

Paraninfo

# Módulo 2 FÍSICA



JORGE LÓPEZ CRESPO

**Fe de erratas**



**Página 26**

Se corrige la equivalencia entre lb y kg.

**Figura 2.15.** Par de tuerzas.

La unidad de momento y par en el sistema internacional es el Newton por metro ( $N \cdot m$ ). En los países anglosajones el par o torque se mide en libras por pulgada ( $1 \text{ lbf} \cdot \text{in} = 0,11 \text{ N} \cdot \text{m}$ ). Sabiendo que  $1 \text{ lb} = 0,45 \text{ kg}$  y que  $25,4 \text{ mm} = 1 \text{ in}$ , se obtiene la conversión entre  $\text{lb} \cdot \text{in}$  y  $\text{N} \cdot \text{m}$ . Es muy importante conocer esta equivalencia, ya que en la documentación técnica (manuales de mantenimiento)

**Página 29**

Se corrige salto de línea en blanco entre las líneas resaltadas.

tanto, la elección de los «espesores» de largueros, cuerdas, revestimiento, etc., es de gran importancia en el diseño del avión.

Podemos decir que las fuerzas externas producen unos esfuerzos internos que se oponen a dichas fuerzas. Además, dependiendo de las fuerzas que los causen, los esfuerzos pueden ser de compresión, tracción, torsión, flexión, cortadura y pandeo (Figuras 2.20 y 2.21).

**Página 36**

Se corrige la fecha de invención del barómetro.

indicación muy práctica para el piloto.

Hemos visto la relación entre la altitud y la presión barométrica, pero ¿qué es un barómetro? La palabra barómetro proviene del latín (*baros*: «peso de»; *metro*: «medida»). Fue inventado en 1643 por Evangelista Torricelli. Un barómetro consiste en un tubo, de unos 850 mm de altura, lleno de mercurio que se invierte sobre otro recipiente lleno también de mercurio. Cuando esto se hace, se crea un vacío en la parte superior. Como la altura de

**Página 38**

Se añaden las unidades de medida resaltadas.

$t$

En donde:

- $v$ : velocidad (m/s).
- $x$ : desplazamiento (m).
- $t$ : tiempo (s).

Reflexionemos un instante acerca de lo si-

**Página 40**

Se corrigen los datos y signos resaltados en la solución al problema resuelto.

to, ¿que deceleracion habremos sufrido?

**Solución**

Como  $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ , empleando las ecuaciones del MRUA:

$$v_2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot (x - x_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0 = 20^2 + 2 \cdot a \cdot (80 - 0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = -2,5 \text{ m/s}^2$$

El signo negativo se debe a que el coche está decelerando.

u  
ti  
sc  
N  
Li  
fc  
nr  
r

También se corrige el exponente en la unidad  $\text{rad/s}^2$

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

La unidad en el sistema internacional de la aceleración angular es el  $\text{rad/s}^2$ , o simplemente  $\text{s}^{-2}$ . La aceleración angular también es un vector, pero su dirección y sentido se obtienen de realizar cálculos complejos, que no son objeto de estudio en estos apuntes.

**Movimiento Circular Uniforme**

**Página 41**

Se corrige resultado.

La aceleración tangencial será:

$$a_t = \alpha \cdot R = -23,13 \cdot 0,2 = -4,626 \text{ m/s}^2$$

Se corrige el dato resaltado de la velocidad en la solución al problema resuelto.

de vuelo son 432 km/h, ¿que aceleración centrífuga sufrirá?

#### Solución

Dado que 432 km/h son 120 m/s, la aceleración será:

$$a_c = \frac{v_t^2}{R} = \frac{120^2}{2.000} = 7,2 \text{ m/s}^2$$

### Página 43

Se corrigen la unidad de la pulsación ( $s^{-1}$ ) y el signo en la ecuación

Si resolvemos esta ecuación diferencial, obtendremos:

$$x(t) = A \cdot \text{sen}(\omega t + \phi)$$

En donde:

- $x(t)$ : elongación en función del tiempo (m).
- $A$ : amplitud del movimiento (m).
- $\omega$ : pulsación ( $s^{-1}$ ).

### Página 45

Se revisa el resultado.

$$v_{\text{máx}} = A \cdot \omega = 0,02 \cdot 70,7 = 1,41 \text{ m/s}$$

### Página 51

Se corrigen los errores en la solución del problema resuelto.

#### Solución

Dado que 2 kgf = 20 N, y con la fricción nula:

$$F = m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \text{arcsen} \frac{F}{m \cdot g} =$$

$$= \text{arcsen} \frac{20}{10 \cdot 10} = 11,54^\circ$$

**Página 52**

Se corrigen la fórmula, valores y resultado.

**Solución**

La relación de transmisión depende exclusivamente del número de dientes de la conductora y de la última conducida:

$$\tau = \frac{Z_1}{Z_3} = \frac{30}{48} = 1:1,6$$

Se corrige la ecuación de la relación de transmisión.

La relación de transmisión será:

$$\tau = \frac{N_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_3}}{N_1} = \frac{Z_1}{Z_3}$$

**Página 61**

Se actualiza la unidad del resultado.

$$\begin{aligned} r_1^2 \cdot m_1 \cdot \omega_1 &= r_2^2 \cdot m_2 \cdot \omega_2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \omega_2 &= \frac{r_1^2 \cdot m_1 \cdot \omega_1}{r_2^2 \cdot m_2} = \frac{0,6^2 \cdot 0,2 \cdot 20,94}{0,2^2 \cdot 0,2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \omega &= 188,46 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

**Página 53**

Se corrigen los subíndices de la expresión matemática y se elimina el texto señalado.

En una transmisión por engranajes, cadenas o correas, cuanto menor sea la relación de transmisión, mayor será el par en la rueda conducida, pero más lento girará esta: ~~Como hemos visto anteriormente, la relación de velocidades en este caso será:~~

$$VM = RV = \frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

En donde:

- $N_1$ : velocidad de la rueda conductora.
- $N_2$ : velocidad de la rueda conducida.

**Página 60**

Se añade la solución al segundo apartado del problema resuelto (Fuerza realizada por los motores para acelerar la aeronave).

Y la fuerza será:

$$I = F \cdot \Delta t \Rightarrow F = \frac{I}{\Delta t} = \frac{400.000}{20} = 20.000 \text{ N}$$

Se corrigen los símbolos de multiplicación ( $\cdot$ )

$$L = r \times p = r \cdot m \cdot v$$

**Página 65**

Se corrige el enunciado.

Se tiene un giróscopo con un volante de 8 cm de diámetro que gira a 6.000 rpm. Si aparece una velocidad de precesión de 3,2 vueltas/hora, ¿a qué distancia se encuentra el centro de gravedad del volante del eje de precesión?

**Página 75**

Se modifica el resultado.

De la Ley de Pascal:

$$\frac{F_2}{s_2} = \frac{F_1}{s_1} \Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{s_2}{s_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = 200 \cdot \frac{4}{20} = 40 \text{ kg} = 400 \text{ N}$$

**Página 77**

Se corrige el subíndice destacado.

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_{e1}}{\rho g} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_{e2}}{\rho g} + z_2$$

**Página 82**

Se corrige el error en la designación de la unidad.

**2.29.** Con la instrumentación de a bordo medimos que la presión barométrica a una determinada altitud es de 36.000 Pa. ¿A qué altitud se encuentra la aeronave según la ISA?

**Página 85**

Se corrige la palabra resaltada en el enunciado de la pregunta 2.66.

**2.66.** Se dispone de una rueda dentada de 14 dientes que gira a 340 rpm que arrastra a un piñón de 82 dientes, el cual gira solidario con otra tercera rueda de 22 dientes, que engrana en una cuarta rueda de 106 dientes. ¿A qué rpm gira la cuarta rueda? ¿Cuál será la relación de reducción? Si el par que proporciona la conductora es de 80 N · m, ¿cuál será el par en la cuarta rueda?

## Página 89

Se corrige el nombre resaltado en la pregunta 2.124 (Marvel-Schebler).

**2.124.** Un motor de pistón para avionetas Teledyne Continental O-200 (4 cilindros, 4 tiempos, 200 in<sup>3</sup> de cilindrada) gira a 2.750 rpm durante el despegue. El conducto de admisión de aire tiene un diámetro de 2 pulgadas, mientras que la sección del venturi del carburador **Marvel-Schebler** MA-3SPA es de 1,2 pulgadas. Si estamos a nivel del mar ( $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ ;  $P = 101.325 \text{ Pa}$ ), ¿qué presión

## Página 93

Se corrige la Figura 3.2 (cero absoluto en escala Celsius o centígrada).

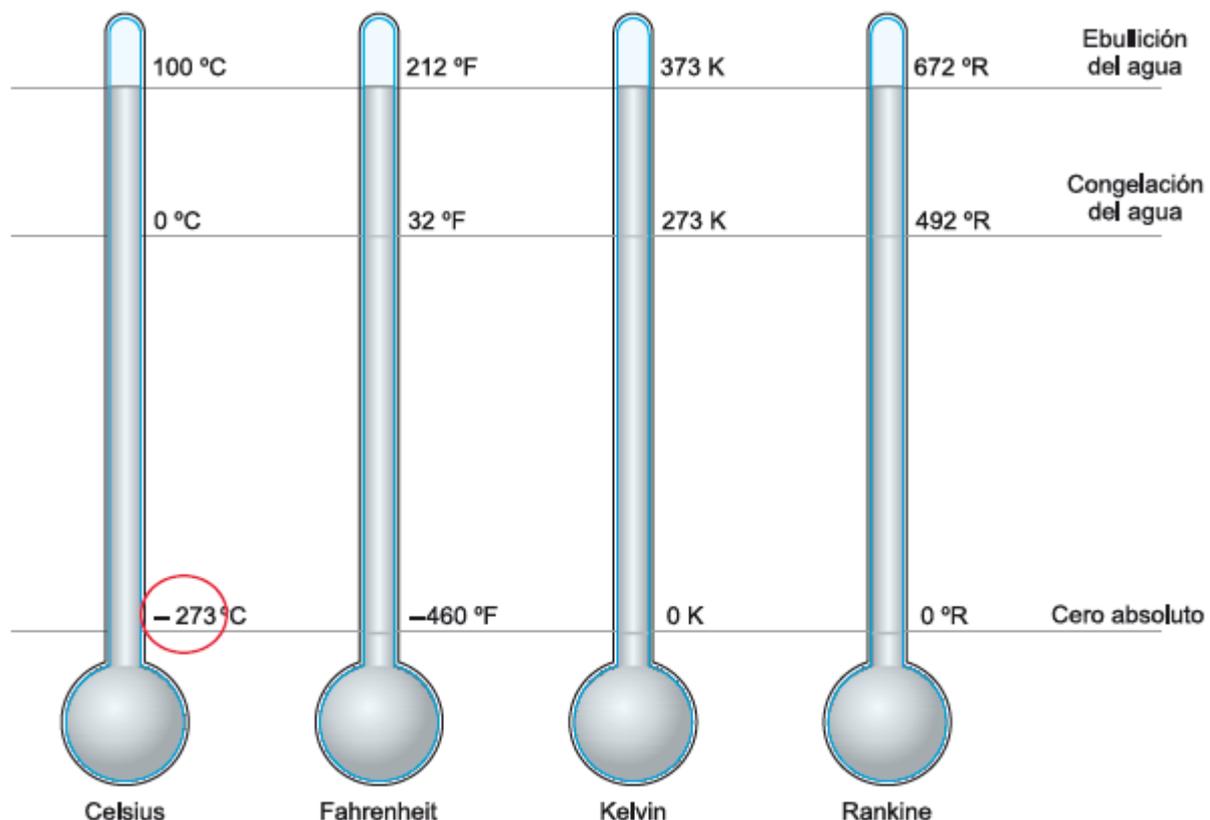


Figura 3.2. Escalas empleadas para medir la temperatura: Celsius (centígrada), Fahrenheit, Kelvin (absoluta) y Rankine.

**Página 94**

Se corrige el valor del calor específico del agua.

Esta magnitud nos da una idea de la energía o calor  $Q$  que será necesario aportar a una determinada sustancia o material, para aumentar su temperatura un grado. Nos costará más energía calentar agua ( $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4.186 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ) que acero ( $c_{\text{Fe}} = 481 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ).

**Página 95**

Se corrige el dato de calor específico del agua en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Calor específico de distintas sustancias

Material	Calor específico (J/kg · K)
Plomo	127
Mercurio	139
Cinc	386
Cobre	389
Acero	481
Aluminio	908
Agua	4.186

Se corrige el mismo dato en la solución al problema resuelto, así como el resultado.

**Solución**

Sabiendo que el calor específico del agua es  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4.186 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , de la ecuación del calor específico:

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = 2 \cdot 4.186 \cdot (100 - 18) = 686,5 \text{ kJ}$$

**Página 101**

Se corrige el dato resaltado en el enunciado del problema resuelto.

A 22.000 pies de altura la temperatura es de 244,56 K y la presión de 6,25 psi. ¿Cuál será la densidad del aire en estas condiciones?

**Página 103**

Se revisa el resultado.

Según la ecuación:

$$W = P \cdot (V_2 - V_1) = 2 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 10 \text{ kJ}$$

**Página 118**

Se corrige la designación del índice de refracción en la ecuación.

Se define el índice de refracción de una sustancia determinada, con la velocidad de la luz en el vacío  $c$ :

$$n = \frac{c}{v}$$

**Página 121**

Se corrige el signo de la última solución del problema resuelto.

El aumento A será:

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-0,5}{0,3} = -1,66$$

**Página 128**

Se añade la preposición “de” al texto para que este tenga sentido.

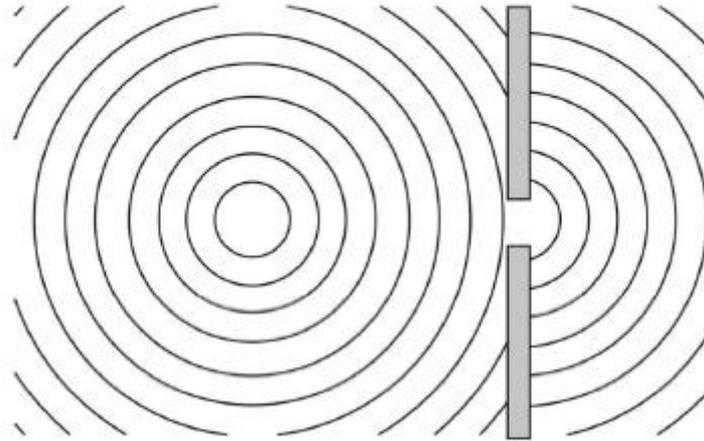
**Figura 4.18.** Cable de fibra óptica.

Por tanto, aunque la luz viaja en línea recta en el espacio libre, las propiedades de los filamentos de vidrio guían la luz a lo largo de una fibra óptica, permitiendo enrutar el cable para conectar diferentes equipos electrónicos. De esta manera, la fibra óptica se emplea para

## Página 135

Se elimina el texto tachado.

logren bordear el obstáculo (Figura 5.6). Para que se aprecie bien este fenómeno, el tamaño del obstáculo **no** debe ser del mismo orden de magnitud que la longitud de onda.



## Página 140

Se corrigen las leyendas resaltadas de la Figura 5.9.

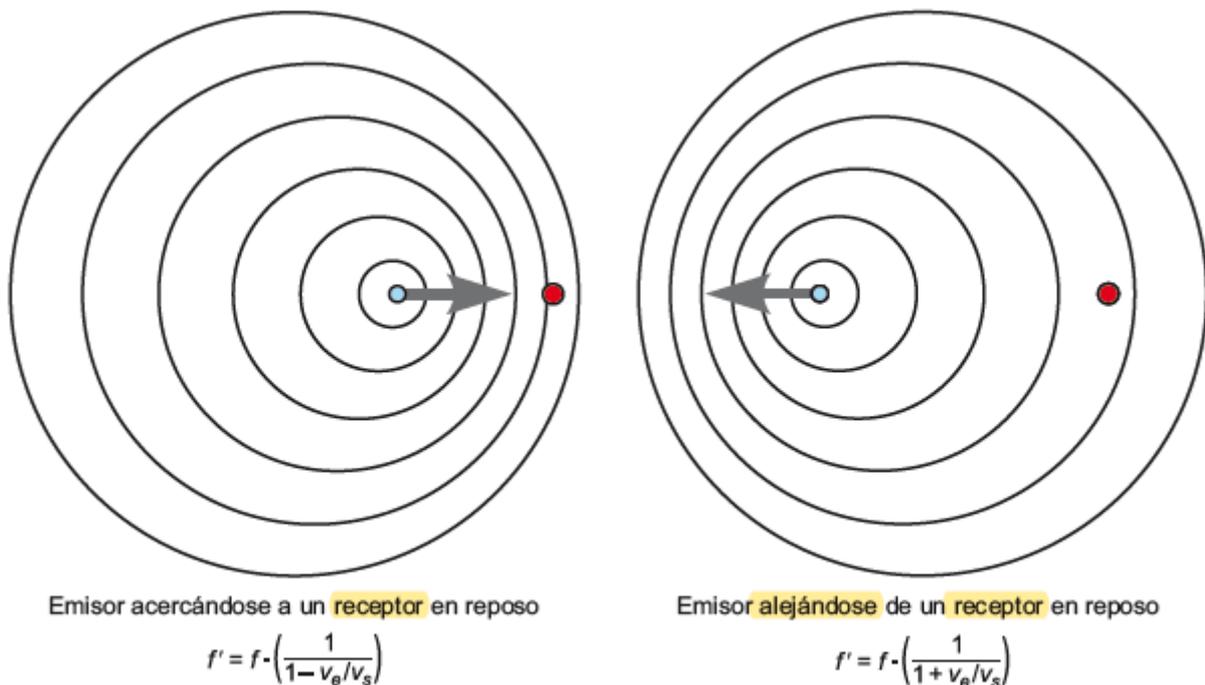


Figura 5.9. Efecto Doppler cuando el receptor se encuentra en reposo y el emisor en movimiento.

**Página 141**

Se actualiza la fórmula.

$$V_s = \sqrt{\gamma \cdot R' \cdot T} \Rightarrow T = \frac{V_s^2}{\gamma \cdot R'} = \frac{350^2}{1,4 \cdot 287} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = 304,9 \text{ K} = 31,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

**Página 144**

Se revisa la respuesta.

**1.43.** Las sustancias isótropas son aquellas cuyas propiedades físicas no dependen de la dirección en que se observen; lo contrario a la isotropía.

**Página 145**

Se corrigen las soluciones resaltadas.

**2.9.** a. (-3, 5); b. (2, 7); c. (-5, -2); d. (-1, 8); e. (-1, 0); f. (-1, 0, 8); g. (1, -3, 3); h. (-2, 3, 5); i. (0, 0, 9); j. (0, 6, 5).

**2.10.** 4; 12; -3, 9.

**Página 147**

Se corrige la unidad del resultado resaltado.

**2.82.** 1,1 s; 13,18 kw (17,9 CV); 24 kJ.

**Página 148**

Se corrige el resultado resaltado.

**2.124.** 11.300 Pa.

**Página 153**

Se corrige el texto resaltado en el enunciado.

30. El máximo número de electrones que se pueden alojar en la capa de valencia de un átomo es de:
- A. 2
  - B. 4
  - C. 8

**Página 155**

Se corrige el valor resaltado en la opción de respuesta A.

56. Una presión de 1 bar equivale a:
- A. 750 mmHg
  - B. 700 mmHg
  - C. 1.000 mmHg

**Página 158**

Se añaden las unidades de medida resaltadas.

95. Si la temperatura de un sistema es de 50 °F y aumenta 1 °C, la temperatura final será de:
- A. 50,9 °F
  - B. 51,8 °F
  - C. 52,4 °F

Se corrige y desambigua el enunciado.

108. La viscosidad de un líquido aumenta si la temperatura:
- A. Aumenta
  - B. Disminuye
  - C. La viscosidad no depende de la temperatura

**Página 162**

Se corrige la cifra resaltada para mejorar su precisión.

153. Necesitamos dar un par de apriete de  $80 \text{ lb} \cdot \text{in}$  a una tuerca, pero solo disponemos de una llave dinamométrica graduada en  $\text{N} \cdot \text{m}$ . Por tanto, el par deberá ser de:
- A.  $6,4 \text{ N} \cdot \text{m}$
  - B.  $9 \text{ N} \cdot \text{m}$
  - C.  $14 \text{ N} \cdot \text{m}$

Se corrige y desambigua el enunciado.

159. Cuanto mayor es la temperatura de un líquido, su viscosidad será:
- A. Mayor
  - B. Menor
  - C. La viscosidad es independiente de la temperatura

**Página 167**

Se completa el enunciado.

217. Un caudal de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  de agua circula por un tubo de  $0,2 \text{ m}^2$  situado horizontalmente a nivel del mar. El tubo consta de un estrechamiento de  $0,1 \text{ m}^2$ . ¿Cuánto habrá variado la presión en el estrechamiento?:
- A.  $17 \text{ kPa}$
  - B.  $37,5 \text{ kPa}$
  - C.  $64 \text{ kPa}$

**Página 171**

Se cambian los puntos por comas.

279. ¿A cuantos  $\text{km/h}$  equivale un nudo?:
- A.  $1,609 \text{ km/h}$
  - B.  $1,852 \text{ km/h}$
  - C.  $2,204 \text{ km/h}$

**Página 173**

Se corrigen las soluciones a las preguntas resaltadas: 51, 62, 83, 85, 184 y 284.

1	B	31	B	61	A	91	C	121	A	151	C	181	B	211	B	241	A	271	B
2	C	32	A	62	A	92	B	122	B	152	A	182	C	212	A	242	C	272	C
3	B	33	B	63	B	93	B	123	B	153	B	183	C	213	B	243	A	273	A
4	A	34	A	64	C	94	C	124	A	154	B	184	A	214	C	244	C	274	C
5	A	35	C	65	B	95	B	125	B	155	C	185	C	215	B	245	B	275	B
6	B	36	B	66	B	96	B	126	A	156	B	186	A	216	B	246	B	276	B
7	A	37	A	67	B	97	C	127	A	157	C	187	A	217	B	247	A	277	C
8	A	38	A	68	A	98	C	128	C	158	B	188	B	218	A	248	B	278	A
9	C	39	A	69	B	99	A	129	A	159	B	189	C	219	A	249	C	279	B
10	C	40	A	70	A	100	B	130	B	160	A	190	C	220	B	250	B	280	A
11	C	41	B	71	A	101	A	131	C	161	B	191	A	221	B	251	A	281	A
12	B	42	A	72	C	102	B	132	A	162	B	192	B	222	A	252	A	282	B
13	C	43	B	73	B	103	B	133	B	163	C	193	B	223	C	253	B	283	C
14	B	44	C	74	A	104	B	134	A	164	A	194	A	224	C	254	C	284	B
15	B	45	A	75	C	105	C	135	A	165	A	195	B	225	B	255	A	285	B
16	C	46	C	76	B	106	B	136	C	166	B	196	A	226	B	256	B	286	A
17	B	47	B	77	B	107	A	137	A	167	A	197	B	227	A	257	B	287	A
18	C	48	B	78	C	108	B	138	A	168	A	198	B	228	C	258	C	288	C
19	A	49	B	79	B	109	B	139	A	169	C	199	C	229	A	259	A	289	B
20	C	50	B	80	C	110	A	140	B	170	C	200	B	230	B	260	C	290	A
21	A	51	A	81	B	111	B	141	A	171	C	201	B	231	C	261	B	291	A
22	A	52	A	82	A	112	B	142	B	172	A	202	A	232	B	262	A	292	C
23	C	53	C	83	B	113	A	143	C	173	B	203	C	233	B	263	A	293	A
24	B	54	B	84	C	114	A	144	A	174	A	204	C	234	C	264	C	294	A
25	A	55	C	85	A	115	B	145	C	175	A	205	B	235	A	265	A	295	A
26	B	56	A	86	C	116	C	146	A	176	B	206	B	236	C	266	B	296	B

**Página 181**

Se corrige la equivalencia entre unidades.

Velocidad angular	radián por segundo	rad/s					revoluciones por minuto	rpm
	1 rad/s = 9,55 rpm							

**Página 182**

Se corrigen las equivalencias.

1 bar = 100.000 Pa
1 atm = 101.325 Pa

Potencia	vatio	w	ergio por segundo	erg/s	horse power	HP	caballo de vapor	CV
	1 w = 10.000.000 erg/s		1 HP = 745,7 w		1 CV = 735,5 w			
	1 HP = 550 ft · lbf/s		1 CV = 75 kgf · m/s					

Y la designación de unidad

Torque	newton-metro	N · m	dina-centímetro	dyn · cm	libra-pie	lbf · ft	libra-pulgada	lbf · in
	1 lbf · in = 0,113 N · m		1 N · m = 0,737 lbf · ft		1 dyn · cm = 10.000.000 N · m			

**Página 186**

Se corrigen los datos resaltados en las fórmulas.

<b>Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado</b>	$v = v_0 + a \cdot t$	$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$
<b>Movimiento armónico simple</b>	$a = -\omega^2 \cdot x$	$\omega^2 = \frac{k}{m}$
	$x(t) = A \cdot \text{sen}(\omega t + \phi)$	$v(t) = A \cdot \omega \cdot \text{cos}(\omega \cdot t + \phi)$
	$a(t) = -A \cdot \omega^2 \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \phi)$	
	$v_{\max} = A \cdot \omega$	$a_{\max} = -A \cdot \omega^2$
	$w = \frac{2\pi}{T}$	$f = \frac{1}{T}$
	$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$	

**Página 187**

Se corrige el nombre de la fórmula.

<b>Energía potencial</b>	G
	El
	Fr

También el subíndice que se señala con un círculo rojo.

<b>Bernoulli</b>	$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_{e1}}{\rho g} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_{e2}}{\rho g} + z_2$	En el aire: $\frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 + P_{e1} = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + P_{e2}$
------------------	---	---

## Página 190

Se corrigen los subíndices que se señalan con un círculo rojo.

Producto vectorial	$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_y & a_z \\ b_x & b_z \end{vmatrix} \cdot \vec{i} - \begin{vmatrix} a_x & a_z \\ b_x & b_z \end{vmatrix} \cdot \vec{j} + \begin{vmatrix} a_x & a_y \\ b_x & b_y \end{vmatrix} \cdot \vec{k} \Rightarrow$ $\Rightarrow \vec{a} \times \vec{b} = (a_y \cdot b_z - b_y \cdot a_z) \cdot \vec{i} - (a_x \cdot b_z - b_x \cdot a_z) \cdot \vec{j} + (a_x \cdot b_y - b_x \cdot a_y) \cdot \vec{k}$
	$ \vec{v}  =  \vec{a}  \cdot  \vec{b}  \cdot \text{sen } \theta \quad \text{con: } \theta = \theta_a - \theta_b$