y concentraciones del NO_x 468

8.3 Termodinámica de la formación del NO y el NO₂ 473

8.4 Cinética de la formación del monóxido de nitrógeno en los procesos de combustión 479

8.5 Formación de NO_x a partir del nitrógeno del combustible 489

8.6 Métodos de control de combustión para el NO_x de fuentes estacionarias 490

8.7 Métodos de control de los gases de la combustión para el NO_x 499

PREGUNTAS 504

PROBLEMAS 505

BIBLIOGRAFÍA 506

9. REACCIONES FOTOQUÍMICAS ATMOSFÉRICAS 509

9.1 Introducción 509

9.2 Termodinámica de las reacciones fotoquímicas 509

9.3	El oxígeno monoatómico y la formación del ozono	511
9.4	Papel de los óxidos de nitrógeno en la fotooxidación	512
9.5	Los hidrocarburos en la fotoquímica atmosférica	515
9.6	Los oxidantes en el neblumo fotoquímico	520
9.7	Reactividad de los hidrocarburos	522
9.8	Historia cotidiana de los contaminantes en el neblumo fotoquímico	524
9.9	Oxidación del dióxido de azufre en atmósferas contaminadas	526
	PREGUNTAS	530
	PROBLEMAS	530
	BIBLIOGRAFÍA	531

10. FUENTES MÓVILES 533

10.1	Introducción	533
10.2	Normas de emisión para automóviles	534
10.3	Gasolina	535
10.4	Origen de las emisiones del escape de motores de gasolina	537
10.5	Emisiones evaporativas y del cárter	545
10.6	Reducción de las emisiones por cambios en el combustible	547
10.7	Reducción de las emisiones por cambios en el diseño de los motores	548
10.8	Reactores externos	552
10.9	Motores de carga estratificada	555
10.10	Motores rotativos de combustión	556
10.11	Fuentes opcionales de energía para vehículos	558
10.12	Emisiones de los motores diesel	561
10.13	Emisiones de los motores turborrotatorios y de las turbinas de gas	565
10.14	Combustibles opcionales y su utilización	575
	PREGUNTAS	579
	PROBLEMAS	580
	BIBLIOGRAFÍA	581

11. CONTROL DE LOS OLORES 585

11.1	Introducción	585
------	--------------	-----

11.2	El sentido del olfato y las teorías de los olores	586
11.3	Propiedades físicas de las sustancias olorosas	588
11.4	Técnicas de medición de los olores	590
11.5	Valores de umbral de los olores	595
11.6	Aplicaciones de las mediciones de los olores	596
11.7	Métodos para el control de los olores	599
	PREGUNTAS	604
	PROBLEMAS	604
	BIBLIOGRAFIA	605

APENDICE A. INSTRUMENTACION 607

A.1	Introducción	607
A.2	Tren de muestreo	607
A.3	Análisis de partículas	609
A.4	Análisis de gases	611
A.5	Monitoreo del monóxido de carbono y los hidrocarburos	620
A.6	Métodos de monitoreo para el dióxido de azufre	621
A.7	Monitoreo para los óxidos de nitrógeno	622
A.8	Monitoreo de los oxidantes fotoquímicos	624
	BIBLIOGRAFIA	624

APENDICE B. MAGNITUDES DE MEDICION 627

B.1	Factores de conversión	627
B.2	Constante universal de los gases y la aceleración gravitacional	628
B.3	Propiedades del aire	628
B.4	Masa molar de diversas sustancias, M	628
B.5	Valores de la función de error, $\text{erf } x$	629
B.6	Entalpía del aire como un gas ideal	630

Respuestas a los problemas con numeración impar 631

Indice 637