EJERCICIOS

Y

PROBLEMAS DE FISICA

POR

GUILLERMO MUR ESTEVAN

CATEDRATICO DE FISICA Y QUIMICA
DEL INSTITUTO NACIONAL DE SORIA

Guillermo Mur y Estevan

EDITORIAL URBION, S. A.
CABALLEROS, 27
SORIA

G Mur

EJERCICIOS Y PROBLEMAS
DE
FISICA

POR

GUILLERMO MUR ESTEVAN

CATEDRATICO DE FISICA Y QUIMICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE 2.ª ENSEÑANZA DE SORIA

1936

...ION, S. A.

... SORIA

ADVERTENCIA

Consta el presente volumen de más de 400 ejercicios y problemas de Física, resueltos por el autor. No todos son verdaderos problemas, sino que algunos solamente pueden considerarse como ejercicios, para asimilar la correcta interpretación, de las fórmulas que expresan las leyes físicas.

Más de la mitad corresponden a la Mecánica, base y fundamento de las otras ramas de la Física, a la que hemos dado una extensión adecuada a su importancia.

Muchos de los resultados numéricos han sido obtenidos con la regla de cálculo, y otros con las tablas de logaritmos de 4 decimales que ponemos al final del texto, por lo cual, en algunos problemas solo tienen un valor aproximado, las cifras decimales de las soluciones.

Guillermo Mur Estevan.

Soria, Marzo 1936.

Bibliografía

Kleiber Karsten.—*Tratado Popular de Física*. Barcelona, traducción Estalella, Gustavo Gili.

Monzón y Pérez Martín.—*Curso de Física*. Lasheras-Sevilla.

Montequi.—*Curso de Química*. (Teorías, Prácticas, Problemas) Santiago.

Mingarro Satué.—*Física y Química*.—Madrid 1935.

Watson.—*Curso de Física*.—Barcelona—traducción Mañas,

Watson.—*Prácticas de Física*.—Barcelona—traducción Mañas.

Alcobé.—*Curso de Física*.—Universidad Barcelona.

Alcobé y Pólit.—*Apuntes Física aplicada biología*.—U. Barcelona.

Chappuix et Berget.—*Cours de Phisique*.—(pour la licence 4 volum) París.

Alvarez Zurimendi.—*Prácticas de Física*.—Universidad Santiago, 1930.

G. Mahler.—*Problemas de Física*.—traducción Palacios.—Barcelona.

Karl Rosemberg.—*Lehrbuch der Physik*.—Für die oberen klassen der höheren schulen. G. Freytag A.-G., *Leipzig*.

Rossotti.—*Formulario di Matemática elementare*. Hoeplí-Milano.

MECANICA

CAPITULO I

MEDIDAS DE LONGITUDES

NONIUS

1.—Dibujar y hacer con cartulina un nonius para apreciar milímetros, téngase en cuenta que 9 divisiones en la regla grande son 10 partes iguales en la reglilla.

2.—Constrúyase, también con cartulina, un nonius donde 11 divisiones de la regla grande se dividen en 10 partes en la reglilla. La numeración de la reglilla irá, en este caso, de derecha a izquierda. Diga el lector ventajas de esta disposición del nonius.

3.—¿Qué fracción aprecia un nonius que tiene 59 divisiones de la regla divididas en 60 partes iguales en la reglilla?

4.—Para que un nonius apreciara micras, si la regla está graduada en milímetros, en qué relación han de estar las divisiones de la regla y reglilla?

5.—Si un nonius circular tiene 29° del limbo divididos en 30 partes, en la alidada ¿cuánto apreciará ese nonius?

6.—Un nonius circular cuyo limbo está dividido de 10 en 10 minutos y la alidada aprecia fracciones iguales a 10 segundos, ¿en qué correspondencia están las divisiones del limbo y de la reglilla?

7.—Con un palmer, se ha determinado el grosor o diámetro de un cable de cobre, que es igual a 3 mm. Determínese la sección en mm^2.

8.—Mediante un esferómetro se ha medido el espesor de una lente esférica plano convexa, que es igual a 6 mm. El círculo que limita el casquete de la lente tiene de diámetro 50 mm.

Determinar el diámetro de la superficie esférica que limita la lente.

CAPITULO II

MOVIMIENTO UNIFORME

9.—Un hombre corriendo a toda velocidad marcha a 7 metros por segundo. Cuanto tiempo tardará en recorrer 6 km?

10.—Los grandes trasatlánticos hacen 30 nudos por hora. Cuántos metros por segundo equivale aquella velocidad?

11.—Los automóviles rápidos llegan con facilidad a marcar una velocidad de 100 km. hora.

Cuantos metros por segundo representa aquella velocidad?.

12.—Una velocidad de 3 m por segundo a cuantos nudos equivale?

13.—Un meridiano tiene 40.000 km. ¿cuanto tiempo le costaría por él a un aeroplano dar la vuelta completa a la tierra, si marchase a 200 km. por hora?.

14.—¿Qué camino recorre en 6 horas un hombre al paso? Y un ciclista en 2 horas (v=15 metros por segundo)? Y un automóvil en 3 segundos (v=80 km. por hora)?

15.—Qué distancia recorre un barco en un día si marcha a 30 nudos por hora? Expresar el resultado de millas marinas, metros y grados de meridiano.

16.—Que espacio recorre un tren en cuatro horas si su velocidad es de 16 m. por segundo?

17.—¿Qué trayecto recorre un proyectil en 6 segundos, si su velocidad es v=1.656 kilómetros por hora?

18.—¿Cuál es el camino recorrido por un punto de la periferia de una polea que tiene 70 centímetros de radio y que marche a 40 revoluciones por minuto, en el tiempo de 3 horas?

19.—Determinar la velocidad angular y lineal de un minutero que tiene de longitud 2 centímetros.

20.--Cuál es la velocidad media (expresar los resultados en metros por segundo)

a) de una locomotora que recorre 300 kilómeetros en 6 horas?

b) del sonido del aire si la explosión ocurrida a 3.400 metros llega a nuestro oído 10 segundos después de visto el fogonazo?

c) del agua de un río si un madero flotando en ella tarda 10 minutos en recorrer un trayecto de 800 metros?

d) de un ciclista que recorre 320 kilómetros en 11 horas?

e) de un caballo al galope si recorre 1 kilómetro en 3'5 minutos?

21.—Qué tiempo tarda un automovilista que marcha a 12 metros por segundo en recorrer 400 kilómetros?

22.—Qué tiempo tarda una bala de cañón que marcha a una velocidad de 500 metros por segundo en llegar al blanco que está a la distancia de 2'5 kilómetros?

23.—Cuántas horas de vuelo necesitan los pájaros emigrantes (v= 89 metros por segundo) para recorrer 2.000 kilómetros de Europa a Africa?

24.—Cuánto tiempo tarda en recorrer 20'28 metros un punto situado a 2'15 metros del eje de un volante que gira a 31 revoluciones por minuto?

25.—Qué espacio habrá recorrido un automóvil si durante 12 segundos ha mantenido una velocidad de 115 kilómetros por hora?

CAPITULO III

MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

26.—Un tranvía alcanza la velocidad máxima de 10 segundos y su aceleración ha sido de 2 metros por segundo. Determínese el espacio recorrido.

27.—Qué velocidad alcanza un automóvil que parte del reposo durante 5 segundos con una aceleración de 3 m/s. Expresar el resultado en kilómetros por hora.

28.—Un móvil que marcha con una velocidad $V^o = 4$ metros adquiere una aceleración de 3 metros. Dígase el espacio recorrido al cabo de 6 segundos.

29.—En el móvil del ejercicio anterior, determínese la velocidad final.

30.—Determinar el tiempo necesario para que el móvil de los ejercicios anteriores recorra 4,500 metros.

31.—Cuánto tiempo tarda un móvil que parte del reposo en adquirir una velocidad de 400 metros si tiene una aceleración de 7 metros?

32.—Qué velocidad adquiere un móvil, después de recorrer un espacio de 1.500 metros, con una aceleración de 2 metros?

33.—Qué aceleración debe de tener una locomotora que alcanza una velocidad de 24 metros en 500 minutos?

34.—Qué camino tiene que recorrer un automóvil para adquirir una velocidad de 90 kilómetros por hora con una aceleración de 6 metros?

35.—Un proyectil sale de la boca de un cañón de 2 metros de longitud con una velocidad de 800 metros. Determínese la aceleración producida por los gases de la explosión, suponiendo que fuera constante.

36.—Una locomotora inició la marcha con una aceleración de 20 cm/s. Determínese el espacio recorrido en el primero y en el décimo segundo.

37.—Un tren frena y se detiene en 20 segundos. Llevaba al iniciar la parada una velocidad V.°= 80 kilómetros por hora. Calcúlese el espacio recorrido con una aceleración negativa de un metro por segundo.

38.—Suponiendo que un móvil que parte del reposo, en 20 metros mantiene una aceleración constante de 3 metros por segundo, determinar el tiempo que tarda en recorrer aquella distancia.

39.—Qué espacio tiene que recorrer un móvil para que con una aceleración de 5 metros por segundo adquiera una velocidad de 700 metros por segundo.

CAPITULO IV

CAIDA DE LOS CUERPOS

40.—Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Habrá llegado al suelo después de 3 segundos? Cuánto le falta por recorrer?

41.—En el caso del ejercicio anterior, determínese el tiempo que tarda la piedra al llegar al suelo.

42.—Que velocidad llevaría, cayendo en el vacío, un cuerpo desde una altura de 300 metros.

43.—Un proyectil lanzado verticalmente hacia arriba, sale con una velocidad inicial de 700 metros por segundo. Determinar la altura que logrará el proyectil y el tiempo que empleará en ello. (Prescíndase de la resistencia del aire).

44.—Una pieza de plomo que cae, llega al suelo con una velocidad de 45 metros por segundo. Determinar la altura.

45.—Se tira una piedra a un pozo y al cabo de 5 segundos se oye el ruido de la piedra al chocar en el fondo. Dígase la profundidad del pozo (velocidad del sonido $v=333$ metros por segundo).

46.—Un aviador se lanza al espacio, con paracaidas desde una altura de 3.000 metros y llega a tierra con una velocidad de 8 metros por segundo, a qué velocidad en sentido contrario equivale la resistencia del aire?

47.—Un cuerpo en caída libre, tiene en un punto A una velocidad de 30 metros por segundo y en otro punto B, V=140 metros por segundo. ¿Qué distancia hay entre A y B?

48.—Se deja caer una piedra desde la ventana más alta de una torre. Dos segundos después desde otra inferior situada debajo a 30 metros se deja caer otra piedra y las dos llegan al suelo en el mismo tiempo. ¿Cuánto tiempo ha empleado la primera en caer y desde qué altura ha caído?

CAPITULO V

FUERZA, MASA Y PESO DE LOS CUERPOS

49.—Expresar a cuantas dinas corresponde un mgr.

50.—Expresar, 25 kgs. en unidades C. G. S. de fuerza.

51.—Un objeto de masa 32 kgs.; qué diferencia de peso tendrá de París a Madrid? (g en Madrid 9,80 m y en París 9,81 m. por segundo).

52.—Un cuerpo que pesa 500 kgs., ¿cuántas unidades técnicas de masa tiene?

53.—Cuánto pesarán 2 m^3 de tierra humus? Expresar el resultado en kgs.

54.—Un bloque de hormigón pesa 5.000 kilogramos. Las tres dimensiones del bloque son 0'50 por 0'60 x 0'80 m. Determínese el peso específico.

55.—Cuánto pesa un cable de 3 km. de longited y 5 mm. de diámetro?

56.—Qué diferencia de peso hay entre dos bloques de platino y de zinc, de volumen igual a 30 decímetros cúbicos.

57.—Determinar el volumen:

a) unas tenazas de hierro que pesan 2 kgs.
b) de 100 kgs. de aceite
c) de 25 kgs. de mercurio
d) de 200 kgs. de madera de pino

(Véase la tabla de pesos específicos.)

58.—Cuánto pesa el aire en una habitación de 4 x 5 x 6 m a 0° y 765 mm? (P. e. del aire a 0° y 760 mm: 0,001293).

59.—Una bala que pesa 12 gramos, sale de la boca de un arma de fuego, cuyo cañón tiene 0,9 m. de largo, con 700 m. por segundo de velocidad. Determinar su aceleración, y la fuerza que imprimen los gases de la pólvora al proyectil.

60.—Un cuerpo tiene una fuerza constante de 30 kgs. y tiene un peso de 20 grs. Determínese la aceleración.

CAPITULO VI

COMPOSICION Y DESCOMPOSICION DE VELOCIDADES, ACELERACIONES Y FUERZAS

61.—Un automóvil marcha con una velocidad v_1 =60 km. y el viento le comunica una velocidad v_2 =43 km. por hora formando un ángulo a=90°. Dígase la dirección de velocidad resultante.

62.—Un ciclista en la dirección del viento alcanza una velocidad v_1 = 50 km. por hora y en la contraria v_2 = 35 km. por hora. Determinar la velocidad del ciclista y la del viento.

63.—Un pasajero sobre la cubierta de un barco que marcha a una velocidad de 23 nudos por hora, se mueve hacia la borda, en una dirección que forma con el sentido positivo del eje del barco un ángulo α=40° y con una velocidad de 2 m. por s. Determinar la velocidad resultante, del pasajero,

64.—6 muchachos están tirando de una soga, 3 en un sentido y los otros 3 en el opuesto. Los primeros tienen fuerzas a=20 kg. b=30 kg y c= 35 kg., los otros son d=25 kg, e=27 y f=36. Determínese el valor de la resultante y su sentido.

65.—Dos bueyes uncidos arrastran un carro, el de la derecha produce sobre el yugo un esfuerzo de 60 kg., el otro de 55 kg. Siendo la distancia entre los dos testuces de 1 m. determinar el valor y punto de aplicación de la resultante. Si la lanza está a igual distancia de los dos bueyes, hacia donde derivará la marcha?

66.—Determinar el punto de aplicación de la resultante de dos fuerzas paralelas y de sentido contrario, una 30 kgs. y la otra de 25 aplicadas sobre una barra rígida a 2 m. de longitud.

67.—Determinar la resultante de dos fuerzas, cuyas direcciones forman ángulo recto.

Hágase la resolución gráfica y numérica.

68.—Determinar la resultante de dos fuerzas iguales a 30 kg. y cuyas direcciones forman un ángulo de 45°.

69.—Hallar la resultante de dos fuerzas que forman un ángulo de 60° y cuyas magnitudes son $F_1 = 50$, $F_2 = 70$ kg.

70.—Hallar el ángulo que forman dos fuerzas sabiendo que estas son iguales y también a su resultante.

71.—Un peso de 360 kgs. pende de dos cables que forman entre sí ángulo recto y con la vertical ángulo de 45°. Determinar las fuerzas componentes según los cables.

72.—Determinar la resultante de un sistema de fuerzas constituídas por las tres siguientes $F-10$, $F_1 = 20$; $F_2 = 30$; la F_1 forma con la F_2 y F_3, ángulo de 30° y de 60°, respectivamente.

73.—Dos obreros llevan un saco de 100 kgs. colgado de una barra de 3 m. que apoyan sobre sus hombros, ¿a qué distancia del que va detrás han de colgar el saco para que sobre él pesen 70 kgs?

74.—Un caballo arrastra, desde la orilla, una barcaza que marcha por el canal, la fuerza de arrastre vale 50 kgs. y forma un ángulo de 20° con la trayectoria de la nave. Determinar el valor de la componente según el eje de la nave.

CAPITULO VII

FUERZA CENTRIFUGA Y GRAVEDAD

75.—Cuál es la fuerza centrífuga que sufre un jinete que entra en una curva a una velocidad de 35 km. por hora? (Peso del jinete 60 kgs. y radio de la curva diez metros.)

76.—Un ciclista en la pista de un circo describe una circunferencia de 15 metros de diámetro y da siete vueltas por minuto. Determínese la fuerza centrífuga que se le origina. (Peso del ciclista 50 kgs.)

77.—Un punto del Ecuador terrestre lleva una velocidad lineal de 463 m. por s. y el radio ecuatorial es de 6378 kms. Determínese cuánto pierde de peso un hombre, que pesa 70 kgs. en el Polo Norte, cuando está en la zona ecuatorial.

78.—Qué disminución de peso sufre un camión de 8 toneladas cuando entra en un puente convexo con la velocidad de 10 metros por segundo, si el radio de curvatura del puente es de 1000 metros?

79.--Qué velocidad tendrá que llevar el ciclista del círculo de la muerte, cuando se halla en la parte más alta de su recorrido, para equilibrar a su peso y evitar la caida si el radio del círculo es de 5 m.?

80.—Un motorista corre en un autodromo a una velocidad de 100 km. por hora sobre una curva de 60 metros de diámetro. Determínese la inclinación que ha de tomar para no perder el equilibrio.

81.—Determinar la velocidad máxima que podrá alcanzar un automóvil de 1500 kgs. de peso, si tiene el centro de gravedad a 60 cm. del suelo a igual distancia de las dos ruedas. Radio de la curva 40 metros. Anchura entre las ruedas 1,30 m.

82.—Cuantas vueltas por minuto tendrá que dar un regulador de fuerza centrífuga, si las bolas pesan 2 kgs. y se hallan a una distancia de 20 cm, del eje de rotación, para que las bolas se eleven por la acción de la fuerza centrífuga.

83.—Un automóvil de turismo, cuyo peso es de 3000 kgs., recorre una curva de 50 m. de curvatura a 80 km. hora. Determínese la fuerza centrífuga y la inclinación del peralte de la carretera, para contrarrestar la f. centrífuga.

84.—Un tranvía, cuyo peso es de 8.000 kgs., recorre una curva de 180 m. de radio con una velocidad de 35 km. por hora. Determínese la fuerza centrífuga y la diferencia de alturas entre los carriles exterior e interior, siendo la anchura de 1,35 m.

85.—Un cuerpo de masa de un kg. sobre la superficie de la tierra es atraida con la fuerza de un kg. Sabiendo que la Luna dá una revolución alrededor de la Tierra en 28 días y que el radio de su órbita es de 384.000 km., determinar la atracción terrestre sobre la masa de un kg., colocado sobre la superficie lunar.

86.—Con qué fuerza se atraen dos esferas de cobre de 4 dm^3 cada una, situadas a la unidad de distancia. (Sistema de unidades C. G. S.)

CAPITULO VIII

TRABAJO Y FUERZA VIVA. ENERGIA CINETICA Y POTENCIAL

87.—¿Qué trabajo realiza un jornalero, que transporta al hombro un peso de 60 kgs., en un trayecto de 30 metros?

88.=Un campesino saca agua de un pozo de 9 metros de profundidad mediante un cubo que pesa 1 kg., tiene 19 litros de capacidad. En una hora ha sacado 25 cubos. Determínese el trabajo que ha desarrollado. Expresar los resultados en caballos, kilográmetros y watios.

89.—Una bomba centrífuga eleva en seis horas 40.000 l. a 8 metros de altura. Determinar el trabajo realizado y la potencia desarrollada.

90.—La central eléctrica de una pequeña ciudad suministra fluído a 15.000 lámparas de 40 watios, durante tres horas. Expresar la potencia de la central en kilowatios y en caballos de vapor.

91.—Qué potencia desarrolla un hombre que en tres segundos levanta a un metro cuarenta de altura, una saca de 100 kgs?

92.—Expresar 20 kilográmetros en ergios. Definir el julio y el watio, y formular sus relaciones con kgm. y H. P.

93.—Que trabajo realizará un proyectil que tiene de diámetro 7,5 cuando atraviesa una coraza de hierro fundido cuyo espesor es de 5 centímetros. (Coeficiente de rotura por presión del hierro fundido 7.500 kgm. por cm.^{2})

94.—Un joven lleva un paquete de 5 kgs., para ir al Instituto recorre diariamente 3 kms. en media hora. Dígase el trabajo realizado y la potencia que desarrolla.

95.—Un vagón que pesa 5.000 kgs. es arrastrado por varios obreros, 10 metros en 15 minutos, mediante un cable que forma un ángulo de 30 con el eje en la vía. Calcular el trabajo.

96.—Sobre un cuerpo en movimiento, en una distancia de 100 m., se le aplica una fuerza de 30 kgs. con un sentido que forma un ángulo de 145°. Determinar el trabajo de esa fuerza, en magnitud y signo, en la dirección del camino.

97.—Qué energía cinética posee una piedra que en caída libre alcanza al llegar al suelo una velocidad de 34 m. por s. (Peso de la piedra 4,5 kilogramos.)

98.—Qué velocidad debe tener un proyectil de 50 gr. de peso para que adquiera una energía de 75 kilográmetros.

99.—Cuantos kgs. de masa tiene una granada cuya velocidad es de 400 m. por s. y alcanza una energía cinética de 30.000 kilográmetros.

100.—Qué fuerza viva posee un autocamión que marcha a 40 kms. por hora, si su peso es de 5.000 kgs.

101,—Qué fuerza viva tendrá una riada, por un cauce de 12 m.^{2} de sección, si la corriente de agua lleva una velocidad de 3 m. por s.

102.—Qué fuerza viva tendrá el viento de 20 m. por s. al actuar contra un muro de 40 m.^{2} de superficie. (Peso del litro aire a 0° y 760=1.293 gramos.)

103.—Determinar el trabajo que se consumirá para conseguir que un automóvil de 3.000 kgs. pase de 24 m. por s. a 2 m. por s.

104.—Un proyectil de 7,5 cm. de diámetro llega sobre una coraza de hierro fundido con una velocidad de 400 m. por s. y una masa de 7 kilo gramos. Sabiendo que la coraza tiene 6,5 cm. de espesor y que el coeficiente de rotura del hierro fundido es de 7.500 kgs. por cm. ^{2}, dígase si el proyectil atravesará la coraza y la fuerza viva desarrollada.

105.—Para arrastrar un bulto por el suelo ha sido necesario un esfuerzo de 22 kgs. siendo 100 kgs. el peso del bulto, determinar el coeficiente de rozamiento.

106.—Una locomotora arrastra un tren de 45 toneladas de peso total con un esfuerzo de 450 kgs. Determinar el coeficiente de rozamiento sobre los carriles.

107.—Un tiro de caballerías arrastra un carro que pesa 3.000 kgs. siendo el coeficiente de rozamiento de 2 por 200. Determinar la fuerza que tienen que desarrollar las caballerías,

108.—Qué fuerza se necesita para arrancar un autobús de viajeros que pesa 2.000 kgs. y en el que viajan 25 personas de 70 kgs. si el coeficiente de rozamiento es de 2 por 100.

109.—Un obrero empuja por el andén un bulto de 200 kgs. ¿Que esfuerzo realiza si el coeficiente de rozamiento es de 0,2?

CAPITULO IX

MAQUINAS SIMPLES. RENDIMIENTO

110.—En una palanca de primer género formada por una barra recta e inflexible de 2 m. de longitud de uno de los extremos y 0,40 cm. de distancia del punto de apoyo se aplica una fuerza de 2 kgs. Qué fuerza habrá que aplicar en el otro extremo para que haya equilibrio?

111.—Un obrero mueve la palanca de una bomba de elevar agua. La distancia del punto de apoyo a la mano es de 85 cm. y la distancia del punto de apoyo al de la resistencia del embolo es de 0,15 cm. ¿Qué fuerza actuará sobre el embolo, si el obrero aplica una fuerza de 10 kgs.?

112.—Calcular en el ejercicio anterior la longitud del brazo de palanca que moverá el embolo sin emplear más que una fuerza de 7 kgs.

113.—En una palanca de primer género de 1,80 de longitud y con el punto de apoyo a 10 cm. de uno de los extremos vá aplicada normalmente una fuerza de 70 kgs. ¿Qué fuerza habrá que aplicar en el otro extremo formando un ángulo de 30° con la normal a la barra de la palanca, para que haya equilibrio?

114.—Una palanca de primer género formada por una barra recta e inflexible se halla en equilibrio con pesos de 0,7 kgs. y 1,1 kg. en los extremos. Siendo de 0,60 cm. la longitud de la barra, y pesando ésta 200 gramos, dígase donde se halla el punto de apoyo.

115.—En una balanza de brazos desiguales un mismo objeto puesto en los dos platillos sucesivamente pesa 1,00 kgs. y 1,30 kgs. Determinar el peso exacto del cuerpo.

116.—¿Qué longitud tendrá una romana para que un pilón de 1 kg. pueda equilibrar 50 de peso? El brazo menor es de 0.01.

117.—Con una barra de 2,5 m. de longitud llevan dos obreros una carga de 100 kgs. suspendida a 1,5 m. del obrero de detrás. Determínese cual es la carga que soporta cada obrero.

118.—Una viga de 10 m. de longitud y 15 por 25 cm. de sección (peso específico 0,7) soporta a dos metros del extremo a un objeto de 400 kgs. de peso y a 3 metros un mueble de 500 kgs. de peso. Determínese la presión ejercida por la viga en sus extremos A y B.

119.—La válvula de seguridad de una caldera de vapor, que debe abrirse para una presión de 8 atmósferas, está aplicada sobre uno de los brazos de una palanca de primer género a cinco cm. del fulcro y tiene una superficie de 4 cm.^{2} El peso de la palanca es de 0,5 kgs. y su centro de gravedad está a 20 cm. del fulcro. ¿A qué distancia debe ponerse sobre la palanca un peso de 5 kgs. para que equilibre aquella presión. (Una atmósfera=1 kg. por cm^2.)

120.—En una polea de un pozo van suspendidos por una cadena de hierro dos pozales. La cadena pesa 1,20 kgs. por metro y tiene 15 m. de longitud. Uno de los pozales pesa 20 kgs. y el otro 12 kgs. Determinar la distancia a que se hallan los pozales del punto más alto de la polea cuando guardan equilibrio.

121.—¿Qué fuerza se ha de aplicar al extremo libre de una polea móvil para levantar con ella un peso de 225 kgs? Los cordones son paralelos.

122.—¿Qué habríamos de aplicar en el caso del problema anterior si los cordones forman un ángulo de 45°?

123.—En una polea móvil cuyos cordones forman un ángulo de 120° se equilibra con un esfuerzo de 200 kgs. un peso. Determinar su valor.

124.—Con un motor de 8 poleas se debe elevar un bloque de granito de 4 m. por 50 cm. por 60 cm. (p. e. 3,2). Determinar la fuerza que se necesitará para ello.

125.—¿Podrá utilizarse en el problema del caso anterior una cuerda de cáñamo de 20 $mm.^2$ de sección si la resistencia a la rotura de esas cuerdas es de 7 kgs. por $mm.^2$

126.—Con una combinación de poleas móviles unidas de manera que cada una es la resistencia de la siguiente se equilibra un peso de Q kgs. con una fuerza de P kgs. en el cordón libre. Llamando q el peso de las n poleas moviles iguales, expresar el valor de P en función de Q y q.

127.—Si en el caso del ejercicio anterior hay tres poleas moviles que pesan cada una 10 kgs. y se ha de equilibrar una resistencia de 170 kgs. determínese que fuerza se ha de aplicar en el cordón libre.

128.—En un torno el radio del manubrio tiene 50 cm. y el radio del cilindro 140 mm. ¿Qué peso equilibrará un obrero con una fuerza de 30.000 gramos?

129.—Calcular el radio de la manivela de un torno que tiene 12 cm. de radio del cilindro y dónde una fuerza de 18 kgs. equilibra a otra de 120 kgs.

130.—Calcular el radio de la manivela de un torno, cuyo cilindro tiene de radio 0,09 m. y en el que la relación de las fuerzas es de 1 por 6.

131.—Calcular la fuerza que se ha de aplicar a un torno, para levantar un peso de 1.000 kilogramos cuando la relación entre los radios es de 1 por 8.

132.—En un plano inclinado que tiene la base 3 m. y la altura de 1,30 m. que fuerza paralela a la base del plano se necesitará para mantener en equilibrio un peso de 400 kgs.

133.—Calcular el mismo problema del caso anterior, en el caso de que la fuerza que se emplea para obtener el equilibrio es paralela a la del plano.

134.—Calcular la componente del peso normal al plano en los problemas anteriores.

135.—Calcular la fuerza paralela a su longitud que en un plano inclinado que forma con la base un ángulo de 30°, equilibrará un peso de 80 kgs.

136.—En un plano inclinado, una fuerza de 15 kgs. paralela al plano equilibra una de 50. ¿Qué ángulo forma el plano con la base?

137.—Determinar la altura y la longitud de un plano inclinado que tiene 725 m. de base y sobre el cual una fuerza de 45 kgs. paralela al plano equilibra un peso de 80 kgs.

138.—Sobre un plano inclinado hay un objeto que pesa 846 kgs. Las dimensiones del plano son: longitud 5m, la base b: 4m y la altura h: 3 m. El rozamiento es de 8 por 100. Determínese la fuerza necesaria para elevar el objeto mencionado sobre el plano.

139.—En una calle cuya pendiente forma un ángulo de tres grados, hay un camión de 8.000 kgs. de peso, siendo el rozamiento de 1/40. Determínese la fuerza paralela al plano que deberá aplicarse para que marche hacia arriba.

140.—Un tren de 200 toneladas avanza por una cuesta arriba del 2 por 100, siendo el rozamiento del 1,5 por 100. Determínese la fuerza que ha de producir la locomotora para arrastrar el tren.

141.—Los radios de las dos poleas fijas de un polipasto diferencial están en la relación de 15/16. ¿Qué relación habrá entre la potencia y la resistencia?

142.—Un torno cuya relación de radios es de 1/10 ha de elevar por un rampa de 5 por 100 un objeto que pesa 890 kgs. Determínese la fuerza que debe aplicarse en el torno. (Prescíndase del rozamiento.)

143.—En cada una de las caras de una cuña actúa una fuerza resistente de 90 kg. Cada cara tiene 25 cm. de longitud y la base 5 cm. de anchura. ¿Cuánto ha de valer la fuerza de potencia que debe aplicarse perpendicularmente para que haya equilibrio? ¿Qué trabajo producirá la potencia cuando la cuña haya penetrado 7 cm. en el material resistente.

144.—Deducir de las leyes de equilibrio del torno y del plano inclinado de la ley de equilibrio del tornillo, como máquina compuesta de aquellas dos simples.

145.—Qué resistencia se podrá vencer con un tornillo al que se aplica una fuerza de un kg., siendo el paso de rosca de 10 mm. y la cabeza del tornillo tiene un metro de radio.

146.—¿Qué presión se ejercerá con una prensa de husillo de paso de rosca igual a 6 mm, aplicando una fuerza de 12 kgs. al extremo de un volante de 30 cm. de diámetro?

147.—¿Qué potencia habrá que aplicar a un motor de 4 poleas si el rendimiento es de 0,90 para elevar un peso de 200 kgs.

148.—En un motor eléctrico, el rendimiento es de 0'95, calcular los kw. necesarios para producir 8 caballos de trabajo útil.

149.—En un motor de seis poleas con una fuerza de 200 kgs. se equilibra otra de 1134 kgs. Determínese el rendimiento.

CAPITULO X

CHOQUE

150.—Una esfera inelástica que pesa 6 kgs. y se mueve con una velocidad de 2 m. es alcanzado por otra, también inelástica, que pesa 8 kgs. y está animada de una velocidad de 5 m., produciéndose un choque central. ¿Cuál será la velocidad común después del choque?

151.—Una esfera inelástica de 9 kgs. choca con otra de 6 kgs., que está en reposo. La velocidad de la primera es de 22 m. ¿Cuál será la velocidad común después del choque?

152.—¿Qué masa tiene una esfera inelástica que lleva una velocidad de 20 m. por s. y choca con otra, también inelástica, de 6 kgs. y de 11 m. por segundo si la velocidad común después del choque es de 16 m. por. s.

153.—Un cuerpo inelástico de 10 kgs. y 12 metros por s. de velocidad choca con otro que se mueve en sentido contrario a una velocidad de 60 m. por s. Dada, después del choque la velocidad común en el sentido del segundo cuerpo. Determinar m_2.

154.—Una esfera inelástica choca con otra que va en la misma dirección. Siendo las masas 3 y 8 kgs., y la pérdida de energía cinética de 25 kilográmetros. Determinar la diferencia de las velocidades que llevaban las dos esferas.

155.—Calcular las velocidades de dos esferas elásticas después del choque, siendo las masas $m_1 = 3$, $m_2 = 2$, y las velocidades antes del choque $c_1 = 5$, $c_2 = 4$ metros por segundo.

156.—¿Qué peso tiene una esfera elástica de velocidad de 80 m. por s. que choca con otra que se mueve en la misma dirección y tiene de peso 12 kgs. y de velocidad 16 m. por s.? Por efecto del choque adquiere la 1.ª esfera una velocidad en sentido contrario de 20 metros por segundo.

CAPITULO XI

MOVIMIENTO DE PROYECTILES

157.—Desde una altura de 100 m. se lanza una piedra horizontalmente con una velocidad inicial de 250 m. ¿Dónde se encontrará la piedra al cabo de 4 segundos?

158.—Desde la cumbre de una colina de 304 metros se lanza horizontalmente un proyectil con una velocidad inicial de 500 metros por segundo. Se desea saber el alcance horizontal del disparo.

159.—Un futbolista despeja el balón con una velocidad inicial de 40 m. por s. y con un ángulo a=30°. Prescindiendo de la resistencia del aire ¿qué altura alcanzaría el balón, cuánto tiempo tarda en llegar al suelo y cuál es su alcance horizontal?

160.—Un proyectil sale de la boca de un cañón con la velocidad inicial de 500 m. por s. y con una inclinación a =45°. Cuándo alcanza su altura máxima y a qué distancia?

161.—¿Qué inclinación habrá de darle al eje de un cañón, para que un proyectil lanzado a 600 m. por s. alcance un edificio situado a la distancia de 5 kms.?

162.—¿Qué valor ha de tener la velocidad inicial de una bala que tiene de alcance horizontal 390 m. y vertical 370 m.?

163.—¿Con qué inclinación debe lanzarse un proyectil para que la altura del tiro sea igual a su alcance horizontal?

164.—Un proyectil alcanza la altura máxima de 1.000 m. y tiene un alcance horizontal de 5.000 m. Determínese la velocidad inicial y el ángulo de inclinación en el momento oportuno.

CAPITULO XII

MOVIMIENTO PENDULAR

165.—La cúpula de la Iglesia de San Pedro en Roma, podría contener un péndulo de 139 m. de longitud. ¿Cual sería el período de oscilación de este péndulo y cuantas oscilaciones por minuto verificaría?

166.—¿Qué longitud tendrá el péndulo simple que en París bate segundos g = 9,81 m.?

167.—En Jamaica un péndulo que bate segundos tiene de longitud 991 mm. ¿Cuanto valdrá la aceleración de la gravedad en aquella isla?

168.—¿Cuántas oscilaciones por día verifica un péndulo de 1,09 en Madrid (g = 9,80 m.)?

169.—Calcular la aceleración de la gravedad en un lugar donde un péndulo de 20 metros tiene 4,46° de tiempo de oscilación.

170.—¿Qué longitud tiene un péndulo que bate segundos en Calcuta, cuando un péndulo de un metro de longitud realiza allí en cuatro minutos 239 oscilaciones?

171.—Un péndulo que en Madrid bate segundos es trasladado a otro lugar y verifica al día 80 oscilaciones menos. Siendo $g = 980$ cm. dígase cuanto valdrá en ese lugar la aceleración de la gravedad.

172.—En que relación se hallan las longitudes de dos péndulos que hacen respectivamente en 136 y 140 oscilaciones por minuto.

CAPITULO XIII

HIDROSTATICA

173.—Una presión de 5 kgs. por cm.^{2} ¿a qué altura de agua, alcohol y mercurio corresponderá?

174.—Cuanto vale la presión hidrostática en los océanos a 8.000 m. de profundidad, si el peso específico del agua de mar es de 1,02.

175.—Un empuje de 15.000 kgs. sobre un metro cuadrado ¿a cuantas atmósferas por cm^2. corresponderá?

176.—El coeficiente de compresibilidad del agua es 0,00005 por kg. y cm.^{2} La cantidad de agua que en la superficie del mar llena un 1 ¿a cuanto quedará reducida en las profundidades del Océano a 8.000 m.

177.—25 kgs. por cm.^{2} ¿a cuantos milibares corresponden de presión?

178.—En un prensa hidráulica los diámetros de la bomba y de la prensa son 25 mm. y 280 milímetros respectivamente. Siendo 10.000 kgs. el esfuerzo total que debe producirse sobre la prensa, ¿cuanto esfuerzo deberá aplicarse en el émbolo de la bomba?

179.—En una prensa hidráulica las superficies del émbolo de la bomba y de la prensa son respectivamente 2 y 180 $cm.^2$ ¿Siendo 12 kgs. el esfuerzo sobre la bomba, dígase el esfuerzo sobre la prensa. Dígase también si podrá aplastar una pieza de madera de pino de 2 $cm.^3$ (Coeficiente de rotura a la presión de la madera de pino 450 kilogramos por $cm.^2$)

180.—Dos vasos comunicantes contienen respectivamente agua y alcohol; la altura de éste es de 25 cm. y la del agua de 20 cm. Dedúzcase de estos datos el peso específico del alcohol.

181.—El depósito de agua de una casa se halla a 12 m. sobre la planta baja. Dígase la presión que tiene sobre el fondo de otro inferior situado en ella y el esfuerzo total sobre un metro cuadrado de su superficie.

182.—Dos vasos comunicantes de secciones iguales a 6 cm. cuadrados están llenos de mercurio hasta niveles iguales. En una de las ramas se echa medio litro de agua. ¿Qué altura alcanzará el agua y cuánto sube el nivel del mercurio en la otra rama?

CAPITULO XIV

PRINCIPIO DE ARQUIMEDES Y SU APLICACION A LA DETERMINACION DE DENSIDADES

183.—Un madero de pino flota en el agua. Siendo sus dimensiones 15x25 cm. x6 m. Determinar el peso que puede soportar encima sin hundirse. (Peso específico de la madera de pino 0'50).

184.—La madera de olivo tiene de peso específico 0'90. ¿En qué relación estarán la parte flotante y sumergida de un objeto de esta madera?

185.—Una tabla de haya se ha lanzado sobre un estanque. Sus dimensiones son las siguientes: 0'06x0'40x2 m. Determinar el volúmen de la parte sumergida.

186.—Un cubo de hojalata flota en el agua y tiene de peso 200 grs. y de arista 12,0 cm. ¿Cuál será la altura de la parte sumergida?

187.—Un objeto de madera que pesa 5 kgs. flota en el agua. Cuanta agua desaloja, y cuanto alcohol, cuando flota en él.

188.—Cuánto pesa sumergido en el agua 1 kilogramo de cobre y 1 kg. de hierro?

189.—Un bloque de mármol se equilibra en el seno del agua por un peso de 160 kg. ¿Cuántos kgs. serían necesarios para equilibrarlo en el aire? (Peso específico del mármol 2,3).

190.—En qué relación habrá que unir el corcho y el cobre para que el cuerpo formado flote en el agua. (Peso específico del cobre 8'9; del corcho 0'24.)

191.—Los pesos específicos del hielo y del agua del mar están en la relación de 9/10. ¿En qué relación estarán la parte flotante y la sumergida en un iceberg?

192.—Una tabla de madera de pino de dimensiones 2 m. largo, 1 m. ancho y 3 cms. de grueso cuando flota en el agua queda sin sumergirse un cm. Determinar su peso total y específico.

193.—Un proyectil pesa en el aire 5 kgs. y en el agua 4'230 kgs. ¿Cuál es su peso específico?

194.—Con un picnómetro hemos determinado un peso de agua 45'15 g. y lleno de ácido sulfúrico 46'50 gs. Determinar el peso específico de este ácido.

195.—Con el mismo picnómetro del ejercicio anterior, introducimos en un trozo de metal que pesa 0'78 gs. y entonces el peso total del picnómetro que incluye el metal es de 45'82. Dedúzcase de estos datos el peso específico del metal.

196.—Dion, tirano de Siracusa, quiso saber la cantidad de oro que había empleado un orfebre en la fabricación de una corona. Encargó el problema a Arquímedes que se lo resolvió mediante dos sencillas ecuaciones. Resuélvase el problema algebraicamente, supuesto que solo se trata de oro y cobre.

197.—Qué tanto por ciento tiene de cobre y estaño una pieza de bronce que pesa 5 kilogramos, y en el seno del agua 4'400 g.

CAPITULO XV

HIDRODINAMICA

198.—Cuál será el gasto teórico de una acequia de sección 1'25 m. cuadrados si el agua lleva una velocidad de 4 km. por hora.

199.—En un salto de agua caen desde 15 metros 1.500 litros por segundo. ¿Cuál será la potencia expresada en vatios y en caballos de vapor?

200.—En una fábrica de electricidad hay una turbina que se alimenta con una corriente de agua cuyo gasto son 2.000 litros desde 5 M. De potencia útil se obtienen 106'8 H. P. Dígase cual es el rendimiento de esa turbina.

201.—En un pantano a 30 metros bajo el nivel de las aguas existe una grieta en la presa. Calcúlese la velocidad de salida del líquido por esa filtración.

202.—La corriente fluye por un orificio con una velocidad de 15 m. por segundo. Determínese la distancia desde el orificio al nivel superior de las aguas en el depósito.

203.—Con qué velocidad fluirá el agua por un orificio situado a 10 m. de profundidad, cuando sobre el nivel superior del depósito se ejerce una presión de 3 kg. por centímetro cuadrado.

204.—Con qué velocidad fluirá el agua por un orificio situado a 4 m. de profundidad constante, si sobre la superficie actúa una presión de 3 atmósferas.

CAPITULO XVI

AEROMECANICA

205.—Expresar la presión atmosférica normal en kgs., barias y milibares.

206.—Por qué razón con las bombas hidráulicas ordinarias no se puede elevar el agua a más de 10 m?

207.—La superficie de la Tierra es de $(510.\ 10^6)$ km. cuadrados. ¿Cuál es el peso total de la Atmósfera? (Suponiendo en todas partes la presión normal 760 mm.)

208.—1.500 cm. de aire se han comprimido en un volúmen de 222 cm. ¿Cuál será la presión que ejercerá el gas sobre las paredes del recipiente, si la presión primitiva era de 680 mm? (Dígase el resultado en atmósferas).

209.—¿Cuánto pesa un metro^3 de aire a O° y 739 mm? (Peso del metro cúbico de aire a O° y 760 mm.=1.293 kgs).

210.—Reducir al volúmen normal 250 litros de aire a O° y 670 mm.

211.—Cuál será el peso específico del aire comprimido a 6 atmósferas y a la temperatura de O°.

212.—En un compresor el espacio debajo del émbolo es de 50 cm. cúbicos y el del recipiente de 200 cm. cúbicos. Después de qué embolada se ha hecho el peso específico del aire triple de su valor primitivo?

213.—El volúmen del recipiente de que se extrae el aire en una máquina neumática es de 5 litros, y el del cuerpo de bomba de 4 litros. ¿Cuál es el grado de enrarecimiento al terminar la tercera embolada?

214.—¿Con qué fuerza se mantienen unidos los hemisferios de Magdeburgo de 15 cm. de diámetro, si la presión atmosférica externa es de 710 mm. y se ha extraído del interior el aire hasta una presión de 8 cm. de mercurio?

215.—Cuál es la fuerza ascensional de un globo de 2.000 m. cúbicos de capacidad lleno de hidrógeno a la presión de 740 mm., si el conjunto de envoltura, barquilla, lastre y accesorios pesa 1.200 kilogramos.

216.—¿Cuál es el peso en el vacío de un objeto de volúmen 100 cm.^{3} si en el seno del aire pesa 800 gr?

217.—Qué alturas va alcanzando un aeronauta cuando el barómetro marca: 1) 500 mm. 2) 400, 3) 110 mm.

218.—Las alturas sobre el nivel del mar de Madrid, Soria y Méjico, son 650, 1.058 y 2.260 m. respectivamente. ¿Cuáles son las alturas barométricas medias en estas capitales?

CAPITULO XVII

TERMOLOGIA

TERMOMETRIA Y ECUACION DE GASES PERFECTOS

219.—Expresar en grados Fahrenheit la temperatura centígrada 37°, 7.

220.—La temperatura ordinaria de una habitación es de 60° Fahrenheit. Expresarla es la escala de Celsius o centígrada y en la de Reaumur.

221.—¿Qué temperatura viene expresada en la escala centígrada y en la Fahrenheit por el mismo número?

222.—¿Con qué objeto Fahrenheit que era natural de Danzig (Prusia Oriental) dió al punto de fusión del hielo treinta y dos grados de su escala?

223.—¿Qué símiles tiene la noción de temperatura en otras ramas de la Física?

224.—¿Qué longitud tendrá a 40° un carril de hierro que tiene a O° 9 metros?

225.—Conocido el coeficiente de dilatación lineal del acero, (veáse tablas), una viga de 20 metros ha dilatado hasta 20'00182 metros. ¿Cuál será la temperatura a que se la ha sometido?

226.—Calcular el coeficiente de dilatación de una barra de hierro que calentada a 100° aumenta su longitud 0,0012 m.

227.—¿Qué longitud tendrá a 0° grados una barra de cobre que a 100° tiene 3 metros?

228.—Una placa rectangular de cobre tiene a 0° 30 cm. cuadrados de superficie. ¿Qué área tendrá a 90°?

229.—¿Qué volúmen tendrá a 60° un bloque de hormigón que a 0° tiene 12 metros cúbicos?

230.—Un termómetro a la temperatura de fusión del hielo marca 1° y a la de ebullición del agua 99°. ¿Cuál será la temperatura exacta cuando marque, por ejemplo 25°.

231.—Un carril de hierro tiene a 16° 10,068. metros de longitud. ¿Cuánto tendrá a 50°.

232.—Una esfera de plata tiene 0° 10 cm. cúbicos de volúmen y 100° 10,057 cm. cúbicos. ¿Cuál será el coeficiente de dilatación lineal de la plata?

233.—Con una regla de latón exacta a 0° se ha medido una distancia a 70° y ha resultado ser de 576 mm. ¿Cuál será el valor exacto de esa medida?

234.—Reducir a 0° la lectura de un barómetro, por ejemplo 710 mm. a 32°.

235.—La escala de latón de un barómetro, de mercurio es exacta para 0°. Hecha la lectura a 24° resulta ser de 720 mm. Calcúlese la presión verdadera teniendo en cuenta la dilatación del mercurio y la del latón. (Veáse tablas de coeficientes de dilatación al final).

236.—Calcular el volumen de un gas, que calentado hasta 80° grados, ocupa a 0° un recipiente de 11 litros.

237.—Reducir al volumen normal 15 litros de un gas a 5°. Como el caso anterior, se supone la presión constante de 760 mm.

238.—Calcular el volumen que ocupan 340 litros de aire a 18°, cuando se calientan hasta 60°, siendo la presión constante.

239.—En un cilindro de hierro hay gas a 5 atmósferas de presión: ¿cual será la presión si la temperatura varía desde 0° a 90°?

240.—El volumen de un matraz de vidrio es a 0° 1,825 litros; ¿cual es su volumen a 50°?

241.—¿Cuanto se dilatan 3 ks. de mercurio de 0° a 70°?

242.—Un matraz de vidrio de 2 litros de cabida, está lleno de mercurio y calentado de 0° a 50°, la dilatación aparente vale 90 $cm.^3$ Calcúlese la dilatación absoluta del líquido.

243.—Reducir al volumen normal 22,4 litros de aire atmosférico a 710 mm. y 20°.

244.—Hallar el volumen a 18° y 700 mm. de 26 litros de oxígeno en las condiciones normales.

245.—En un laboratorio se tienen 250 litros de hidrógeno a 22° y 690 mm. de presión. Calcúlese el volumen que ocuparán a 31° y 740 mm.

246.—Un volumen de 11,5 litros de hidrógeno a 27° de temperatura y 720 mm., en las condiciones normales ocupan 12,16 litros. Determínese la presión a que estaba el gas.

247.—A 0° y 760 mm., ocupa un gas el volumen de 5 litros. ¿A qué temperatura ocupará el mismo gas 6,33 litros a una presión de 800 mm,

248.—Cuanto pesan 20 litros de anhidrido carbónico (p. e. =1,52) a 26° y 757 mm. de presión.

249.—¿Qué presión actúa sobre 200 grs. de gas amoniaco contenidos en un cilindro de 10 litros a 25°.

250.—Cuanto pesa el aire de una habitación de 7 x 6 x 4 a 20° y 710 m.

251.—¿Cual es el volumen de una masa de aire, que a 0° es de 365 litros si la temperatura alcanza 273° y la presión se hace dos veces mayor.

252.—A la presión de 680 mm. y temperatura de 0° se han obtenido 18,3 litros de un gas. ¿Qué cantidad de gas saldrá del frasco si este se abre en otro lugar donde la presión es de 720 mm. y la temperatura de 23°.

253.—En un tubo graduado hay sobre mercurio a 27° x 770 mm. recogidos 76 cm.^{3} de oxíheno. Reducir este volumen a las condiciones normales, cuando el mercurio alcanza dentro del tubo 15 cm. de altura sobre el nivel externo. ¿Cuál es su peso?

CAPITULO XVIII

CALORIMETRIA

254.—¿Qué cantidad de calor se necesita para elevar a 70°, 450 gr., que se hallan inicialmente a 47°. Resuélvase el problema para el agua y el hierro.

255.—¿Qué cantidad de calor pierde una esfera de vidrio que pesa 1 kg., cuando pasa de 600° a 20°?

256.—¿Cuántas calorias son necesarias para elevar de 10° a 22°, el aire de una habitación de 7 x 5 x 4 m. (Manteniendo constante la presión a 760 mm.)

257.—Una pared de 12 metros de longitud por 3 de alto y 0,40 de ancho se enfría desde 35° a 14°. (Peso específico 2,6 y calor específico 1/4. ¿Qué cantidad de calorías ha desprendido?

258.—Calcular la temperatura de una mezcla de 8 kgs. de agua a 30° con 5 de agua a 90°.

259.—¿Cuantos kilogramos de agua a 20° se han de mezclar con 35 grs. de agua a 60° para obtener agua a 35°?

260.—Calcular la temperatura de la mezcla de 5 kgs. de mercurio a 20° con 18 kgs. de mercurio a 37°.

261.—Calcular el calor específico del hierro, sabiendo que una masa de 5 kgs. a 74°'5 ha elevado a 20° la temperatura de un depósito de agua que contenía 2 kgs. a 5°.

262.—Calcular la temperatura a que resultarán 20 litros de agua contenidos en un depósito que inicialmente tiene 15°, cuando sumergimos en el una masa de 12 kgs de cobre a 400°. (Veáse tabla de calores específicos).

263.—Determinar el calor específico del mercurio, sabiendo que de la mezcla de 1 kgs. a 334° con un litro de agua a 22° resulta el agua a 34°.

264.—Calcular la temperatura de una mezcla de 16 kgs. de agua a 20° con 40 de hierro a 100°.

265.—Una esfera de metal de 20 gr. y de calor específico 0,094, la ponemos durante largo rato en la llama de un mechero y la dejamos después en un calorímetro que contiene 200 gr. de agua a 15°. La temperatura del agua se ha elevado a 27°. ¿Cuál es la temperatura de la llama?

266.—Cuántas calorías necesitan 160 gr. de oxígeno para elevar su temperatura 50°: a) a presión constante, b) a volúmen constante.

267.—¿Cuántas calorías se necesitan para elevar a 15° la temperatura de una habitación que está a 9° y tiene dimensiones de 8, 6 y 4 m. (Si se mantiene constante la presión atmosférica a 760) y cuantos kgms. de madera se necesitan para obtener esa temperatura.

268.—Cuánto hielo a 0° deben mezclarse con agua 500 gr. a 95° para enfriarlos hasta 0°.

269.—Dos esferas de igual volúmen se calientan hasta 20°. Una es de hierro y la otra de oro. ¿Cuál de las dos absorbe más calor?

270.—En un calorímetro de hielo un trozo de zinc calentado a 110° ha fundido 3 gr. de hielo. ¿Cuánto pesó el trozo de cinc?

271.—Determinar el calor latente de vaporización del agua, sabiendo que el producido por 2 grs. de vapor condensado en un depósito donde hay 60 litros de agua ha elevado la temperatura a 40 grados.

272.—Determinar las temperaturas alcanzadas por 25 gr. de plomo vidrío y alcohol respte, con las calorías producidas por la combustión de 1 kg. de madera si se aprovechara íntegramente?

273.—Calcular la masa de vapor de agua contenida en 50 litros de aire saturado de humedad a 20° 5?

274.—¿Cual es la fuerza elástica del vapor de agua del ejercicio anterior? (Véanse para estos ejercicios las tablas correspondientes al final del texto).

275.—Determinar la elevación de temperatura que experimenta una pieza de plomo de 4 kg. que cae de 11 metros de altura.

276.—Desde que altura debe caer una pieza de plomo de 5 kgs. para que la elevación de temperatura sea de 3°?

277.—Una pieza de plomo cae desde una altura de 1240 metros; ¿qué aumento de temperatura sufre? Fundirá el plomo?

278.—En una estufa de petróleo se ha consumido en un día un litro de combustible; ¿qué cantidad de calor se ha producido?

279.—Si un litro de petróleo cuesta 0,75 pts. y 100 kgs. de carbón 15 pesetas. ¿Con cual de estos combustibles resultará más barata la calefacción?

280.—A cuántos kilogrametros equivalen 250 calorías?

281.—Expresar una caloría en ergios?

282.—¿Cuantos watios equivalen a una caloría?

283.—¿Cuántos kilogramos de hulla deberán quemarse para producir el calor equivalente al trabajo de levantar 427 kg. a un km. de altura?

284.—Un meteorito de 40 toneladas y 110 km. por s. cae en la superficie del sol. ¿Cuántas calorías producirá el choque?

285.—30 litros de aire se dilatan 1) isotermicamente; 2) adiabaticamente, hasta ocupar un volumen de 200 litros. ¿Cuál es el trabajo realizado en cada uno de los casos?

286.—A 14°. Hemos medido con higrómetro químico 6 gr. de vapor agua por 750 litros de aire. A la temporada 12 gr. de vapor saturan 1 m. Determinar grado de saturación.

CAPITULO XIX

ACUSTICA

287.—Se verifica una explosión al nivel del agua. El sonido se oye sobre la superficie del mar a 5 km. de distancia. Se oirá dos veces el ruido de la explosión, una cuando se propaga el sonido por el aire, y otra por el agua. ¿Cuál se oirá el primero, y qué diferencia de tiempo habrá entre los dos sonidos? Se supone la temperatura a 15°.

288.—Determinar la distancia a que se halla una nube tempestuosa cuando median 30 segundos entre el relámpago y el trueno.

289.—Sabiendo que el periodo de un sonido es de 0,001 de segundo, calcular a 16.° su longitud de onda.

290.—¿Determinar la longitud de onda de un sonido que tiene una frecuencia de 14.000 (a 16.°).

291.—¿Cuál es la frecuencia de un sonido cuya longitud de onda es de 3 m?

292.—¿Cuál es la velocidad del sonido si su longitud de onda es de 0,8 m. y su frecuencia 416?

293.—¿Cuál es el periodo de un sonido, cuya longitud de onda es de 0,35 m.?

294.—Sabiendo que el *la* normal tiene 435 vibraciones por segundo, determinar el número de vibraciones de las otras notas de la misma octava.

295—Calcular las longitudes de onda en el aire de las notas del ejercicio anterior.

296.—Cuál es el tono musical de una sirena, que tiene 120 agujeros en la corona móvil y que en 4 segundos realiza 29 giros?

297.—¿Cuantas octavas hay entre los sonidos de frecuencia 282 y 9024?

298.—¿Qué diferencia de vibraciones hay entre el do^3 y el do^{10}?

299.—¿Cual será el sonido fundamental de un tubo de órgano abierto de 0,635 m. de longitud?

300.—Calcúlese la longitud en un tubo abierto de órgano que ha de dar la primera nota de la cuarta octava.

301.—¿Qué número de vibraciones tiene el sonido producido por un tubo cerrado de un metro de longitud?

302.—Cuál es la longitud de onda de sonido fundamental producido por un tubo cerrado de 0,65 m.?

303.—¿Cuál es la longitud de un tubo cerrado que produce un sonido fundamental cuya longitud de onda es de 22 cm?

304.—Explíquese porqué al acercarse una locomotora a la estación el silbido aumenta de tono y al alejarse es cada vez más grave?

305.—Determinar el número de vibraciones de una cuerda tirante que tiene 1 m. de largo, 1 mm. de diámetro y de peso específico 0,9. Llamemos P=8 kgs. el peso que tiene tensa la cuerda y p^e =0,9 el peso específico del metal, *r* el radio y *l* su longitud.

OPTICA

CAPITULO XX

PROPAGACION DE LA LUZ Y FOTOMETRIA

306.—¿Cuanto tiempo tarda la luz en llegar de la Luna a la Tierra? (d=384.000 km.)

307.—¿A cuánto equivale en kilómetros un año de luz?

308.—¿Cuál es la frecuencia de una luz cuya longitud de onda es de 0,397 m.

309.—Con un fotómetro de Rumford al medir la intensidad de un foco luminoso, hemos necesitado colocarle a 90 centímetros de distancia; la bujía patrón está a 20. ¿Cuál es la intensidad luminosa del foco observado?

310.—En un fotómetro de Bunsen o de la mancha de aceite, una lámpara Hefner colocada a 60 cm. y una lámpara eléctrica a 300 cm., hacen desaparecer la mancha. ¿Cuál será la intensidad luminosa de la lámpara eléctrica?

311.—Determinar la iluminación producida: a) por una lámpara eléctrica de 50 bujías situada a 4 m.; b) por un mechero de acetileno de 200 situado a 6 metros.

312.—Una lámpara de petróleo de 15 bujías arde a la altura de 70 cm. sobre la mesa. ¿A que altura se ha de colocar una bombilla electrica de 32, para que produzca una iluminación dos veces mayor que la del aparato de petróleo?

313.—Una lámpara de incandescencia de 50 bujías está situada a una altura de 1.50 m. sobre la mesa. ¿Cuál es la iluminación en un punto que se halla a 0,75 m. del pie de la perpendicular bajada desde la lámpara a la mesa?

314.—¿Cuantas bujías Hefner debe tener un foco luminoso, cuando a 5 m. de distancia produce 16 bujías-metro de iluminación?

CAPITULO XXI

REFLEXION Y ESPEJOS

315.—Determinar el número de imágenes que se forman en dos espejos planos que forman un ángulo de 60°.

316.—Calcular el ángulo que han de formar dos espejos planos para que formen 21 imágenes?

317.—En un dispositivo óptico para la lectura de desviaciones, el espejo se halla a tres metros de la escala. Se quiere saber, a un giro de 5° del espejo, qué desviación de la imagen en la escala se obtiene.

318.—En un espejo esférico cóncavo, la imagen de un objeto situado a 3 de distancia se obtiene invertida y real a 6 m. Determínese la distancia focal.

319.—La distancia focal de un espejo esférico cóncavo es de 60 cm. y la imágen real e invertida se forma a 35 cm. Determinar la distancia a que se halla el objeto.

320.—De un hombre de 1,70 de altura un espejo esférico cóncavo, dá una imagen de 60 cm. de altura a 50 cm. ¿A qué distancia se halla el hombre del espejo?

321.—Conocidas la distancia de objeto e imagen al espejo en el ejercicio anterior, determinar el radio de curvatura del espejo.

322.—Conocidas las distancias del objeto y la imagen al foco de un espejo esférico cóncavo, que son respectivamente 50 cm. y 18 cm., determinar la distancia focal.

323.—¿Si el objeto pasa de una distancia 50 m. a 20 m. de un espejo de radio r=80 cm., qué variación se produce en la distancia de la imagen al espejo?

324.—Determinar el tamaño de la imagen, de un objeto situado a 30 cm. de distancia y de altura 10 cm., obtenida con un espejo esférico cóncavo de distancia focal 11 cm.?

325.—¿Qué magnitud tiene el diámetro de la imágen del Sol, con un espejo esférico cóncavo de 8 m. de distancia focal?

CAPITULO XXII

REFRACCION DE LA LUZ.-PRISMAS

326.—Un rayo de luz, al pasar del aire al agua, forma con la normal sucesivamente los ángulos 10°, 30°, 45° y 60°. Calcúlense los correspondientes ángulos de refracción.

327.—Calcúlense los ángulos de refracción correspondientes, como en el caso del problema anterior, cuando los rayos de luz pasan del aire al vidrio. (Véase tablas de índices de refracción.)

328.—¿Para qué ángulo ocurre la reflexión total, cuando pasa la luz del diamante al aire?

329.—Determinar el ángulo límite de la luz, cuando pasa de la glicerina al aire, (n=1,47).

330.—Conocido el ángulo límite del cristal, determinar su índice de refracción con respecto al aire? (l=36°10)

331.—Cómo se explica el espejismo de los desiertos africanos, teniendo en cuenta la refracción?

332.—Conocida la velocidad de la luz en el diamante v=120.000 kilómetros y el índice de refracción del diamante y del cristal, determinar la velocidad de la luz en el cristal.

333.—¿Porqué al mirar oblicuamente el fondo de un estanque lleno de agua, parece que está más alto de lo que está en realidad?

334.—Determinar la desviación paralela experimentada por un rayo de luz que atraviesa una lámina de caras paralelas, de espesor de 15 cm. e índice de refracción n=1, 5, siendo el ángulo de incidencia a=30°.

335.—Conocidos el ángulo a=30° que forma la luz al atravesar un prisma (n=1,5) y el ángulo de éste w=60°, determinar la desviación.

336.—Calcular el ángulo refrigente de un prisma de vidrio, cuyos ángulos del rayo luminoso de entrada y salida en el prisma son a=45° c=60°?

337.—¿Cuánto vale la mínima desviación para un prisma de vidrio, cuyo ángulo refringente vale 60°?

338.—¿Calcular el índice de refracción del vidrio de un prisma, que para un ángulo refringente 60°, presenta una mínima desviación de 30°?

339.—Cuál sera el ángulo refringente de un prisma de vidrio, $n=1,5$ que presenta una mínima desviación 3.°?

340.—¿Cuál es el ángulo de la desviación mínima de un prisma de cristal de un ángulo refringente 3.°, para la luz amarilla. (Véase tablas de índices de refracción.)

341.—¿Cuál es la dispersión de un prisma de cristal de ángulo refringente=2°?

342.—¿Qué magnitud tiene el ángulo refringente de un prisma, cuyo índice de refracción es=1,5, si un rayo de luz incide perpendicularmente a la cara de entrada y sale rasante a la cara de salida?

343.—¿Cuál es el índice de refracción de una substencia de un prisma que tiene de ángulo refringente 30°, cuando el rayo incidente llega formando ángulo recto con la cara de entrada y el emergente forma un ángulo $c=44°$?

344.—¿Cual es el mínimo de desviación de un prisma, cuyo ángulo refringente vale 60° y su índice de refracción es 3/2?

CAPITULO XXIII

LENTES Y APARATOS OPTICOS

345.—Cuál es el índice de refracción de una lente biconvexa, simétrica, de radios $r=40$ cm, si de un objeto situado a 1,6 dá una imágen a 0,45 metros.

346.—La distancia del objeto y su imágen a una lente biconvexa de vidrio son respectivamente 2 metros y 0,75. ¿Cuál será la distancia focal?

347.—Siendo la distancia focal 0,50 m., y la distancia del objeto a la lente es 1,5. ¿A qué distancia de la lente se halla la imágen?

348.—En una lente biconvexa, las distancias de un objeto y su imágen a los focos son respectivamente 80 y 70 cm. ¿Cuánto vale la distancia focal?

349.—De un objeto situado a 135 cm., y de tamaño 35., con una lente biconvexa se obtiene una imagen real e invertida situada a 60. ¿Cuál es el tamaño de la imagen?

350.—¿Cuál es la distancia focal de una lente convergente, de vidrio, siendo los radios de curvatura $r_1 = 40$, y $r_2 = 50$ cm.?

351.—Conocida la distancia focal $f = 50$ de una lente convergente y los radios de curvatura de las superficies que limitan la lente $r_1 = 35$, y, $r_2 = 44$ centímetros, determínese el índice de refracción de la sustancia que forma la lente.

352.—Calcular la distancia focal del sistema óptico formado por dos lentes convergentes yuxtapuestas $f_1 = 50$ y $f_2 = 60$ cm.

353.—Calcular la distancia focal del sistema óptico del ejercicio anterior, cuando separa a las lentes una distancia d=20 cm

354.—¿Qué distancia focal tendrá una esfera de cristal de diez centímetros de diámetro?

355.—¿Qué tamaño relativo tiene la imagen de un objeto que se halla a 100 m. y tiene 10 cm. de tamaño, con una lente convergente que tiene un metro de distancia focal?

356.—¿A qué distancia de una lente convergente se ha de poner un objeto, para que la imagen sea doble, si la distancia focal de la lente es de 50 cm?

357.—Qué aumento produce una lente convergente funcionando como lupa si tiene de distancia focal 4 cm. a) para un ojo normal (visión distinta a 25 cm.), b) para un ojo miope (visión distinta a 12 cm.)

358.—La distancia focal del objeto de un microscopio compuesto es 4 mm., la del ocular 80 mm. ¿Cuál debe ser la distancia entre las dos lentes, para un observador de vista normal (visión distinta=240 mm.)?

ELECTRICIDAD

CAPITULO XXIV

MAGNETISMO Y ELECTROSTATICA

459.—¿Cuántas unidades magnéticas debe tener un polo que sobre la unidad de polo situado a un centímetro de distancia produce una fuerza de un gramo?

360.—¿Cuál es la distancia entre dos masas magnéticas m_1 y m_2 de 10^3 y 10^5 unidades absolutas respectivamente, si la acción entre ellas es de 15 gramos?

361.—¿Dos polos magnéticos se hallan enfrente y a una distancia de 12 cm., sus masas magnéticas se hallan en la proporción 1/3, ¿en qué punto de la recta que los une serán sus acciones iguales?

362.—Cuál es la fuerza repulsiva que se origina entre dos cuerpos iguales que distan 100 cm. y cada uno de los cuales contiene $e=0,01$ culombios?

363.—Calcular la carga de una esfera que está situada a 0,06 m. de otra cuya carga es de 60 unidades, y que se repelen con una fuerza de 100 dynas?

364.—¿Qué carga necesitará una esfera de 25 centímetros de diámetro para que su intensidad superficial sea 6 U. E. por centímetro cuadrado

365.—Las cargas de dos esferillas están en la relación de 4/9, y sus radios de 2/3. ¿En qué relación estarán sus densidades eléctricas?

366.—¿Con qué fuerza actúa un culombio a un kilómetro de distancia? Dése el resultado en dynas.

367.—¿Cómo varía la fuerza repulsiva de una esfera electrizada, cuando su carga se hace dos veces mayor y la distancia dos veces menor?

368.—Una esfera tiene una carga de 300 E. U.; a tres metros de distancia se halla una segunda con una carga de 4 U. E. ¿Qué trabajo se realiza cuando la segunda se aproxima un metro a la primera?

369.—En dos puntos de campo eléctrico terrestre hay respecto de la Tierra los potenciales $V_1 = 250$ voltios, y, $V_2 = 45$. Determinar el trabajo realizado cuando una carga $Q = 24, 10^9$ U. E., se desplaza desde el punto de mayor potencial al otro.

370.—¿Cuántos voltios de potencial tiene una esfera de $r = 0,50$ m. cuando tiene una carga $Q = 10^{-6}$ culombios?

371.—¿Calcular el radio de una esfera cuya capacidad es de 1 micofraradio?

372.—¿Cuál es la energía de un conductor que con la carga de un culombio tiene el potencial de un voltio? Expresar el resultado en ergios y en kilogrametros.

373.—¿Calcular el potencial de un conductor que con una energía de 84,5 julios tiene la capacidad de 1 microfaradio?

374.—Calcular la velocidad que debería tener un proyectil de 5 kgs. para que su energía resulte igual a la de un conductor de 3 x 10^6 faradios, capacidad con potencial de 2.000 voltios.

375.—Calcular la capacidad de un condensador plano formado por dos hojas de estaño 20 x 10 cm. con un grosor de vidrio de 3 mm. Poder específico del vidrio 6.

CAPITULO XXV

CORRIENTE ELECTRICA, LEY DE OHM. PILAS

376.—¿Qué intensidad tendrá la corriente entre dos puntos de una línea de 3 ohmios de resistencia si se hallan a una diferencia de potencial de 125 voltios?

377.—Cual será la caída de tensión en una línea de energía eléctrica, si por ella circulan 8 amperios con una resistencia de 0,3 ohmios?

378.—¿Cuánto vale la resistencia del conductor al que una corriente de 200 amperios produce una caída de tensión de 15 voltios?

379.—Entre los polos de una dínamo de corriente continua existe una diferencia de potencial de 250 voltios, hasta el punto de consumo la línea que conduce 120 amperios presenta una resistencia de 0,3 ohmios. ¿Cual será la tensión de los aparatos, en el punto de consumo?

380.—¿Cuál será la resistencia de un conductor de cobre cuya longitud es de 2 km. y su sección de 5 mm^2? (Véase tabla de resistividades)

381.—Calcular la resistividad o resistencia específica de un conductor que tiene 20 ohmios de resistencia, de longitud 1000 m. sección 5 mm^2.

382.—Calcular la resistencia de un hilo de cobre de 325 m. de longitud y 3 mm. de diámetro.

383.—¿Cuál es la tensión necesaria para producir una corriente de 22 amperios a través de un hilo de cobre de 5 mm. de diámetro y 500 m. de longitud?

384.—Entre una dínamo y un electro-motor, accionado por aquella, existe una distancia de 400 metros y las dos máquinas se hallan unidas por hilo de cobre de 4 mm^2, la dínamo trabaja a 220 voltios y la corriente es de 10 amperios. ¿A qué tensión trabaja el motor?

385.—Una batería en serie de 8 elementos de fuerza electromotriz 1,4 voltios cada uno y 0,3 ohmios de resistencia interior, está opuesta a otra de 5 elementos en serie de f. e. m. 1,2 voltios y 0,3 ohmios de resistencia interior cada uno. ¿Cuál será la intensidad de la corriente?

386.—La diferencia de potencial entre los polos de una batería es de 40 voltios. Si cerramos el circuito se establece una corriente de 5 amperios y la diferencia de potencial entre los polos de la batería baja a 30 voltios. Calcular la resistencia del hilo y de la batería.

387.—Determinar la resistencia interior de una pila cuya f. e. m. es en círculo abierto de 1,8 voltios, sabiendo que si se cierra el circuito con un hilo de 20 ohmios de resistencia la f .e. m. baja a 1,5 voltios.

388.—Enlazados en serie 8 elementos (f. e. m. 1, 1), con una resistencia interior de 0,3 ohmios y aplicados sobre un círculo exterior producen una corriente de 1,7 amperios. ¿Cuál es el valor de la resistencia del círculo exterior?

389.—¿Cuántos elementos de 1,1 voltios y 0,3 ohmios deben enlazarse en serie para que produzcan sobre una resistencia exterior de 3 ohmios una corriente de intensidad 1 amperios?

390.—Entre dos puntos de una línea eléctrica se establecen dos conductores de resistencias $r_1 = 0,14$ y $r_2 = 0,40$ ohmios. ¿Cual es la resistencia del conductor equivalente entre esos dos puntos?

391.—Una corriente de 16 Amperios se bifurca entre dos puntos, a través de las resistencias $r_1 = 0,5$ ohmios y $r_2 = 0,3$. Calcular las intensidades de las corrientes derivadas y la caida de tensión entre los puntos de la bifurcación.

392.—Un amperímetro tiene, de resistencia interior 1 ohmios y se le ha colocado un shunt de 999 ohmios. Si el amperímetro marca 0,05, deducir la intensidad de la corriente principal.

393.—Para no deteriorar un galvanómetro, que tiene de resistencia interior 84 ohmios, se necesita ponerle un shunt o derivación que solo permite pasar por el aparato 1/1000 de la corriente que se ha de medir. ¿Cuánto vale la resistencia del shunt?

394.—Entre los dos polos de una batería de acumuladores de 6 voltios, se han intercalado 5 derivaciones iguales, de resistencia 0,5 ohmios cada uno. Calcular la resistencia del conductor equivalente y la corriente total.

CAPITULO XXVI

ENERGIA ELECTRICA Y ELECTOLISIS

395. —Cual es la energía de una corriente eléctrica de 12 amperios con la f. e. m. de 250 voltios?

396.—¿Cual será la energía consumida en un conductor eléctrico de 200 ohmios, si por él pasa una corriente de 1/2 amperio?

397.—Una lámpara eléctrica presenta la resistencia de 230 ohmios y está construida para la tensión de 125 voltios. ¿Cuantos kilovatios hora consume en un mes si luce 3 horas diarias? ¿Cuánto es el gasto en pesetas si el kilovatio hora cuesta 1 peseta?

398.—Qué cantidad de calor desarrolla la lámpara del ejemplo anterior durante una hora?

399.—A través de una espiral de manganina cuya resistencia es de 18 ohmios se hace circular una corriente de 3,16 amperios. Después de sumergir la espiral en el agua de un calorímetro de hierro, cuyo peso es de 250 gramos, se hace circular la corriente durante 160 minutos. Siendo el agua del calorímetro 1.000 gramos, se desea saber cuanto ha aumentado su temperatura?

400.—Cómo se puede investigar la polaridad de dos reóforos haciendo uso de la electrolisis del agua acidulada?

401.—¿Cuánta plata y cuánto cobre precipitará por electrolisis una corriente de 10 amperios que circula sin cesar durante un día?

402.—¿Cuántos amperios tiene una corriente que en 24 horas deposita 180 gramos de plata en una cuba de electrolisis?

403.—Qué tiempo tendrá que circular una corriente de 12 amperios para depositar 60 gramos de cobre.

404.—Qué intensidad deberá poseer una corriente para en una hora producir 2 litros de oxígeno en las condiciones normales, con el voltámetro de Hoffman?

PARTE SEGUNDA

SOLUCIONES

CAPITULO I

MEDIDA DE LONGITUDES

1.°.—Para dividir los dos trozos de cartulina en las partes iguales que se indica, debe hacerse uso del procedimiento indicado en Geometría para dividir un segmento en partes proporcionales.

2.°.—La construcción se hace como el caso anterior. La ventaja de estos nonius consiste en que las divisiones de la reglilla son mayores que en los ordinarios, y por lo tanto permiten apreciar fracciones muy pequeñas.

3.°.—Se aprecian en este nonius 1/60 de división de la regla.

4.°.—Las divisiones de la reglilla han de estar en forma que 1000 de ellas se correspondan exactamente con 999 de la escala.

5.°.—Aplicando la fórmula $\frac{n-m}{n}$ se ve que apreciará, 1/30 de grado o sea 2 minutos.

6.°.—59 divisiones de la regla grande están divididas en 60 partes iguales en la reglilla.

7.°.—Aplíquese la fórmula del área del círculo:

$$s = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \times 9}{4} = 7{,}068 \text{ mm}^2$$

8.°.—Por una propiedad bien conocida de la Geometría sabemos que:

$$2r = \frac{AD^2 + BD^2}{2\ BD}$$

representando AD la distancia entre el pie D del tornillo y uno de los tres pies o sea 25 mm. BD la diferencia de lecturas del tornillo cuando está en contacto con el soporte y cuando toca sobre la superficie curva de la lente:

$$2r = \frac{25^2 + 6^2}{2 \times 6} = \frac{625 + 36}{12} = \frac{661}{12} = 55 \text{ m m.}$$

MECANICA

CAPITULO II

1) MOVIMIENTO UNIFORME

9.°.—14 minutos y 17 segundos.

10.—15, 4 m/s.

11.—27, 7 m/s.

12.—6 nudos aproximadamente.

13.—8 días y 8 horas.

14,—a) 30.240 m. b) 108 km. c) 67,20 m.

15.—a) 770 millas marinas. b) 1.333.440 metros. c) 12° aproximadamente.

16.—a) 230.400 m.

17.—El proyectil ha recorrido un espacio de 2760 metros.

18.—Un punto de la periferia de la polea ha recorrido 316.512 metros.

19.—La velocidad lineal de la saeta que cuenta minutos es de 2,09 mm. aproximadamente. De esta se deduce inmediatamente la velocidad angular.

20.—a) 13,8. b) 340 a 16°. c) 1,33 m/s. d) 8 m/s e) 4,76 m/s.

21—9 horas 15 minutos.

22.—5 segundos.

23.—$t = \frac{2.000.000}{89} = 22471$ segundos.

$t =$ 6 horas 14 minutos.

24.—Espacio recorrido en un minuto:

$e = 2\pi r . 31 = 2 \times 3.1415 \times 2{,}15 \times 31$

$e =$ 418.75 metros.

y el tiempo buscado será: $x = 2{,}9$ segundos.

25.—Espacio recorrido en los 12 segundos: 383 metros.

CAPITULO III

MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

26.—El espacio recorrido es de 100 metros.

27.—54 kilómetros por hora aproximadamente.

28.—Ha recorrido 66 metros.

29.—La velocidad final es de 25 m/s.

30.—Hay que aplicar la fórmula general de la resolución de ecuaciones de segundo grado con una incógnita t. Entonces resultan, hechas las operaciones, $t=16{,}6$ segundos aproximadamente.

31.—El tiempo es de 57 segundos.

32.—La velocidad alcanzada es de 77 m/s aproximadamente.

33.—La locomotora debe tener una aceleración de 1,15 m/s.

34.—Tiene que recorrer el automóvil un espacio de 186,7 kilómetros aproximadamente.

35.—La aceleración resulta de 160.000 m/s.

36.—En el primer segundo la locomotora ha recorrido 10 cm. y en el décimo 190 cm.

37.—El tren ha recorrido en las condiciones indicadas 208 metros.

38.—El tiempo que tarda en recorrer ese espacio es de 3,6 segundos.

39.- El móvil tiene que recorrer un espacio de 49.000 metros.

CAPITULO IV

CAIDA DE LOS CUERPOS

40.—No habrá llegado al suelo al cabo de los tres segundos, porque le faltarán todavía 55,8 metros aproximadamente.

41.—La piedra tarda 4,5 aproximadamente segundos en llegar al suelo.

42.—Una velociddad de 76 metros por segundo.

43.—Tardará el proyectil 71 segundos en alcanzar la máxima altura, y esta será de 24.900 metros.

44.—Ha caído la pieza de plomo desde una altura de 102,2 metros.

45.—Este problema es conocido con el nombre de problema del pozo, y, se resuelve teniendo en cuenta que el tiempo T es igual a la suma de los tiempos que invierte la piedra primero, en caer al pozo, más el tiempo que tarda el sonido en llegar desde el fondo del pozo al oído del observador;

$$t_1{}^2 = \frac{2h}{g} \quad t_2{}^2 = \frac{h}{333} \quad T = t_1 + t_2$$

Haciendo operaciones se obtiene una ecuación de 2.° grado con respecto a la profundidad, y estas es sabido tienen dos raíces y la profundidad del pozo sólo puede ser una, por tanto hay que descartar una de las soluciones. En el caso que presentamos, una de las raíces vale 25827 metros lo cual no es posible pues no existe ningún pozo de esas dimensiones, en cambio la otra es de 106,56 metros aproximadamente, el cual es valor aceptable como solución del problema.

46.—La resistencia del aire equivale a una velocidad en sentido contrario de 233,8 metros por segundo.

47.—Existe entre los dos puntos una diferencia de alturas de 954,3 metros.

48.—El tiempo que tarda en caer la primera piedra es de 5,05 segundos aproximadamente, y la altura desde que ha caído es de 121,54 metros.

CAPITULO V

FUERZA, MASA Y PESO DE LOS CUERPOS

49.—Por las definiciones de las unidades, se deduce que, un milígramo es igual a 0,981 dynas.

50.—Un gramo de peso es igual a un gramo de masa $\times$ 981 cm = 981 dynas, luego un kilogramo es igual a 981.000 dynas. Ahora multiplicando por 25 tendremos que 25 kilogramos equivalen a dynas 24.525.000.

51.—Pesará 32,5 gramos más en París que en Madrid.

52.—Tiene 50,8 unidades técnicas de masa, que se representan por las letras U. T.

53.—Pesa 3.000 kilogramos, supuesto para el humus el peso específico = 1'5.

54.—El bloque pesa 5.928 kilogramos.

55.—Pesa el cable de cobre 5733 kilogramos.

56.—La pieza de platino pesa 435,0 kgs. más que el de cinc.

57.—a) Las tenazas tienen un volúmen de 285 centímetros cúbicos. b) Los 100 kilogramos de aceite de oliva ocupan un volúmen de 108,7 cm^3 c) 25 kilogramos de mercurio tienen un volúmen de 1'84 dm^3 d) 200 kilogramos de madera de pino ocupan un volúmen de 100 dm^3. (Damos a esa madera un peso específico de 0,5.)

58.—El aire de la habitación pesa 155 kgs.

59.—La aceleracíón del proyectil es de 272.000 metros por segundo y la fuerza expansiva de los gases es de 316 kilogramos.

60.—La aceleración del cuerpo es de 9810 metros por segundo.

CAPITULO VI

COMPOSICION DE VECTORES: VELOCIDADES, ACELERACIONES, FUERZAS, ETC.

61.—La velocidad resultante forma con la mayor un ángulo $a = 35°$.

62.—El ciclista tiene una velocidad de 42,5 kilómetros por hora y el viento en dirección contraria otra de 7,5 kilómetros por hora.

63.—El pasajero lleva con respecto a la costa una velocidad de 13 metros por segundo.

64.—La fuerza resultante es de 3 kilogramos y actua en el sentido del segundo grupo.

65.—El punto de aplicación de la resultante está a 47 centímetros de la fuerza mayor; la carreta tendrá un momento de giro hacia el lado de la fuerza menor.

66.—La resultante que es igual a la diferencia de las dos fuerzas componentes, está situada del lado de la fuerza mayor a 10 metros de distancia del punto de aplicación de ésta, y por consiguiente a 12 metros de la menor.

67.—En este caso basta aplicar el teorema de Pitágoras y se tiene que la resultante

$$R = \sqrt{F^2 + F'^2}$$

68.—A este ejercicio le podíamos aplicar la fórmula general para la composición de fuerzas concurrentes, pero es mejor aprovechar la circunstancia de que el paralelógramo en este caso es un rombo, y por tanto sus diagonales son iguales y perpendiculares entre sí, por lo tanto tendremos:

$$\frac{1}{2} R = P \cos 22^\circ\, 30'$$

$$R = 60 \times 0'9239$$

De donde $R = 55{,}4$ kilogramos.

69.—La fórmula general nos dará en este caso

$$R = \sqrt{50^2 + 70^2 + 2{,}50.70.0{,}5} = 104 \text{ kgs.}$$

70.—Como las tres fuerzas son iguales y concurrentes en un punto, los ángulos de las componentes con la resultante serán de 60 grados y por tanto entre sí de 120°.

71.—La tensión en cada cable es igual a la resultante y valdrá = 254 kgs.

72.—La resultante de este sistema es:

$R = \sqrt{10^2 + 30^2 + 10 . 30\,0{,}5} = 36{,}6$ kgs. en la figura puede verse que aplicando la proporcionalidad entre lados y seno de los ángulos opuestos se determina el ángulo de esta primera resultante con la fuerza, que es de 46°30'. Aplicando la fórmula general se obtiene finalmente $R = 56$ aproximadamente.

73.—El peso debe estar suspendido a 0,90 m. del obrero que soporta 70 kgs. de peso, y por tanto a 2,10 del que vá delante.

74.—La fuerza en la dirección del eje del barco es de 47,00 kgs.

CAPITULO VII

FUERZA CENTRIFUGA Y GRAVEDAD

Consideración preliminar

Para resolver estos problemas lo más conveniente es acostumbrarse a expresar los datos en unidades C. G. S. De esta manera se evitan equivocaciones. Una de las causas más frecuentes de error en los cálculos, para los principiantes, consiste en el olvido de que, cuando un cuerpo tiene su peso expresado en kilos, para obtener las unidades técnicas de masa, según se deduce de la fórmula fundamental de la Dinámica, hay que dividir el número que expresa los kilos-fuerza por 9,81.

Muchos problemas interesantes de equilibrio y de composición de fuerza se derivan de fuerza centrífuga y recomendamos resolver los problemas siguientes, porque ayudarán eficazmente a fijar el concepto de esta fuerza y sus aplicaciones en la Mecánica.

75.—En dynas 57.624.000 y dividiendo por 981.000 en kilos 58,7 aproxte.

76.—413 kgs.

77.—La fuerza centrífuga en el Ecuador a causa de la rotación de la Tierra es de 235270 dynas aproxte. y por tanto de 2,40 gramos, que es lo que disminuye de peso el hombre del polo, transportado al Ecuador.

78.—Hay una disminución de peso de 81 kgs.

79.—Deberá llevar una velocidad de 25,2 km. hora.

80.—En este problema se trata de una composición de fuerzas: la centrífuga que actúa en dirección horizontal y la fuerza de la gravedad que actúa según la vertical. Hay que conseguir que la resultante de estas dos fuerzas pase por la base de sustentación, y para ello el motorista debe tomar una inclinación, que en este caso resulta ser $\alpha=69°20'$.

81.—La velocidad, se obtiene aplicando la fórmula de la fuerza centrífuga y luego la composición de ésta con la gravedad:

$$F_1 = \frac{mv^2}{r}, \quad F_2 = mg.$$

$$\frac{\frac{v_2}{r}}{g} = tg\alpha = 2{,}65, \; v = 20{,}6$$

82.—La fórmula de la fuerza centrífuga debida a una velocidad angular nos permite calcular el resultado, que es $x = 85$ vueltas por minuto.

83.—La fuerza centrífuga vale aproximadamente 3170 kgs., y la carretera tendrá un peralte de 50°20'.

84.—Hallada la fuerza centrífuga, aplicando la composición de fuerzas, peso y la anterior, determinaremos el ángulo que forma la resultante y la vertical que ha de ser igual al que formen la superficie horizontal con el plano de los railes.

Así tenemos que $F = 435$ kgs. y $\alpha = 3°$ (ángulo que forma el peso con la resultante de éste y la fuerza centrífuga.)

El carril exterior estará 6,75 cm. mas elevado que el interior.

85.—La fórmula de la fuerza centrífuga conocida la velocidad angular nos permite hallar la disminución de peso de 1 kg. situado en la superficie lunar $F = 2,7$ gr.

86.—Se atraen con la fuerza de 5,2 dynas o sea aproximadamente gramos 0,005 gr.

CAPITULO VIII

TRABAJO Y FUERZA VIVA

87.—Trabajo = 1.800 kgms.

88.—El obrero ha realizado 4.500 kgms. equivalentes a 600 H. P., y a 441,60 kilovatios.

89.—El trabajo desarrollado durante las seis horas es de 4.250 H. P. y la potencia 1/5 de H. P. aproximadamente.

90.—La central eléctrica tiene una potencia de 600 kws. que equivale a 812 H. P.

91.—El trabajo es 140 kgms. y la potencia 46,6 kilogramos.

92.—20 kgms. = $196,2 . 10^7$ ergios. 1 julio = $9,81 . 10^7$ ergios. 1 watio. = 1 julio por segundo. 1 kilogramo. =9,81 julios. 1 H. P. = 9,81. 75 julios. = 736 julios. = 736 watios por segundo.

93.—Hay que expresar el trabajo que efectúa el proyectil para vencer la resistencia de la coraza. $T = 1.575$ kgms.

94.—El trabajo efectuado por el niño es 15.000 kgms. y la potencia 8,3 kgms.

95.—Trabajo 43.300 kgms. Potencia W. = 47 kilogramos.

96.—El trabajo en este caso tiene signo negativo y es igual a 2.457 kgms.

97.—La piedra al llegar al suelo tiene una energía cinética de 266 kgms.

98.—V = 121 m/s.

99.—La masa del proyectil es 1,5 kgms.

100.—El camión tiene una fuerza viva de 31.900 kilogramos.

101.—La fuerza viva de la riada es de 16.500 kilogramos.

102.—En este ejercicio conviene fijarse en que los kilos de aire habrá que dividirlos por 9,81 para tener unidades técnicas de masa en la fórmula general:

$$T = \frac{1}{2} m v^2$$

103.—Es necesario realizar un trabajo de 86.000 kgms. aproximadamente.

104.—Se calcula el trabajo que puede realizar el proyectil en virtud de su fuerza viva.

$$T = \frac{1}{2} m v^2$$

y luego el trabajo que se necesita desarrollar para atravesar la coraza. Como el trabajo del proyectil es 113.000 kgms. y del de la coraza 167.000 kgms. resulta que ésta no será horadada.

105.—Según la fórmula del rozamiento f = F. N. resultará que el coeficiente de rozamiento N = 0,22.

106.—Coeficiente de rozamiento sobre los carriles N = 0,01.

107.—Las caballerías desarrollarán una fuerza de 60 kgms.

108.—Se necesita una fuerza de 75 kgs.

109.—El obrero desarrolla una fuerza de 40 kilogramos.

CAPITULO IX

MAQUINAS SIMPLES

110.—Habrá que aplicar en el otro extremo una fuerza de 0,5 kgms.

111.—Sobre el émbolo actuará una fuerza de 56,5 kilogramos.

112.—La longitud del brazo de palanca que acciona el émbolo es 0,105 m.

113.—La fuerza necesaria en este caso es = 4,8 kilogramos.

114.—La ecuación que resuelve el problema es la siguiente:

$$h\,P = q\,Q + 200\,(30 - x)$$

Donde la incógnita x representa la distancia a que se halla el punto de apoyo de ~~la~~ fuerza más pequeña.

115.—Si se quiere un peso exacto debe tomarse la raíz cuadrada de las dos pesadas, pero cuando estos valores son casi iguales puede tomarse sin gran error la media aritmética de los dos valores hallados con la balanza:

$$\frac{1,00 + 1,30}{2} = \frac{2,30}{2} = 1,15$$

116.—En la ecuación de equilibrio de la palanca

$$pP = qQ$$

sustituiremos valores y tendremos:

$$0,01 \times 50 = 1 \text{ kgs.} \times q.$$

de donde:

$$q = 0,01 \times 50 = 0,50 \; m.$$

117.—Este problema da lugar a un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, que son los pesos que lleve cada obrero. Llamémosles x e y, tendremos:

$$\begin{cases} x + y = P \\ x a = y b \end{cases}$$

de donde:

$$x = \frac{1,5 \times 100}{2,5} = \frac{150}{2,5} = 60 \text{ kgs.}$$

$$y = \frac{1 \times 100}{2,5} = \frac{100}{2,5} = 40 \text{ kgs.}$$

118.—Conocido el volúmen de la viga

$$V = 10\ m \times 0{,}0375\ m^2 = 0{,}375\ m^3$$

se calcula el peso

$$P = 0{,}375 \times 0{,}7 = 262{,}5 \text{ kgs},$$

y si se llaman A y B a los extremos, se puede calcular por la ley de la palanca, la presión en uno de ellos. Por ejemplo B:

$$x \times 10 = 262{,}5 \times 5 + 2 \times 400 + 3 \times 500$$

$$x = 361{,}2 \text{ kgs}.$$

La presión A será:

$$\begin{array}{r} 262{,}5 \\ 400 \\ 500 \\ \hline 1162{,}5 \text{ kgs.} \\ -361{,}0 \\ \hline 801{,}5 \text{ kgs.} \end{array}$$

119.—Establezcamos la ley de equilibrio. Sea x la distancia que se busca:

$$32 \text{ kgs.} \times 5 = 20 \times 0{,}5\ x$$

haciendo operaciones:

$$x = \frac{150}{5} = 30 \text{ centímetros.}$$

120.—Llamando x a la distancia del pozal que pesa 12 kgs:

$$20 \text{ kgs.} + (15 - x)\ 1{,}20 = 12 + 1{,}20\ x$$

y haciendo operaciones:

$$x = \frac{26}{2{,}40} = 10{,}8 \text{ metros.}$$

121.—La ley de la polea móvil nos dice que:

$$R = \frac{1}{2} Q$$

Sustituyendo valores

$$R = \frac{225}{2} = 112{,}5 \text{ kilogramos.}$$

122.—En este caso $\alpha = 45°$, y se puede escribir:

$$P \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{Q}{2}$$

de donde

$$P = \frac{Q}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{225}{2 \times 0{,}9239} =$$

$$P = 121{,}5 \text{ aproximadamente.}$$

123.—La misma fórmula del caso anterior nos dice:

$$P = = \frac{Q}{2 \cos 60°}$$

$$Q = 200 \times 2 \times 0{,}5 = 200 \text{ kgs.}$$

124.—Determinado el volúmen:

$V = 400 \times 50 \times 60 = 120.000 \text{ cm}^3 = 120 \text{ dm}^3$
se halla el peso

$$p = v \times d = 12 \times 3{,}2 = 38{,}4 \text{ kgs.}$$

de donde la potencia P será

$$P = \frac{p}{8} = \frac{384}{8} = 4{,}8 \text{ kilogramos.}$$

125.—Sí podría emplearse esa cuerda, porque

$$20\ mm^2 \times 7 = 140 \text{ kgs.}$$

y la tensión en cada cuerda en el moton del problema anterior es de 48 kilogramos.

126.—Teniendo en cuenta la reducción que se obtiene en las poleas móviles sucesivas tendremos:

$$P = \frac{Q + n\,q}{2^n}$$

127.—Apliquemos la fórmula del ejercicio anterior

$$P = \frac{170 \text{ kgs.} + 30}{2^3} = \frac{200}{8} = 25 \text{ kilogramos.}$$

128.—La ley de equilibrio del torno nos dará:

$$Q = 107 \text{ kilogramos.}$$

129.—Por la misma relación del torno se puede calcular la manivela

$$R = 80 \text{ centímetros.}$$

130.—Las fuerzas de potencia y resistencia están en razón inversa de los radios y se tiene:

$$\frac{P}{Q} = \frac{0{,}09}{R} \quad » \quad \frac{1}{6} = \frac{0{,}09}{R}$$

de donde $R = 54$ cm.

131.—En este caso también aplicamos la misma fórmula

$$\frac{P}{Q} = \frac{r}{R}$$

$$\frac{P}{1000} = \frac{1}{8} \qquad P = \frac{1000}{8} = 125 \text{ kgs.}$$

132.—La fórmula del plano inclinado adecuada es la siguiente:

$$P \times b = R \times h$$

donde P y R son potencia y resistencia b y h la base y altura del plano inclinado. Sustituyendo los valores tendremos:

$$P \times 3 = 400 \times 1{,}30$$

de donde

$$P = 173 \text{ kgs.}$$

133.—Si llamamos α el ángulo del plano tendremos:

$$P = Q \operatorname{sen} \alpha$$

de donde

$$P = 400 \times \operatorname{sen} \alpha$$

y también

$$\frac{h}{b} = tg\ \alpha = \frac{1{,}30}{3} = 0{,}43$$

por lo tanto

$$\alpha = 23° \ 20'$$

y finalmente

$$P = 400 \times 0{,}3961 = 158 \text{ kgs.}$$

134.—Se sabe que la componente normal al plano viene dada por la fórmula

$$N = Q \times \cos \alpha$$
$$=400 \times 0.9182=367{,}28 \text{ kgs.}$$

135.—En este caso

$$P = Q \operatorname{sen} \alpha$$

y sustituyendo valores

$$P = 80 \times \operatorname{sen} 30^\circ = 80 \times 0{,}5=40 \text{ kgs.}$$

136.—La fórmula anterior nos dá

$$P = Q \operatorname{sen} \alpha$$

ó sea

$$15 = 50 \operatorname{sen} \alpha$$

y

$$sen\, \alpha = \frac{15}{50} = 0{,}30$$
$$\alpha = 17^\circ\, 30'$$

137.—Sean P y Q las fuerzas de potencia y resistencia, entonces:

$$P = Q \times \operatorname{sen} \alpha$$

de donde

$$45 = 80 \times \operatorname{sen} \alpha$$

y

$$\operatorname{sen} \alpha = \frac{45}{80} = 0{,}56 \qquad \alpha=30^\circ\, 10'$$
$$b = l \cos \alpha$$

siendo b la base y l la longitud del plano

$$725 = l \times \cos 34^\circ\, 10' = l \times 0{,}8274$$
$$l = \frac{728}{0{,}8274} = 877 \text{ metros}$$

y después

$$h = b\, tg\, \alpha = 725 \times 0{,}6787$$
$$h = 490 \text{ metros}$$

138.—Para elevar el objeto sobre el plano no sólo hay que equilibrar la resistencia, sino vencer el rozamiento, por tanto la fuerza paralela al plan será

$$Z = P + R$$

donde

$$P = Q \text{ sen } \alpha \qquad R = f \times N \qquad N = Q \cos \alpha$$

f es el coeficiente de rozamiento.

Siendo h y b la altura y base del plano tendremos

$$\frac{h}{b} = tg\ \alpha \qquad \frac{3}{4} = 0{,}75$$

$$\alpha = 36° \ 50'$$

Sustituyendo valores en las fórmulas de P, N y R

$$P = 504 \text{ kgs}$$

$$N = 830 \times 0{,}804 = 670 \text{ kgs}$$

$$R = 0{,}08 \times 674 = 53{,}92 \text{ kgs}$$

Finalmente

$$Z = P + R$$

$$= 504 + 53{,}92 = 557{,}92 \text{ kgs.}$$

139.—También se aplica en este problema la fórmula anterior. Sean Z la fuerza que se busca,

P y R, la potencia y el rozamiento N la fuerza normal al plano. Tendremos

$$Z = P + R \qquad f.N = \frac{1}{40} N = R$$

$$P = Q \operatorname{sen} \alpha \qquad N = Q \cos \alpha$$

$$P = Q \operatorname{sen} \alpha + \frac{1}{40} Q \cos \alpha$$

sustituyendo valores

$$Z = 3.000 \times 0,0523 + \frac{1}{40} 3.000 \times 0,9986$$

y haciendo operaciones

$$Z = 906,6 \text{ Kgms.}$$

140.—Demos a las letras los mismos valores del ejercicio anterior. Tendremos

$$Z = P + R \qquad N = Q. \cos \alpha$$

$$\frac{P}{N} = \frac{h}{b}$$

sustituyendo valores

$$Z = \frac{h}{b} N + f.N = 0,02 \times 200 + 0,015.200$$

Finalmente

$$Z = 4,00 + 3,00 = 7.000 \text{ Kgms.}$$

141.—La ley de equilibrio en estos aparatos, siendo m y n los radios de las poleas es:

$$\frac{P}{Q} = \frac{n - m}{2n} \qquad \text{en este caso} = \frac{1}{32}$$

142.—Las fórmulas del plano inclinado nos dán en este caso:

$$P = Q \, sen \, \alpha$$
$$P = 890 \times 0{,}05 = 44{,}50 \text{ Kgms.}$$

y la ley del torno dará el valor de P' fuerza de potencia que debe aplicarse en él:

$$\frac{P'}{P} = \frac{r}{r'} = \frac{1}{10} \qquad P' = \frac{1}{10} \, 44{,}50 = 4{,}45 \text{ Kgms.}$$

143.—La ley de equilibrio en la cuña resuelve este ejercicio:

$$\frac{P}{Q} = \frac{b}{l} \qquad P = Q \, \frac{b}{l}$$

y sustituyendo valores

$$P = 90 \, \frac{5}{25} = 18{,}0 \text{ Kgms.}$$

144.—Consideramos el tornillo como una máquina compuesta de torno y plano inclinado. En tal caso se formulan las leyes de las dos máquinas simples y se multiplica miembro a miembro.

Con las notaciones usuales tendremos:

Ley del torno

$$P \times r = Q' \times r'$$

Ahora se expresa que el trabajo del torno ha de ser igual al efectuado en el plano inclinado:

$$Q' \times 2 \pi \, r' = Q \times h$$

donde h es la altura del plano o sea el aro de rosca la resistencia que en él se vence. Multiplicando miembro a miembro se obtiene:

$$P \times r \times Q' \times 2 \pi r' \times Q \times h$$

y simplificando

$$P \times 2 \pi r = Q \times h$$

esta fórmula expresa la ley del torniilo. Dejamos al lector su enunciación.

145.—La fórmula anterior nos permite hallar Q. Sustituyendo valores:

$$1 \times 2 \pi = Q \times 0{,}01$$

$$\frac{6{,}28}{0{,}01} = Q = 628 \text{ Kgms.}$$

146.—La ley del tornillo nos dará:

$$P \times 2 \pi r = Q \times h$$

y con los valores del enunciado

$$12 \times 30 \times 3{,}14 = Q \times 6$$

finalmente

$$\frac{12 \times 30, \times 3{,}14}{6} = Q = 1884$$

147.—En los motores de n poleas se tiene:

$$P = \frac{Q}{n}$$

y teniendo en cuenta el rendimiento

$$\frac{P}{P'} = \frac{\frac{Q}{n}}{P'}$$

Sustituyendo valores $P' = \frac{50}{0,90} = 55,5$ kgs

148.—Apliquemos la fórmula del rendimiento

$$p = \frac{8}{x} \qquad 0,95 = \frac{8}{x} \qquad x = 8,4\ H\,P. = 6,2 \text{ kws}$$

149.—Determinar el rendimiento. Hay que conocer la relación entre las fuerzas:

$$x = \frac{1134}{6} = 189 \qquad P' = \frac{189}{x} = 200$$

$$P = \frac{189}{200} = 94,5\ \%$$

CAPITULO X

CHOQUE

150.—Apliquemos las fórmulas de la velocidad:

$$\frac{m_1\,c_1 + m_2\,c_2}{m_1 + m_2} = \frac{6 \times 2 + 8 \times 5}{14} = \frac{52}{14}$$

$$u = 3,7 \text{ metros por segundo.}$$

151.—Caso particular de la fórmula anterior, cuando $c_2 = o$.

$$u = \frac{9 \times 22}{15} = \frac{198}{15} = 13,1 \text{ metros por segundo.}$$

152.—La misma formula general del choque de cuerpos inelásticos, citada en los ejemplos anteriores, permite la solución del problema

$$16 = \frac{20\,x + 66}{x + 6}$$

$$16\,x + 96 = 20\,x + 66$$

$$16\,x - 20\,x = 66 - 96 \qquad x = 7{,}5 \text{ kilogramos.}$$

153.—Hay que tener en cuenta el signo menos para determinar el valor de

$$u = \frac{10 \times 12 - 60\,m_2}{10 + m_2}$$

haciendo operaciones

$$m_2 = \frac{60}{66} = 0{,}9 \text{ kilogramos.}$$

154.—La pérdida de energía cinética nos dice que

$$\Delta = \frac{m_1\,m_2\,(c_2 - c_1\,.)}{2\,(\,m_1 + m_2\,)}$$

y sustituyendo valores

$$25 = \frac{3.\,8\ (c_2 - c_1\,.)}{2 \times 11}$$

finalmente

$$c_2 - c_1 = \sqrt{22{,}8} = 4{,}77 \text{ metros por segundo.}$$

155.—La fórmula de las velocidades, en el choque de cuerpos elásticos, dará:

$$v_1 = \frac{2\,m_2\,c_2 + (m_1 - m_2)\,c_1}{m_2 + m_2}$$

$$v_2 = \frac{2 \times 3 \times 5 + (2-3)\,4}{5} = \frac{26}{5} = 5{,}2 \text{ m/s.}$$

$$v_1 = \frac{2 \times 3 \times 4 + (3 - 25}{5} = \frac{21}{5} = 4{,}2 \text{ m/s.}$$

156.—En la fórmula general anterior podemos despejar m_1:

$$v_1 = \frac{2 \times 12 \times 16 + (m_1 - 12)\,80}{m_1 + 12}$$

$$20\,(m_1 + 12) = 384 + (m_1 - 12)\,80$$

y resolviendo esta ecuación

$$m_1 = \frac{816}{60} = 13{,}6 \text{ kilogramos.}$$

CAPITULO XI

MOVIMIENTO DE LOS PROYECTILES

157.—Con las notaciones usuales tendremos:

$$x = \frac{1}{2}\,gt^2 \qquad\qquad y = \sqrt{2\,\frac{c^2}{g}\,x}$$

haciendo operaciones:

$$x = 78{,}6\ m \qquad y = 1000 \text{ aproximadamente.}$$

158.—La misma fórmula 2.ª del problema anterior nos da la solución

$$y^2 = 2\,\frac{500^2}{9{,}80} \times 304$$

$$y = 3920$$

159.—En función de ángulo de tiro se tiene ω (c = velocidad inicial):

$$x = c\,t \cos \alpha \quad t = \frac{x}{c \cos \alpha}$$

$$y = ct \operatorname{sen} \alpha - \frac{g}{2} c\, t^2$$

$$c \operatorname{sen} \alpha \; \frac{c \operatorname{cen} \alpha}{g} \; - \; \frac{g}{2} \; \frac{c^2 \operatorname{sen}^2 \alpha}{g^2} \; =$$

$$y = \frac{c^2 \operatorname{sen}^2 \alpha}{2\,g} = \frac{40^2 \operatorname{sen}^2 30}{19{,}62} = \frac{1600 \times 0{,}5^2}{19{,}62}$$

$$y = \frac{400}{19{,}60} = 20{,}3 \text{ m}$$

finalmente la ecuación de 2.° grado siguiente nos dará el valor de
t:

$$\frac{g}{2} t^2 - c \operatorname{sen} \alpha\, t + y = 0$$

$$t = \frac{+ c \operatorname{sen} \alpha + \sqrt{c^2 \operatorname{sen}^2 \alpha - 4 \frac{g\,y}{2}}}{g}$$

$$t = \frac{20 + \sqrt{400 - 19{,}62 \times 20{,}3}}{9{,}81} = 2{,}3 \text{ sg.}$$

$$x = ct \cos \alpha = 92 \times 0{,}5 = 79{,}80 \text{ m.}$$

160.—Las fórmulas adecuadas se estudian en el movimiento de los proyectiles y nos dan para la altura máxima x y para el tiempo correspondiente las siguientes ecuaciones:

$$x = \frac{C^2 \operatorname{sen} 2\alpha}{2g} \qquad T = \frac{C \operatorname{sen} \alpha}{g}$$

de donde

$$x = \frac{500^2 \times 1}{19,62} = \frac{250.000}{19.62} = 12.700 \text{ metros}$$

$$T = \frac{500 \times 0,7071}{9,81} = 36 \text{ segundos.}$$

161.—Las velocidades horizontales v_x y la vertical v_y se expresan:

$$v_x = c \cos \alpha$$

$$v_y = c \operatorname{sen} \alpha - g\,t$$

$$x = c\,t \cos \alpha$$

$$c\,t \operatorname{sen} \alpha = \frac{g\,t^2}{2}$$

$$tg\,\alpha = \frac{\frac{g}{2}}{x}\,t^2$$

$$tg\,\alpha = \frac{\frac{g}{2}\;x^2}{c^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g\,x}{2\,c^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\operatorname{sen} \alpha \cos \alpha = \frac{\operatorname{sen} 2\alpha}{2} = \frac{g\,x}{2\,c^2}$$

$$\operatorname{sen} 2\alpha = \frac{g\,x}{c^2} = \frac{9,81 \times 5000}{360.000}$$

$$\operatorname{sen} 2\alpha = \frac{49,05}{360} \qquad 2\alpha = 7^\circ\,50'$$

$$\alpha = 3^\circ\,55'$$

162.—$X = 390 \quad Y = 370$

Las condiciones del enunciado dán:

$$t = \frac{c \operatorname{sen} \alpha}{g}$$

$$X = c\, t \cos \alpha = \frac{2\, c^2 \operatorname{sen} 2\alpha}{2\, g}$$

$$Y = c\, t \operatorname{sen} \alpha - \frac{g}{2} t^2 = c^2 \operatorname{sen}^2 \alpha \left(\frac{1}{g} - \frac{1}{2\, g}\right)$$

haciendo reducciones

$$Y = \frac{c^2 \operatorname{sen}^2 \alpha}{2\, g}$$

dividiendo Y por X

$$\frac{Y}{X} = \frac{\dfrac{c^2 \operatorname{sen}^2 \alpha}{2\, g}}{\dfrac{2\, c^2 \operatorname{sen} 2\alpha}{2\, g}} = \frac{\operatorname{sen} \alpha \operatorname{sen} \alpha}{2 \operatorname{sen} 2\alpha} = \frac{\operatorname{sen} \alpha}{4 \cos \alpha}$$

$$tg\, \alpha = \frac{4\, Y}{X} = \frac{4 \times 370}{390} = \frac{1480}{390} = 3{,}780$$

$$\alpha = 75^\circ\, 10'$$

y por fin

$$C^2 = \frac{G\, X}{\operatorname{sen} 2\alpha} = 7740 \qquad C = 88 \text{ m/s aproxte.}$$

163.—La amplitud del tiro es, siendo v la velocidad inicial y a el ángulo de inclinación:

$$x = \frac{2\, v^2 \cos \alpha \operatorname{sen} \alpha}{g}$$

Gellu

y la altura: $$y = \frac{v^2 \ sen^2 \ \alpha}{g}$$

igualando estos valores:

$$\frac{2 \, v^2 \cos \alpha \ sen \ \alpha}{g} = \frac{v^2 \ sen^2 \ \alpha}{g}$$

simplificando y haciendo operaciones

$$tg \ \alpha = 4 \qquad \alpha = 76^\circ \text{ proxte.}$$

164.—La fórmula que hemos deducido para la tangente del ángulo de inclinación α y la de la velocidad inicial son las adecuadas en este ejercicio:

$$tg \ \alpha = \frac{4 \, Y}{X} \qquad c^2 = \frac{g \, X}{sen \ 2 \ \alpha}$$

sustituyendo valores

$$tg \ \alpha = \frac{4 \times 1000}{5000} = 0{,}8 \qquad \alpha = 38^\circ \, 40'$$

$$c^2 = \frac{9{,}81 \times 5000}{sen \ 77^\circ \, 20'} = \frac{49.200}{0{,}9751} = 50200$$

$$c = \sqrt{50200} = 2\,2\,4 \text{ m/s.}$$

CAPITULO XII

MOVIMIENTO PENDULAR

165.—

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 3{,}14 \sqrt{\frac{139}{9{,}81}} = 3{,}14 \times$$

$$\sqrt{14{,}1} = 11.7 \text{ segundos}$$

$$n = \frac{60}{t} = \frac{60}{11{,}7} = 5.1 \text{ oscilaciones por minuto}$$

166.—Aplicamos también la fórmula del semiperiodo.

$$1 = 3{,}14 \sqrt{\frac{l}{9{,}81}}$$

haciendo operaciones

$$l = 0{,}994 \text{ metros.}$$

167.—Con la longitud del péndulo que en París bate segundos y la del de Jamaica se puede establecer esta proporción:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{g_1}{g_2}$$

de donde $g_1 = 9{,}81 \dfrac{991}{994} = 9.78$ metros.

168.—

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 3{,}14 \sqrt{\frac{1{,}09}{9{,}80}} =$$

$$3{,}14 \sqrt{0{,}111} = 1{,}0456$$

$$n = \frac{60}{t} = \frac{60}{3{,}14} \sqrt{\frac{9{,}80}{1{,}09}}$$

tomando logaritmos

$$\log n = \log 60 + \frac{1}{2} (\log 9{,}80 - \log 1{,}09)$$
$$- \log 3{,}14$$

$$= 1{,}7782 + \frac{1}{2}(0{,}9912 - 0{,}0374) - 0{,}4969$$

$$= \frac{0{,}9538}{2} = 0{,}4769$$

$$\log n = 1{,}7782 + 4769 - 4969 = 1{,}7582$$

$$n = 57{,}3 \text{ oscilaciones por minuto}$$

y $57{,}3 \times 60 \times 24 = 82\,512$ oscilaciones por día.

169.—Despejaremos g en la fórmula del periodo

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \qquad g = \pi^2 \frac{l}{t^2}$$

y por tanto

$$g = 3{,}14^2 \frac{20}{4{,}46''^2}$$

tomando logaritmos

$$\log g = 2 \log 3{,}14 + \log 20 - 2 \log 4{,}46$$

$$\log g = 0{,}9962$$

$$g = 9{,}91 \text{ metros/segundo}$$

170.— $\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \quad \frac{1}{t_2} = \sqrt{\frac{l_1}{1}} \quad \frac{1}{t_2{}^2} = \frac{l_1}{1}$

$$l_1 = 992 \; m\,m$$

171.—Escribiremos que las raíces cuadradas de las aceleraciones de la gravedad en los lugares considerados son proporcionales al número de oscilaciones

$$\frac{\sqrt{g_1}}{\sqrt{g}} = \frac{n_1}{n} = \frac{86320}{86400}$$

$$g_1 = 9,80 \frac{86320^2}{86400^2}$$

y tomando logaritmos

$$log\ g_1 = log\ 9.80 + 2\ log\ 86320 - 2\ log\ 86400$$

$$log\ g_1 = 0,9902$$

$$g_1 = 97,8\ m$$

172.—Las oscilaciones $\underline{n_1}$ y $\underline{n_2}$ serán:

$$n_1 = \frac{60}{\pi}\sqrt{\frac{g}{l_1}} \qquad n_2 = \frac{60}{\pi}\sqrt{\frac{g}{l_2}}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sqrt{l_2}}{\sqrt{l_1}} \quad \frac{n_1{}^2}{n_2{}^2} = \frac{l_2}{l_1} \quad \frac{l_2}{l_1} = \frac{136^2}{130^2}$$

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{18496}{16900} = 1,094$$

CAPITULO XIII

HIDROSTATICA

173.—5 kg./cm² equivalen a la presión de una columna de agua de 50 metros de altura.—63 metros de alcohol. Y de mercurio:

$$1\ kg./cm.^2 = 0,01\ dm.^2 \times x \times 13,6$$

de donde $\frac{1 \text{ kg.}}{0,136} = 0,736$ metros

y por fin

$$5 \times 0,736 = 3,680 \text{ metros de mercurio}$$

174.

$$8.000 \times 1,02 \times 0,01 = 800 \times 1,02 = 816 \text{ kg/cm.}^2$$

$$\frac{8.000}{10,33} = 775 \text{ atmósferas aproximadamente}$$

175.

$$15.000 \text{ kg./m.}^2 = \frac{15.000 \text{ kg.}}{100 \text{ dm}^2} = 1,5 \text{ kg/cm}^2 = 1,5 \text{ atmósferas/cm.}^2$$

176. $0,00005 \times 816 = 0'04080$

$$\begin{array}{r} 100000 \\ 40,80 \\ \hline 959,2 \text{ cm.}^3 \end{array}$$

luego un litro quedará reducido 959,2 cm.^{3}

177.—25 atmósferas técnicas = 25.000 milibares

178.—Según el principio de Pascal:

$$\frac{25^2}{280^2} = \frac{x}{10.000} \qquad \frac{625}{78400} = \frac{x}{10.000}$$

de donde

$$x = \frac{6250000}{78400} = \frac{62500}{784} = 8 \text{ kgs.}$$

179. $\frac{2}{180} = \frac{12}{x}$ $\qquad x = 1080$ kgs.

Si podrá aplastar la pieza de madera de pino, porqué en 2 cm.³ ofrecerá una resistencia de 900 kgs. y el esfuerzo sobre la prensa es de 1.080.

180.—En los vasos comunicantes se tiene:

$$\frac{20}{25} = \frac{x}{1} \qquad x = 0,80$$

181.—Sabemos que

10,33 metros de agua = 1 atmósfera de presión.
12 » » = 1,16 atmósfera/cm.²

El esfuerzo total será

$$1,16 \text{ kgs.} \times 10.000 = 11600 \text{ kgs. por } m^2$$

182.—La altura del agua es

$$h_a = 500 \text{ gr.} = \frac{500 \text{ cm}^3}{6} = 83 \text{ cm.}$$

y la del mercurio

$$h_m = \frac{83}{13,6} = 6,1 \text{ cm.}$$

CAPITULO XIV

PRINCIPIO DE ARQUIMEDES Y SUS APLICACIONES

183.—Volúmen del madero y peso

$$15 \times 25 \times 6 = 2250 \text{ centimetros cúbicos.}$$
$$2250 \times 0,5 = 1125 \text{ gramos.}$$

Podrá soportar la diferencia entre estos dos valores o sea otro tanto como es su peso 1125 gramos.

184.—Sean v_1 y v_2 los volúmenes de la parte flotante y la sumergida del objeto

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1{,}00 - 9'99}{0{,}99} = \frac{0{,}01}{0{,}99} = \frac{1}{99}$$

185.—Determinemos el volúmen:

$$0{,}06 \times 0'40 \times 2 = 0'048\ m^3 = 48\ dm^3$$
$$48\ dm^3 \times 0{,}75 = 36 \text{ kilogramos.}$$

(0,75 es el peso específico de la madera de haya). la parte sumergida será 36 decímetros cúbicos.

186.—Dividiremos el peso del cubo por 144 que es la sección en centímetros cuadrados de su base y tendremos la altura de la parte sumergida

$$\frac{200}{144} = 1{,}38 \text{ centímetros.}$$

187.=Desaloja el objeto 5 decímetros cúbicos en el agua, y en el alcohol

$$5 \text{ kgs.} = x \times 0{,}8 \qquad x = \frac{5}{0{,}8} = 6{,}25\ dm^3$$

188.—Tienen de volúmen los dos kilos

$$v_c = \frac{h}{8{,}9} = \frac{1}{8{,}9} = 0{,}112.$$

$$v_f = \frac{h}{7{,}5} = \frac{1}{7{,}5} = 0{,}130.$$

y sus pesos en el agua

$$\frac{8,9-1}{8,9}=\frac{7,9}{8,9}=0,886 \text{ kilogramos.}$$

$$\frac{7,5-1}{7,5}=\frac{6,5}{7,5}=0,866 \text{ kilogramos.}$$

189.—Por el principio de Arquímedes

$$p-p=p-\frac{p}{e}=p\,\frac{e-1}{e}$$

$$160=\frac{p(e-1)}{e}=160\times 2,3=p\,(2.3-1)=p\times 1,3.$$

$$\frac{368}{1,3}=283 \text{ kilogramos.}$$

190.—Llamando x e y las cantidades de cobre y corcho, s y s' los pesos específicos

$$\frac{x}{y}=\frac{s\,(1-s')}{s'\,(s-1)}=\frac{9\,(1-0,24)}{0,24\,(9-1)}=3,6.$$

por tanto tiene que haber 3,60 veces más cobre que corcho.

191.—Sean v_1 y v_2 los volúmenes de las partes flotante y sumergida del iceberg

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{E-e}{e} \qquad \frac{e}{E}=\frac{9}{10} \qquad e=\frac{9}{10}\,E$$

$$\frac{E-\frac{9}{10}\,E}{\frac{9}{10}\,E}=\frac{1-\frac{9}{10}}{\frac{9}{10}}=\frac{1-0,9}{0,9}=\frac{0,1}{0,9}=\frac{1}{9}$$

192.—Sean v_1 y v_2 los volúmenes flotante y sumergido. Tendremos

$$P = V \times e$$
$$V = v_1 + v_2$$

y el empuje del agua

$$h_1 = v_2$$

ha de ser igual al peso total P

$$V \times e = v_2$$

sustituyendo valores

$$60 \times e = 40 \qquad e = \frac{40}{60} = 0{,}66$$

193.—La diferencia entre los dos pesos será el volumen desalojado

$$P - p_1 = 5.000 - 4230 = 770 \text{ cm}^3$$

$$5 = 0{,}770 \times e \qquad e = \frac{5}{0{,}770}\ 6{,}5$$

194.—

$$p_e = \frac{46{,}5}{45{,}15} = 1{,}12$$

195.—Peso del metal en el picnómetro:

$$45{,}82 - 45{,}15 = 0{,}67 \text{ gr.}$$

volumen del metal

$$0{,}78 - 0{,}67 = 0{,}11 \text{ cm}^3$$

y peso específico del mismo

$$x = \frac{0{,}78}{0{,}11} = 7$$

196.—Plantearemos dos ecuaciones que nos resolverán el problema

$$V = v_1 + v_2$$

$$P = v_1\ e_1 + v_2\ e_2$$

resolviendo este sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas v_1 y v_2 volúmenes de oro y cobre que integran el volumen total de la corona tendremos

$$v_2 = \frac{P - V e_1}{e_2 - e_1} \qquad v_1 = V - v_2 = V - \frac{P - V\ e_1}{e_2 - e_1}$$

multiplicando v_1 y v_2 por los pesos específicos del oro y cobre tendremos los pesos de oro y cobre que había en la corona.

197.—Las ecuaciones del sistema anterior aplicadas a estos valores numéricos resuelven el problema:

$$v_2 = \frac{5-0,7 \times 8,9}{7,3-7,8} = \frac{-\ 0,34}{-\ 1,6} = 0,212$$

el peso del estaño

$$p_2 = 0,21 \times 8,9 = 1,89 \text{ kgs.}$$

y el de cobre

$$p_1 = 5 - 1,89 = 3,11 \text{ kgs}$$

CAPITULO XV

HIDRODINAMICA

198.—Expresemos la velocidad en metros por segundo

$$v = \frac{4000}{3600} = \frac{40}{36} = 1{,}11 \text{ m/s}$$

el gasto

$$Q = s \times v = 1{,}25 \times 1{,}11 = 1{,}390 \text{ m}_3 =$$
$$1390 \text{ litros / segundo}$$

199.—La potencia será:

$$W = 15 \times 15.000 = 225.000 \text{ kgm.}$$

ahora bien 1 kgm = 9,81 watios

$$W = 225.000 \times 9{,}81 = 2.210.000 \text{ watios}$$

y también

$$W = \frac{2.210.000}{736} = 3.000 \text{ H P aproxte.}$$

200.—2.000 litros × 5 = 10.000 kgm.

$$\frac{10.000}{75} = 131 \text{ HP} \quad \text{rendimiento} = \frac{106{,}8}{131} = 0{,}8$$

201.—La fórmula de Torricelli nos dará la velocidad

$$v = \sqrt{2\,g\,h} = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 30} = 26{,}6 \text{ m/s}$$

202. —Despejemos la altura h en la fórmula anterior

$$h = \frac{v^2}{2\,g} = \frac{225}{19{,}62} = 11{,}4 \text{ metros}$$

203. —También se puede aplicar la fórmula de Torricelli, teniendo en cuenta que 3 kgs/cm² equivalen aproximadamente a una altura de agua de 30 m. Por eso a los 10 m. de agua agregaremos 30.

$$v = \sqrt{2\,g\,h} = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 40} = 28 \text{ m/s}$$

204. —La atmósfera equivale también a 10 metros de agua

$$v = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 34} = 25{,}82 \text{ m/s}$$

CAPITULO XVI

AEROMECANICA

205.

Presión atmosférica normal $= 1.033$ kg/cm²
» » técnica $= 1$ kg/cm²
1 baria $= 1$ dyna/cm²
Presión atmosférica $= 1.012.000$ baria/cm²
» » $= 1.012$ milibares

206. —Porqué una atmósfera equivale a 10.033 metros de agua y no es posible aunque el vacío fuera completo en el cuerpo de bomba, obtener mayor elevación de agua en la tubería que la correspondiente a una atmósfera de presión.

207.—Reduzcamos la superficie terrestre expresada en km² a cm², tendremos

$$510 \times 10^6 \text{ kms}^2 = 510 \times 10^{16} \text{ cm}^2$$
$$1 \text{ kg.} \times 510 \times 10^{16} = 510 \times 10^{16} \text{ kgs.}$$
$$= 510 \times 10^{13} \text{ toneladas}$$

208.—Aplicamos la ley de Boyle.

$$v\,p = v'\,p'$$

$$p' = \frac{1500 \times 68}{25} = 4070 \text{ m m} = \frac{407}{76} = 5{,}3 \text{ atmf}^{as}$$

209. $1{,}293 \times 730 = x \times 760$

$$x = 1{,}245 \text{ kgs.}$$

210.— $v' = \dfrac{250 \times 67}{76} = 221$ litros

211.—La proporcionalidad entre presiones y pesos específicos resuelve el problema

$$\frac{p}{p'} = \frac{1{,}293}{x} \qquad x = 1{,}293 \times 6 = 7{,}758$$

7,758 kgs. pesará el m³ de aire en esas condiciones.

212.— Sean R el volumen del recipiente y S el del cuerpo de bomba la fórmula del compresor, será

$$p_n = p_o + n\,\frac{R}{S}$$

para que $p_n = 3\,p_o$ es necesario que

$$n\,\frac{R}{S} = 2\,p_o$$

o sea en las condiciones normales

$$n \frac{200}{50} = 2 \times 1{,}293$$

y $$n = 10{,}344 \text{ emboladas.}$$

213.—La fórmula del enrarecimiento y dice:

$$y = \frac{V}{V + v} = \frac{5}{9} = \frac{125}{729} = 0{,}171$$

214.—La diferencia entre las presiones externa e interna, multiplicada por la sección y por 2, nos dará la solución

$$\frac{\pi d^2}{4} \times 63 = 9550{,}8$$

$$9550{,}8 \times 2 = \frac{18101{,}6}{760} = 125 \text{ Atmósferas}$$

215.—Volumen del hidrógeno a 760:

$$v = 2000 \times \frac{740}{760} = 1948 \text{ m}^3$$

Peso:

$$p = v\,e = 1948 \times 0{,}09 = 175 \text{ kgs.}$$

Peso del hidrógeno, más envoltura, barquilla y lastre:

$$P = 175 + 1200 = 1375 \text{ kgs.}$$

Peso del mismo volumen de aire:

$$P_1 = v \times e = 1948 \times 1{,}293 = 2500 \text{ kgs.}$$

Fuerza ascensional:

$$F = P_1 - P = 2500 - 1375 = 1125 \text{ kgs.}$$

216.—Apliquemos el principio de Arquímedes a los gases:

$$p - p_1 = 280 \text{ gramos}$$

el empuje del aíre p_1 será:

$$p_1 = v_1 \times 0{,}000001293 = 100 \times 0{,}00000\ 1293 = 0{,}000\ 1293 \text{ gr.}$$

y el peso en el vacío p:

$$p = 280 + 0{,}0001293 \text{ gr.} = 280{,}0001293 \text{ gr.}$$

217.—La fórmula barométrica nos dá:

$$H = 18432 (\log b_h - \log b_{h1})$$

$$= 18432 (\log 760 - \log 500) = 18432 \times 0{,}1818$$

$$= 3352 \text{ metros}$$

Para la presión de 400 m m

$$H = 18432 (\log. 760 - \log. 400) = 5136$$

Para 110 m m

$$H = 18432 (\log. 760 - \log. 110) = 15480 \text{ metros}$$

218.—En Madrid

$$H = 18447 (\log. 760 - \log. h_1)$$

$$h_1 = 701 \text{ m m}$$

En Soria

$$\log. h_1 = \frac{18447 \times 28808 - 1058}{18447} = 2{,}8350$$

$$h_1 = 684 \text{ m m}$$

En Méjico

$$h_1 = 573 \text{ m m}$$

TERMOLOGIA

CAPITULO XVII

TERMOMETRIA

219.=La fórmula de transformación de grados Fahrenheit en centígrados nos dá:

$$F = \frac{9}{5} C^{o} + 32 = \frac{9}{5}\, 37^{o}\, 7 + 32 = 100^{o} \text{ Fahrenheit}$$

220.—En centígrada:

$$C = \frac{5}{9}\,(F - 32) = \frac{5}{9}\, 28 = \frac{140}{9} = 15^{o}5 \text{ C}$$

En Reaumur:

$$\frac{r}{f} = \frac{80}{180} = \frac{8}{18} = \frac{4}{9}$$

$$r = \frac{4}{9} f = \frac{4}{9}\, 28 = 12^{o},\, 4\, R$$

221.-La ecuación de primer grado en x siguiente resuelve el problema

$$x = \frac{5}{9}\,(x - 32) \qquad x - \frac{5}{9}\, x = \frac{-5}{9}\, 32$$

y haciendo operaciones

$$x = \frac{-160}{4} = -40^{o}$$

222.—Para que todas las temperaturas registradas fuesen positivas en su país natal.

223.—Con la diferencia de nivel en hidrostática y con la diferencia de potencial en todos los casos que exista un campo de fuerza sea éste gravitatorio, magnético o eléctrico.

COEFICIENTES DE DILATACION

224.—El binomio de dilatación en este caso es:

$$l_t = l_o (1 + 0{,}00011 \times 40) = 9 \times 1{,}00044 = 9{,}00396$$

225.—Si despejamos t en la fórmula de la dilatación, tendremos:

$$t = \frac{20{,}00182 - 20.000}{0{,}00011} = 165^o{,}5$$

226.—El coeficiente de dilatación vendrá dado:

$$\alpha = \frac{l_t - l_o}{t} = 0{,}000012$$

227.—Dividiendo la longitud a 100° por el binomio de dilatación:

$$L_o = \frac{L_t}{1 + \alpha} = \frac{3}{1{,}0018} = 2{,}994 \text{ metros}$$

228.—Siendo K el coeficiente de dilatación lineal, al cabo de t grados, la placa tiene una superficie

$$l^2 (1 + Kt)^2 = l^2 + 2\, l^2\, Kt$$

y tomando valores:

$$30 \text{ dm}^2 + 30 \text{ dm}^2 \times 2\, Kt = 30{,}0972 \text{ dm}^2$$

229.—Sea V el coeficiente de dilatación cúbica:

$$V_{60^\circ} = V_o\ (1 + Vt) = V_o\ (1 + 3\alpha t)$$

siendo α el coef. de dilat. lineal

$$V_{60^\circ} = 12{,}0021060\ m^3$$

230.—Una proporción directa nos dá la solución;

$$\frac{24^\circ}{98^\circ} = \frac{x}{100^\circ} \qquad x = 24^\circ, 5$$

231.=En este caso se tiene:

$$l_t = l_{t'}\ [\,1 + \alpha\,(t - t')\,] =$$

$$= 10{,}068\ (1 + 0{,}000011 \times 34) = 10{,}0333 \text{ metros}$$

232.—En la dilación cúbica:

$$v_t = v_o\,(1 + 3\alpha \times 100) = 10\ (1 + 3\alpha \times 100)$$

y haciendo operaciones:

$$\alpha = 0{,}000019$$

233.—Llamando x a la longitud exacta que se mide tendremos

$$x = 575\,(1 + \alpha t) = 575 \times 1{,}0014 = 575{,}8050 \text{ m m.}$$

234.—La fórmula de la presión atmosférica:

$$p_o = p_t\ (1 - \alpha t)$$

$$= 710\ (1 - 0{,}0001815) = 705{,}87 \text{ m m.}$$

235.—La presión verdadera viene dada por la fórmula:

$$p = p' [\, 1 + \alpha' (t - t') \,] (1 + \alpha\, t) =$$

sustituyendo valores:

$$= 720 [\, 1 + \alpha' 32^\circ \,] (1 + 0{,}0001815 \times 32^\circ)$$

$$= 720 (1 + 0{,}0000192 \times 32) \times$$

$$(1 - 0{,}0001815 \times 32) = 720{,}442 \text{ m m.}$$

236.—La ley de Gay-Lussac nos dá:

$$v_t = v_o \ (1 + \alpha\, t) = 11 \left(1 + \frac{1}{273} 80^\circ\right) =$$

$$= \frac{11 \times 353}{273} = 14{,}2 \text{ litros aproxte.}$$

237.—En la misma fórmula anterior despejaremos v_o :

$$v^o = \frac{v_t}{1 + \alpha\, t} = \frac{15 \times 273}{273 + 35} = 13{,}3 \text{ litros}$$

238.—Poniendo en la fórmula anterior en lugar de t la diferencia entre las temperaturas se tiene:

$$v_t = v_{t'} \ (1 + 42\, \alpha) = \frac{340 \times 315}{273} = 392 \text{ litros}$$

239.—Para las presiones rige una igualdad análoga a la de los volúmenes.

$$p_t = p_o \ (1 + \alpha\, t) = \frac{5\,(273 + 80)}{273} = \frac{5 \times 353}{273}$$

$$p_t = 6{,}45 \text{ Atmósferas}$$

240.—La fórmula del volumen se utiliza para este ejercicio sustituyendo el coeficiente de dilatación cúbica del vidrio por tres veces el coeficiente de dilatación lineal:

$$V_{50} = 1{,}825\ (1 + 3 \times 0{,}000009 \times 50^\circ) =$$
$$= 1825{,}0025 \text{ litros}$$

241.—Expresemos el peso en función del volumen y la densidad.

$$3 \text{ kg} = \nu \times d = \nu \times 13{,}6$$

$$\frac{3}{13{,}6} = \nu = 0{,}22 \text{ dm}^3$$

$$\nu_{70} = 0{,}22\ (1 + 3 \times 0{,}0002 \times 70) = 0{,}22924 \text{ litros}$$

242.—En los líquidos la dilatación absoluta es igual a la suma de la aparente y la dilatación del recipiente:

$$\Delta = S + K$$

La dilatación del recipiente K vendrá dada por la fórmula:

$$\nu_t = \nu_o\ (1 + \alpha\, t) = \nu_o\ (1 + 3\,\alpha\, t)$$
$$\nu_t = 2\,l + 2 \times 0{,}000027 \times 50$$

de donde haciendo operaciones:

$$\nu_t = 2{,}002700$$

a dilatación del recipiente será:

$$2{,}0027 - 2 = 0{,}0027 \text{ litros}$$

y la dilatación absoluta del líquido

$$\Delta = 90 \text{ cm}^3 + 2{,}7 \text{ cm}^3 = 92{,}7 \text{ cm}^3$$

243.—La ecuación de los gases perfectos se aplica en este caso:

$$v_0 = \frac{p}{760} \times \frac{273}{T} \times v$$

$$v_0 = \frac{710}{760} \times \frac{273}{293} \times 22,4 = 19,5 \text{ litros}$$

244.—La misma ecuación anterior nos dá:

$$v = v_0 \times \frac{760}{p} \times \frac{T}{273} = 26 \frac{760}{700} \times \frac{291}{273}$$

$$v = 30 \text{ litros}$$

245.—Tenemos la forma adecuada de la ecuación de los gases:

$$\frac{v\ p}{T} = \frac{v'\ p'}{T'} = \frac{250 \times 690}{295} = \frac{v' \times 740}{304}$$

$$v' = \frac{250 \times 690 \times 304}{295 \times 740} = 243 \text{ litros}$$

246.—Resolvamos la ecuación general con respecto a la presión:

$$p = \frac{v_0\, p_0 \times T}{273 \times v} = \frac{12,16 \times 760 \times 300}{273 \times 14,5} = 694 \text{ mm}$$

247.—Despejaremos T en la ecuación de los gases

$$T = \frac{v\ p}{v_0\ p_0}\ 273 = \frac{6,33 \times 800}{5 \times 760}\ 273 =$$

$$= \frac{5064,00 \times 273}{5 \times 760} = 363 \quad t = 363 - 273 = 90^\circ\ C$$

248.—Reducción al volumen normal:

$$\frac{v\ p}{T} = \frac{v_o\, p_o}{273} \qquad v_o = \frac{vp \times 273}{T\, p_o}$$

sustituyendo valores:

$$v_o = \frac{20 \times 757 \times 273}{299 \times 760} = 18{,}1 \text{ litros}$$

y el peso:

$$p = v_o \times e = 18{,}1 \times 0{,}001977 = 35{,}78 \text{ gramos}$$

249.—1 litro de Amoniaco en las condiciones normales pesa 0,771 g (véase tablas) por tanto:

$$200 \text{ gramos} = v_o \times 0{,}771 \qquad v_o = \frac{200}{0{,}771} = 258 \text{ lt.}$$

y aplicando la ecuación general de los gases:

$$\frac{p\ v}{T} = \frac{p_o\, v_o}{273}$$

$$p = \frac{1 \times 258 \times 298}{273 \times 10} = 28{,}2 \text{ atmosferas}$$

250.—Reduzcamos al volumen normal:

$$v_o = \frac{p_o}{760} \times \frac{273}{T} \times v$$

Peso de este volumen

$$P = v_o \times 1{,}293 = \frac{710}{760} \times \frac{273}{293} \times 168$$

$$= \frac{42\,104\,527}{222680} = 189 \text{ Kgs.}$$

251.—Según el enunciado:

$$p = 2\,p' \qquad T = 2 \times 273^\circ$$

y la ecuación de los gases será:

$$\frac{2\,p'\,v}{2 \times 273} = \frac{p'\,365}{273}$$

Simplificando

$$v = 365 \text{ litros}$$

252.—Reduzcamos al volumen normal

$$\frac{18{,}3}{x} = \frac{760}{680} \qquad x = 16{,}4 \text{ litros}$$

aplicaremos la ecuación general de los gases:

$$v = 16{,}4\,\frac{760 \times 293}{720 \times 273} = 18{,}57 \text{ litros}$$

Saldrá del frasco la diferencia entre este volumen y el primitivo:

$$v - v_0 = 18{,}57 - 18{,}30 = 0{,}27 \text{ litros.}$$

253.—La presión del gas será

$$p = 700 - 150 = 550\ m\,m$$

y el volumen normal

$$v_0 = \frac{550 \times 273 \times 76}{760 \times 300} = 50{,}05$$

Peso = 50,05 × 0,001424 = 0,0719120 gramos.

CAPITULO XVIII

CALORIMETRIA

254.—Con las notaciones usuales —Q — la cantidad de calor será:

Para el agua:

$$Q = P\,c\,(t - t') = P \times 1 \times 47^\circ = 450 \times 47$$

$$Q = 21150 \text{ calorías}$$

Para el hierro:

$$Q = 450 \times 0{,}11 \times 47 = 2326 \text{ calorías,}$$

255.—El calor perdido vendrá dado:

$$Q = Pc\,(600 - 20) = 1000 \times 0{,}2 \times 580$$

$$Q = 116.000 \text{ calorías.}$$

256.—Volumen de la habitación:

$$7 \times 5 \times 4 = 140\,m^3$$

El peso del aire:

$$P = \frac{273}{T}\,v \times 1{,}293 =$$

siendo c el calor específico a presión constante:

$$t_1 - t_2 = 12^\circ$$

y la fórmula del calor:

$$Q = \frac{273}{283}\,v \times 1{,}293 \times 0{,}2375 \times 12 = \frac{112860}{283}$$

$$= 398 \text{ calorías}$$

257.—Volumen de la pared:

$$v = 12 \times 3 \times 0{,}40 = 14{,}4\ m^3$$

Peso de la pared: (tomando para peso específico 2,6)

$$P = 14{,}4 \times 2{,}6 = 37{,}500 \text{ kgs.}$$

Calor desprendido:

$$Q = 37.500 \times \frac{1}{4} \times 21 = 196.875 \text{ Kilocalorías}$$

258.—La ecuación de las mezclas:

$$M' (t' - T) = M (T - t)$$

y la temperatura media:

$$T = \frac{M'\ t' + M\,t}{M + M'} = \frac{5 \times 90 + 8 \times 30}{13} = 53^\circ$$

259.—Se plantea la ecuación:

$$35 \times 60 + M' \times 20 = 35^2 + M' \times 35$$

y despejando M':

$$M' = \frac{35 \times 60 - 35^2}{15} = \frac{875}{15} = 58{,}3 \text{ kilos}$$

260.—La ecuación de las mezclas nos dá:

$$M\,c\,(T - t) = M'\,c\,(t' - T)$$

simplificando y sustituyendo valores:

$$5\,T - 5 \times 20 = 18 \times 37 - 18\,T$$

despejemos T:

$$T = \frac{666}{23} = 29^\circ \text{ aproxte.}$$

261.—Despejemos c calor específico en la ecuación anterior:

$$c = \frac{M'(T - t')}{M(t - T)} = \frac{2\,(20^\circ - 5)}{5\,(74^\circ{,}5 - 20)} = 0{,}11$$

262.—El valor de T vendrá dado:

$$T = \frac{M\,c\,t + M'\,t'}{M' + Mc} = \frac{12 \times 0{,}09 \times 400 + 20 \times 15}{20 + 12 \times 0{,}09}$$

$$T = 34^\circ{,}6$$

263.—El calor específico es

$$c = \frac{M'\;(T - t)}{M\;(t - T)} = \frac{12}{400^\circ} = 0{,}03$$

264.—Escribiremos:

$$c_1\,m_1\,t_1 + c_2\,m_2\,t_2 = (c_1\,m_1 + c_2\,m_2)\,t$$

y despejando t

$$t = \frac{c_1\,m_1\,t_1 + c_2\,m_2\,t_2}{c_1\,m_1 + c_2\,m_2}$$

$$= \frac{16{,}20^\circ + 0{,}11 \times 40 \times 100}{16 + 0{,}11 \times 40} = 37^\circ{,}2$$

265.—Pongamos que calor perdido por el cuerpo igual al ganado por el calorímetro:

$$m_1\,c_1\,(t_1 - T) = m_2\,c_2\,(T - t_2)$$

y despejemos t_1 :

$$t_1 = \frac{m_2\,(T - t_2)}{m_1\,c_1} + T$$

sustituyendo valores:

$$t_1 = \frac{200 \times 12}{20 \times 0{,}094} + 27 = 1297^\circ$$

266. —A presión constante:

$$Q = P\,c_p\,t = 160 \times 0{,}2375 \times 50^\circ = 190 \text{ calorías}$$

A volumen constante:

$$Q = P\,c_v\,t = 160 \times 0{,}1684 \times 50^\circ = 135 \text{ calorías}$$

267. —Calorías que se necesitan:

$$Q = P \times c \times t$$

Peso del aire:

$$P = \frac{273}{T}\,v \times 1{,}293$$

y sustituyendo valores:

$$Q = \frac{273}{282} \times 8 \times 6 \times 4 \times 1{,}293 \times 0{,}2375 \times 15$$

$$Q = 227.194 \text{ calorías}$$

1 kg. de madera tiene 3.600 calorías de potencia calorífica

$$\frac{227.194}{3600} = 63 \text{ Kgs. de madera aproxte.}$$

268. —Calor perdido por el agua:

$$Q = P \times t = 500 \times 95$$

Calor ganado por el hielo:

$$Q' = P' \times 80 = 500 \times 95$$

$$P' = 592 \text{ gramos}$$

269.—Calor absorbido por la esfera de hierro:

$$Q = P \times c \times t = P \times 0{,}11 \times t$$

Calor absorbido por la esfera de oro:

$$Q' = P \times 0{,}03 \times t$$

La de hierro necesita más calor pues su calor específico es mayor.

270.—El calor de fusión es igual al que ha perdido el zinc:

$$80 \times p = 110^\circ \times P \times c$$

Peso del zinc:

$$P = \frac{80 \times p}{110^\circ \times c} = \frac{240}{9{,}9} = 24{,}3 \text{ gramos}$$

271.—Tendremos, siendo c el calor de vaporización:

$$2\,c + 2{,}60 = 20 \times 60$$

$$2\,c = 1200 - 120$$

$$c = \frac{1080}{2} = 540 \text{ calorías}$$

272.—La fórmula del calor dá la solución:

$$Q = M\,c\,t$$

sustituyendo valores: (véase tablas potencias caloríficas y cal. específicos) para el plomo:

$$t = \frac{3600}{250 \times 0{,}03} = 480^\circ$$

vidrio $$t = \frac{3600}{250 \times 0,2} = 72^{\circ}$$

alcohol

$$t = \frac{3600}{250 \times 0,6} = 24^{\circ}$$

273.—En las tablas de saturación se vé que 17,32 gramos saturan 1 m^3 y podremos establecer la proporción:

$$\frac{17,2}{1000} = \frac{x}{50} \qquad x = \frac{860}{1000} = 0,86 \text{ gramos}$$

274.—En las tablas de Regnault vemos que p^a 20° la presión del vapor saturado es 17,39 m m, podremos establecer la proporción:

$$\frac{17,39}{20^{\circ}} = \frac{x}{20,05} \qquad x = 17,85 \text{ m m}$$

275.—Trabajo realizado en la caida:

$$T = P \times h = 4 \times 11 = 44 \text{ kilográmetros}$$

Calor equivalente:

$$Q = \frac{T}{427} = \frac{44}{427} = 0,103 \text{ calorías}$$

Temperatura:

$$t = \frac{44}{427 \times 0,03} = \frac{44}{12,81} = 3^{\circ}, 43$$

276.—La fórmula anterior de la temperatura, permite conocida ésta determinar la altura de caida:

$$t = \frac{Trabajo}{427 \times 0{,}03} = \frac{3^{o} \times 427 \times 0{,}03}{5} = 7{,}68 \text{ m.}$$

277—En este caso la temperatura será

$$t = \frac{P\,h}{427 \times 0{,}03} = \frac{1240 \times 10}{12{,}81} = 968^{o}$$

temperatura que fundirá al plomo, que sólo tiene de punto de fusión 326°.

278.—La potencia calorífica del petróleo (véase tablas) es 10.000 calorías por kg. Peso del litro de petróleo:

$$P = vd = 0{,}8 \times 1 = 0{,}8 \text{ kgs.}$$

Calor producido:

$$Q = 0{,}8 \times 10.000 = 8.000 \text{ calorías}$$

279.—Con petróleo:

1 kg 1,25 litros 10.000 cal. 0,94 pesetas

Con carbón:

1 kg. 8.000 cal. 0,15 pesetas

Para producir 8.000 calorías hacen falta 0,75 pts. y de carbón 0,15. Por tanto resulta 0,60 pts. más de gasto con petróleo que con carbón.

280.

1 caloría = 427 kilográmetros

$$250 \times 427 = 106750 \text{ kilográmetros}$$

281.—1 kilográmetro $= 9{,}81 \times 10^7$ ergios

$$1 \text{ caloría grande} = 427 \times 9{,}81 \times 10^7 \text{ ergios}$$

282.—1 julio $= 10^7$ ergios. 1 julio por segundo $= 10^7$ ergios $= 1$ watio

$$1 \text{ caloría grande} = 427 \times 9{,}81 \text{ watios}$$

283.—Trabajo realizado:

$$T = 427 \times 1000 = 427.000 \text{ kilográmetros}$$

$$1 \text{ kilográmetro} = \frac{1}{427} \text{ calorías} = 0{,}24 \text{ calorias}$$

$$427.000 \times 0{,}24 = 100.000 \text{ calorías}$$

$$\frac{100.000}{8.000} = 12{,}5 \text{ kilos de hulla.}$$

284.—Trabajo producido por el choque

$$T = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \frac{40.000}{9{,}81} \times 110.000^2 \text{ kgms}$$

$$T = \frac{121 \times 10^{12} \times 4 \times 10^4}{2 \times 9{,}81} = 24{,}6 \times 10^{12} \text{ kgms}$$

Calorías producidas:

$$Q = \frac{24{,}6 \times 10^{12}}{427} = \frac{2460 \times 10^{10}}{427} = 5{,}75 \times 10^{10} \text{cal.}$$

285.—Trabajo por la compresión isotérmica:

$$T = 2{,}3026 (\log v_1 - \log v_2) C$$

$$p = 760 \text{ m m} = 10330 \text{ kg. por m}^2$$

$$C = p\, v_1 = 10330 \times 0{,}02 \text{ m}^3 = 206{,}60$$

sustituyendo valores en la ecuación del trabajo:

$$T = 2{,}3026 \times 206{,}60\ (\log 0{,}02 - \log 0{,}2)$$

$$= 2{,}3026 \times 206{,}60\ (\overline{2}{,}301 - \overline{1}{,}3010) = -\ 75\ \text{kgm.}$$

Trabajo en la compresión adiabática:

$$T = \frac{1}{0{,}41}(v_2\ p_2 - v_1\ p_1)$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2{}^k}{v_1{}^k} \quad p_2 = p_1 \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k$$

tomando logaritmos:

$$\begin{aligned} \log p_2 &= \log p_1 + k\,(\log v_1 - \log v_2) \\ &= \log 10330 + 1{,}41\ (\log 0{,}02 - \log 0{,}2) = \\ &= 4{,}0142 - 1{,}41 = 2{,}6042 \\ p_2 &= 781,\ \text{kilos por m}^2 \\ v_2\,p_2 &= 0{,}2 \times 781 = 156{,}2 \\ v_1\,p_1 &= \qquad\qquad 206{,}6 \end{aligned}$$

$$T = \frac{156{,}2 - 206{,}6}{0{,}41} = -\ \frac{50{,}4}{0{,}41} = 123\ \text{kgms.}$$

286.—Uua proporción soluciona el problema:

$$\frac{6}{750} = \frac{x}{1000} \quad x = 8$$

Estado higrómetrico:

$$E = \frac{8}{12} = 0{,}66$$

CAPITULO XIX

ACUSTICA

287.—Tiempo que tarda en propagarse el sonido por el agua:

$$\frac{5.000}{1435} = 3,4 \text{ segundos.}$$

Tiempo que tarda el sonido en propagarse por el aire:

$$\frac{5.000}{340} = 14,6 \text{ segundos.}$$

Diferencia $= 14,6 - 3,4 = 11,2$ segundos.

288.— $e = v \times t = 340 \times 30 = 10.200$ metros.

289.—Fórmula del movimiento ondulatorio:
$\lambda = v\,T = 340 \times 0,001 = 0,34$ metros.

290.—La frecuencia n es igual a $\frac{1}{T}$ y

$$T = \frac{1}{N} = \frac{1}{14.000}$$

$$\lambda = v\,T = 340 \times \frac{1}{14000} = \frac{34}{14000} = 0,024 \text{ m.}$$

261.—En los movimientos ondulatorios:

$$\lambda = v\,T = v\frac{1}{N}$$

en el sonido en este caso particular:

$$3 = \frac{340}{N} \qquad N = \frac{340}{3} = 113.$$

292.— $v = \lambda\,N = 0,8 \times 416.$

293.— $\lambda = v\, T\; 0{,}35 = 340 \times T\; T = \frac{0{,}35}{340} = 0{,}001$

294.—Sabemos que los intervalos musicales son los siguientes:

$$\frac{do_3}{do_3} = 1 \quad \frac{re}{do} = \frac{9}{8} \quad \frac{mi}{do} = \frac{5}{4} \quad \frac{fa}{do} = \frac{4}{3} \quad \frac{sol}{do} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{la}{do} = \frac{5}{3} \quad \frac{si}{do} = \frac{15}{8} \quad \frac{do_4}{do_3} = 2$$

Para do_3 :

$$\frac{la}{do} = \frac{435}{x} \quad \frac{5}{3} = \frac{435}{x} \quad x = 261$$

y así igualmente para los otros intervalos:

$$re = 293;\ mi = 326;\ fa = 348;\ sol = 391:$$
$$si = 489;\ do = 522$$

295.—En los ejercicicios anteriores se ha visto que la longitud de onda en el aire se obtiene dividiendo la velocidad del sonido en el aire por el número de vibraciones por segundo:

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

Longitud de onda del do_3 $\lambda = \frac{333}{261} = 1{,}27$ m.

l. de onda del *re* = 1,13; l. de onda del *mi* = 1,02 metros; *fa* = 0,95; *sol* = 0,85; *la* = 0,76; *si* = 0,68; do_4 = 0,63 metros.

296.—Giros por segundo:

$$\frac{29}{4} = 7{,}25$$

Frecuencia:

$$N = 120 \times 7{,}25 = 870 \text{ vibraciones por segundo}$$

297.—Tendremos que:

$$9024 = 282 \times 2^n$$

y tomando logaritmos.

$$\log 9024 = \log 282 + n \log 2$$

$$n = \frac{3{,}9552 - 2{,}4502}{0{,}3010} = 5 \text{ octavas.}$$

298.—La fórmula anterior resuelve este ejercicio:

$$N = do_3 \times 2^7 = 261 \times 2^7$$

tomando logaritmos:

$$\log N = \log 261 + 7 \log 2$$

$$\log N = 2{,}4166 + 7 \times 0{,}3010 = 4{,}5236$$

$$N = 33400$$

y la diferencia de vibraciones:

$$N - n = 33400 - 261 = 33139$$

299.—En este caso la longitud de onda de los sonidos fundamentales es igual al doble de la longitud del tubo:

$$l = \frac{\lambda}{2} \qquad \lambda = 2 \times 0{,}635 = 1{,}270 \text{ metros}$$

300.—La primera nota de la cuarta octava es $do_4 = 522$ vibraciones y el tubo abierto tendrá la longitud del tubo, será en función de la longitud de onda correspondiente:

$$l = = \frac{\lambda}{2} = \frac{0{,}63}{2} = 0{,}315 \text{ metros}$$

301.—En los tubos cerrados la longitud de onda es igual al cuadruplo de la longitud:

$$\lambda = 4\,l = 4 \times 1 = 4\,m$$

y el número de vibraciones o frecuencia:

$$n = \frac{333}{4} = 83$$

302.— $\lambda = 4\,l = 4 \times 0{,}65 = 2{,}60$ metros.

303.—Tendremos:

$$l = \frac{\lambda}{4} = \frac{0{,}22}{4} = 0{,}055 \text{ metros}$$

304.—Cuando se acerca la locomotora el nùmero de vibraciones va aumentando, pues cada vez esta más cerca el cuerpo sonoro y se reciben con más celeridad las vibraciones y el sonido resulta cada vez más agudo, todo lo contrario pasa cuando se aleja. (Esta propiedad se conoce con el nombre de Principio de Doppler Fízean en Física ondulatoria.)

305.—La fórmula de las vibraciones de las cuerdas es:

$$x = \frac{1}{2\,r\,l} \sqrt{\frac{g\,P}{n\,p_e}}$$

sustituyendo valores

$$x = \frac{1}{2 \times 0{,}05 \times 100} \sqrt{\frac{9{,}8 \times 8000}{3{,}1416 \times 7}} = 16{,}7$$

Hay que tener en cuenta que las longitudes deben estar expresadas en centímetros y los pesos en gramos.

OPTICA

CAPITULO XX

PROPAGACION DE LA LUZ Y FOTOMETRIA

306.—Sea T el tiempo

$$T = \frac{384.000}{300.000} = \frac{384}{300} = 1{,}28 \text{ segundos.}$$

307.—

1 año = 86.400 × 365 = 31.536 000 segundos.

31.536.000 × 300.000 = 94.608 × 10^8 kilómetros.

308.—La fórmula de la frecuencia en los movimientos ondulatorios

$$n = \frac{v}{L} = \frac{300.000 \text{ kilómetros}}{0{,}397 \text{ micras}}$$

$$n = \frac{300 \times 10^{12}}{397} = 756 \text{ billones de vibraciones por}$$

segundo.

309.—Las intensidades luminosas están en razón directa de los cuadrados de las distancias;

$$\frac{20^2}{90^2} = \frac{1}{I} \qquad I = \frac{90^2}{20^2} = \frac{8100}{400} = 20{,}2 \text{ bujías.}$$

310.—La misma fórmula anterior tiene aplicación en este ejercicio:

$$\frac{I}{i} = \frac{300^2}{60^2} \qquad I = \frac{90000}{3600}$$

$$I = 25 \text{ bujías Hefner}$$

311.—La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia y directamente a la intensidad del foco luminoso:

Para la lámpara eléctrica:

$$I = \frac{i}{r^2} = \frac{50}{16} = 2{,}9 \text{ lux 3 bujías metro}$$

Para el mecherc.

$$I = \frac{i}{r^2} = \frac{200}{36} = 5{,}6 \text{ lux}$$

312.—Iluminación de la lámpara de petróleo:

$$I = \frac{15}{0{,}7^2} = \frac{15}{0{,}49} = 30{,}5 \text{ lux}$$

distancia de la bombilla a la mesa:

$$d^2 = \frac{32}{61} = 0{,}52 \qquad d = 0{,}72 \text{ metros}$$

313.—La fórmula de la iluminación es la siguiente:

$$I = \frac{i}{r^2} \cos \alpha$$

$$r^2 = 1{,}25^2 + 0{,}75^2 = 1{,}5625 + 0{,}5625 = 2{,}125$$

$$r = 1{,}456 \text{ metros}$$

$$\cos \alpha = \frac{1{,}25}{1{,}456} = 0{,}842$$

sustituyendo valores

$$I = \frac{50}{2,125} \; 0,842 = 19,80 \text{ lux.}$$

314.—1 bujía normal = 1,62 Hefner

$$I = \frac{i}{5^2} \qquad 15 \times 25 = i \quad \text{bujías normales}$$

$i = 375$ bujías $= 375 \times 1,62$ Hefner $= 609$ Hefner

CAPITULO XXI

REFLEXION Y ESPEJOS

315.—El número de imágenes viene dado por la fórmula:

$$n = \frac{360}{\alpha} - 1 = \frac{360}{60} - 1 = 5$$

316.—Despejaremos α en la fórmula anterior:

$$21 = \frac{360}{\alpha} - 1;\; 21\,\alpha = 360 - \alpha;\; \alpha = \frac{360}{22} = 16^\circ 30'$$

317.—La imágen gira un ángulo doble. Sea $A\,B$ la distancia que se ha desplazadc la imágen sobre la escala:

$A\,B = 3 \times tg\,10^\circ = 3 \times 0,1763 = 0,5289$ metros

318.—La ecuación de los espejos esféricos cóncavos es:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

de donde

$$f = \frac{ab}{a+b} = \frac{3 \times 6}{3+6} = \frac{18}{9} = 2 \text{ metros}$$

319: –Despejaremos a en la fórmula de los espejos

$$a = \frac{b\ f}{b-f} = \frac{60 \times 35}{35 - 60} = \frac{2100}{-25} = -83 \text{ cm}$$

320. –El objeto y la imágen con sus distancias al espejo dan la siguiente proporción:

$$\frac{O}{I} = \frac{x}{d} \qquad x = d\ \frac{O}{I} = 0,50\ \frac{1,70}{0,60} = 14 \text{ cm}$$

321. –El radio de curvatura $r = 2\ f$.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{\frac{r}{2}} = \frac{2}{r} \quad r = \frac{2\ a\ b}{a+b}$$

$$r = \frac{2 \times 0,5 \times 0,14}{0,5 + 0,14} = \frac{0,14}{0,64} = 0,22 \text{ metros}$$

322. –Sean x y x' las distancias de la imagen y del objeto al espejo; la distancia focal viene expresada por la siguiente fórmula:

$$x\,x' = f^2$$

y despejando f:

$$f = \sqrt{x\,x'} = \sqrt{18 \times 50} = \sqrt{940} = 30,66 \text{ cm.}$$

323.—De la fórmula de los espejos cóncavos:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$$

se deduce

$$b = \frac{a\,r}{2\,a - r}$$

y para otros valores a' y b':

$$b' = \frac{a'\,r}{2\,a' - r}$$

y la diferencia de valores b y b' soluciona el problema:

$$b - b' = \frac{A\,r}{2\,a - r} - \frac{a'\,r}{2\,a' - r} =$$

$$= 0{,}41 - 0{,}32 = 0{,}09 \text{ metros.}$$

324.—El objeto y la imagen son proporcionales a sus distancias al espejo:

$$\frac{O}{I} = \frac{a}{b} \qquad I = O\,\frac{b}{a} =$$

$$= 10\,\frac{11}{30} = \frac{110}{30} = 36{,}7 \text{ cm.}$$

325.—La proporcionalidad entre objetos, imágenes y sus distancias al espejo nos da, siendo a = distancia de la Tierra al Sol; d = diámetro solar, y b = distancia focal.

El diámetro solar d se determina por la ecuación:

$$d = 149480 \times 10^6 \text{ metros} \times \text{sen } 32''$$
$$= 13589 \times 10^5 \text{ metros}$$

y aplicando la proporcionalidad:

$$\frac{d}{I} = \frac{149480 \times 10^6}{8}$$

de donde:

$$I = \frac{13589 \times 8}{1494800} = 0{,}072 \text{ metros}$$

CAPITULO XXII

REFRACCION

326.—Apliquemos las leyes de la refracción:

$$\frac{\text{sen } a}{\text{sen } b} = n \qquad \text{sen } b = \frac{\text{sen } a}{n} = \frac{\text{sen } a}{\frac{4}{3}} = \frac{3 \text{ sen } a}{4}$$

$$a = 10^\circ; \text{ sen } a = 0{,}1736; \text{ sen } b = \frac{3 \times 0{,}1736}{4} =$$
$$= 0{,}1272; \; b = 7^\circ \, 20'$$

$$a = 30^\circ; \text{ sen } a = 0{,}5000; \text{ sen } b = \frac{3 \times 0{,}5}{4} =$$
$$= 0{,}375 \times; \; b = 22^\circ \, 10'$$

$$a = 45^\circ; \text{ sen } a = 0{,}7071; \text{ sen } b =$$
$$= 0{,}5303 \qquad b = 32^\circ$$

Si quisiéramos mayor exactitud emplearíamos los logaritmos:

$$\log b = \log \text{sen } a - \log n$$

$$\text{Para } a = 10^\circ$$

$$\log b = 9{,}2397 - 0{,}1250 = 9{,}1147 = 7^\circ\ 25'$$

y así para los demás casos.

327.—El índice de refracción del aire al vidrio es $n = 1{,}5$ Para $a = 10^\circ$;

$$\text{sen } b = \frac{\text{sen } a}{n} = \frac{\text{sen } 10^\circ}{1{,}5} = \frac{0{,}1736}{1{,}5} =$$

$$= 0{,}0115;\ b = 0^\circ\ 50'$$

$$a = 30^\circ;\ \text{sen } b = \frac{0{,}5}{1{,}5} = 0{,}3330;\ b = 19^\circ\ 30'$$

$$a = 45^\circ;\ \text{sen } b = \frac{0{,}7071}{1{,}5} = 0{,}4700;\ b = 28^\circ$$

328.—Para el diamante $n = 2{,}5$. El ángulo límite viene dado por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{1}{\text{sen } l} \qquad \text{sen } l = \frac{1}{2{,}5} =$$

$$= 0{,}4000;\ l = 2^\circ\ 20'$$

329.—Tendremos:

$$\text{sen } l = \frac{1}{1{,}47} = 0{,}6810;\ l = 42^\circ 55'$$

(Véase la gran diferencia con el diamante)

330. — Conocido el ángulo límite: $l = 36^{\circ}10'$, se tiene para n

$$n = \frac{1}{\text{sen } l} = \frac{1}{0,5890} = 1,7$$

331. — El excesivo calor que irradian los desiertos hace que las capas inferiores de la atmósfera más calientes sean menos densas a medida que se acercan al suelo y el ángulo de refracción al pasar de más denso a menos llega a tener el valor del ángulo límite y el rayo luminoso sufre la reflexión total. Entonces el observador ve los objetos en la dirección del rayo cuando le llega al ojo y los refiere en una direción, como si las capas de aire y el suelo funcionaran cual un espejo plano.

332. — Sabemos que los índices de refracción están entre sí como las velocidades de la luz en los dos medios: (velocidad de la luz en el diamante $V = 120.000$ km/s.)

$$\frac{V}{V'} = \frac{n}{n'} \qquad V' = V\,\frac{n'}{n} = 120.000\,\frac{1,7}{2,5}$$

$V' = 83.000$ kilómetros por segundo.

333. — Porque el observador refiere el objeto en la dirección del rayo que le llega al ojo, y aquel se ha separado más de la normal al pasar de más denso a menos denso. Hágase la figura. En cambio si el observador estuviera en el agua, los objetos que mira oblicuamente y están en el aire le parecen más lejanos, o separados de la superficie de separación de los dos medios.

334.—La desviación paralela viene dada por la fórmula:

$$d = e\,\frac{\text{sen}\,(a-b)}{\cos b}$$

Por la ley de la refracción sabemos que:

$$n = \frac{\text{sen}\ a}{\text{sen}\ b} \qquad \text{sen}\ b = \frac{\text{sen}\ a}{n}$$

$$\text{sen}\ b = \frac{\text{sen}\ a}{n} = \frac{\text{sen}\ 30^\circ}{1{,}5} = \frac{0{,}5}{1{,}5} =$$

$$= 0{,}3330;\ b = 19^\circ\ 30'$$

$$a - b = 30 - 19^\circ 30' = 10^\circ 30'$$

$$d = 0{,}15\ \frac{\text{sen}\ 10^\circ 30'}{\cos 19^\circ 30'} = 0{,}029 \text{ metros}$$

Una mayor exactitud obtendríamos calculando esa fórmula por logaritmos.

335.—Las cuatro fórmulas del prisma resuelven este ejercicio:

$$\frac{\text{sen}\ a}{\text{sen}\ b} = n;\ \frac{\text{sen}\ c}{\text{sen}\ d} = n; \quad b + d =$$
$$= \omega;\ x = a + c - \omega$$

Cálculo de b:

$$\text{sen}\ b = \frac{\text{sen}\ a}{n} = \frac{0{,}5}{1{,}5} = 0{,}3330;\ b = 19^\circ 30'$$

Cálculo de d:

$$b + d = \omega; \quad 19^\circ 30' + d = 60^\circ; \quad d = 60^\circ - 19^\circ 30' = 40^\circ 30'$$

Cálculo de c:

$$\frac{\text{sen } c}{\text{sen } d} = n;$$

$$\text{sen } c = 1{,}5 \text{ sen } 40^\circ 30' = 1'5 \times 0{,}6494 = = 0{,}9750; \; c = 77^\circ 10'$$

Cálculo de la desviación x:

$$x = a + c - \omega = 30^\circ + 77^\circ 10' - 60 = 47^\circ 10'$$

336.—Hallaremos los ángulos de refracción en las dos caras del prisma b y d:

$$\frac{\text{sen } a}{\text{sen } b} = n; \quad \text{sen } b = \frac{\text{sen } a}{\text{sen } n} = \frac{\text{sen } 45^\circ}{1{,}5} = = \frac{0{,}7071}{1{,}5} = 0{,}4700; \quad b = 28^\circ$$

$$\frac{\text{sen } c}{\text{sen } d} = n; \text{ sen } d = \frac{\text{sen } c}{n} = \frac{0{,}8660}{1{,}5} = = 0{,}5780; \; d = 35^\circ 20'$$

y por la 3.ª fórmula del prisma:

$$b + d = \omega; \quad 28^\circ + 35^\circ 20' = 63^\circ 20'$$

337.—Las ecuaciones del prisma se simplifican para el caso de la mínima desviación, entonces:

$$a = c; \quad b = d = \frac{1}{2}\,\omega = \frac{1}{2} 60^\circ = 30^\circ$$

$$\text{sen } a = n \text{ sen } b = 1{,}5 \text{ sen } 30^\circ = 1{,}5 \times 0{,}5 = 0{,}75$$

$$a = c = 48^\circ 40'$$

y la desviación x:

$$x = 2\,a - \omega = 97^\circ 20' - 60^\circ = 37^\circ 20'$$

338.—Tendremos:

$$n = \frac{\operatorname{sen} \frac{\omega + x}{2}}{\operatorname{sen} \frac{\omega}{2}} = \frac{\operatorname{sen} \frac{60^\circ + 30^\circ}{2}}{\operatorname{sen} 30^\circ} =$$

$$= \frac{\operatorname{sen} 45^\circ}{\operatorname{sen} 30^\circ} = \frac{0{,}707}{0{,}500} = 1{,}4$$

339.—Cuando los ángulos son pequeños, sin gran error, substituiremos los arcos por los senos en la fórmula anterior:

$$n = \frac{\frac{\omega + x}{2}}{\frac{\omega}{2}} = \frac{\omega + x}{\omega}; \quad x = (n - 1)\,\omega$$

$$\omega = \frac{x}{n-1} = \frac{3^\circ}{1{,}5 - 1} = \frac{3^\circ}{0.5} = 6^\circ$$

340.—Sea el índice de refracción para la luz amarilla en un prisma de flint $n_D = 1{,}71$, entonces x la desviación será:

$$x = (n-1)\,w = (1{,}71-1)\,3 = 0{,}71 \times 3 = 2^\circ 13$$

341.—Las dispersiones para las rayas B y H del rojo y del violeta están ligadas por la fórmula

$$x_H - x_B = (n_H - n_B)\,w$$

$$x_H - x_B = (1{,}7650 - 1{,}7050)\,2 =$$
$$= 0'0600 \times 2^\circ = 0^\circ{,}12 = 0^\circ 7' 12''$$

342.—Las fórmulas del prisma nos dán:

$$a = o;\ b = o;\ c = 90^\circ;\ d = b + d = \omega;\ \frac{\text{sen } c}{\text{sen } d} = 1{,}5$$

$$\text{sen } d = \frac{1}{1{,}5} = 0{,}6650 \qquad d = 41^\circ\, 40'$$

$$d = \omega; \qquad \omega = 41^\circ\, 40'$$

343.—Con las mismas notaciones, tendremos ahora:

$$a = o; \quad b = o; \quad c = 44^\circ; \quad w = 30^\circ$$

$$b + d = w: \quad d = w = 30^\circ;\ n = \frac{\text{sen } c}{\text{sen } d}$$

$$n = \frac{\text{sen } 44^\circ}{\text{sen } 30^\circ} = \frac{0{,}6157}{0{,}5000} = 1{,}39$$

344.—Para la desviación mínima se tiene:

$$a = c; \qquad b = d = \frac{1}{2}\omega = \frac{1}{2}\, 60^\circ = 30^\circ$$

$$\text{sen } a = n \text{ sen } b = \frac{3}{3} \text{ sen } 30^\circ = \frac{3}{2}\, 0{,}5 = 0{,}750$$

$$a = c = 48^\circ\, 40'$$

y la desviación mínima

$$x = 2 \times 48^\circ\, 40' - 60^\circ = 27^\circ\, 20'$$

CAPITULO XXIII

LENTES Y APARATOS OPTICOS

345.—La fórmula general de las lentes:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = (n - 1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right)$$

se simplifica, en este caso, por ser $r = r' = 40$ cm:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (n - 1)\ \frac{2}{r}$$

y despejando en ella n:

$$b\,r + a\,r = 2\,a\,b\,(n - 1); \qquad n - 1 = \frac{(b + a)\,r}{2\,a\,b}$$

$$n = \frac{(b + a)\,r}{2\,a\,b} + 1 = \frac{(1{,}6 + 0{,}45)\ 0{,}40}{2 \times 1{,}6 \times 0{,}45} + 1 =$$
$$= 0{,}570 + 1 = 1{,}570$$

346.—Sea f la distancia focal; tendremos:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right) = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2} + \frac{1}{0{,}75}$$

$$a\,b = b\,f + a\,f; \qquad f = \frac{a\,b}{a + b}$$

y sustituyendo valores:

$$f = \frac{2 \times 0{,}75}{2 + 0{,}75} = 0{,}60 \text{ metros}$$

347.—La ecuación de los puntos conjugados dá:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

despejemos b:

$$b\,(a - f) = a\,f; \qquad b = \frac{a\,f}{a - f}$$

$$b = \frac{1{,}5 \times 0{,}50}{1{,}5 - 0{,}50} = \frac{0{,}75}{1{,}00} = 0{,}75 \text{ metros}$$

348.—La ecuación que relaciona x y x' distancias de objeto e imagen a los focos es:

$$x\,x' = f^2\,; \quad 70 \times 80 = 5600$$

$$f = \sqrt{5600} = 74 \text{ centímetros}$$

349.—La proporcionalidad del objeto e imagen, con sus distancias respectivas dá:

$$\frac{O}{I} = \frac{a}{b}; \qquad I = \frac{O \times b}{a} = \frac{35 \times 60}{136} = 15{,}4 \text{ cm.}$$

350.—Fórmula de las lentes:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) = (1{,}5-1)\left(\frac{1}{40} + \frac{1}{50}\right)$$

$$f = \frac{1}{0{,}5\,\dfrac{9}{200}} = \frac{200}{4{,}5} = 44{,}4 \text{ cm.}$$

351.—Despejaremos n en la fórmula general de las lentes:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right); \qquad n - 1 = \frac{\dfrac{1}{f}}{\dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}}$$

$$n = \frac{r_1\,r_2}{(r_1 + r_2)\,f} + 1 = \frac{35 \times 44}{79 \times 50} + 1 =$$

$$= \frac{1540}{3950} + 1 = 1{,}39$$

352.—El sistema óptico de las dos lentes tiene una distancia focal dada por la fórmula:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \qquad f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2} = \frac{3000}{110} = 27{,}2 \text{ cm.}$$

353.—Una fórmula análoga, nos dá la solución. Sea d la distancia entre las lentes, tendremos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_1 - d} \qquad f = \frac{f_2 (f_1 - d)}{(f_1 - d) + f_2}$$

$$f = \frac{60 \times 30}{90} = \frac{1800}{90} = \frac{180}{9} = 20 \text{ cm.}$$

354.—Para el cristal $n = 1{,}7$. La fórmula de las lentes, simplificada dá:

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\frac{2}{r} \qquad f = \frac{r}{2(n-1)} = \frac{10}{2 \times 0{,}70} =$$

$$= \frac{10}{1{,}40} = 7{,}1 \text{ cm.}$$

355.—Hallaremos la distancia de la imagen a la lente:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \qquad b = \frac{a f}{a - f} = \frac{100}{99} = 1{,}01 \text{ m.}$$

y por la relación de objeto e imagen:

$$\frac{O}{I} = \frac{a}{b} \qquad I = \frac{O b}{a} = \frac{10 \times 1{,}01}{100} = \frac{10{,}1}{100} = 0{,}101 \text{ m}$$

356.—Si $I = 20$, entonces la fórmula anterior podemos escribir:

$$\frac{O}{20} = \frac{a}{b} \qquad \frac{1}{2} = \frac{a}{b} \qquad b = 2\,a$$

y llevando este valor de b a la fórmula de los puntos conjugados tendremos:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{2\,a} = \frac{1}{f}$$

y despejando a

$$2\,a\,f + a\,f = 2\,a^2 \qquad 3\,a\,f = 2\,a^2$$

$$3\,f = 2\,a \quad a = \frac{3}{2}\,f = \frac{3}{2}\,0{,}50 = \frac{1{,}50}{2} = 0{,}75 \text{ m.}$$

357.—La fórmula del aumento en las lupas es: para el ojo normal:

$$\text{Aumento} = \frac{25}{f} + 1 = \frac{25}{4} + 1 = 6{,}24 + 1 = 7{,}24$$

para un miope, visión distinta a 12 centímetros:

$$\text{Aumento} = \frac{12}{4} + 1 = 3 + 1 = 4$$

Por lo tanto es menor el aumento para los miopes y no les resulta tan útil la lupa.

358.—Sea $f_1 = 3$ mm distancia focal del objetivo, y $f_2 = 80$ mm. la del ocular. $b = 240$ mm.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2 - d} \qquad \frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

Despejemos f en la 2.ª ecuación

$$f = \frac{a\,b}{a+b} = \frac{3 \times 240}{243} = \frac{720}{243} = 2{,}95 \text{ mm}$$

en la 1.ª fórmula, sustituyendo valores tendremos

$$\frac{1}{2{,}95} = \frac{1}{3} + \frac{1}{80-d} \qquad 80 - \frac{3 \times 2{,}95}{3 - 2{,}95} = d$$

$$d = 80 - 157 = 77 \text{ mm.}$$

ELECTRICIDAD

CAPITULO XXIV

MAGNETISMO Y ELECTROSTATICA

359. —En el sistema *C. G. S.* la ley de Coulomb se expresa:

$$F = \frac{m_1\, m_2}{r^2}$$

$$1 \text{ gramo} = 981 \text{ dynas} = \frac{m_1 \times 1}{r^2}$$

$$m_1 = 981 \text{ unidades magnéticas}$$

360. —La fórmula anterior nos permite despejar la distancia r:

$$F = \frac{m_1\, m_2}{r^2}; \quad 15 \times 981 = \frac{10^8}{r^2}$$

$$r^2 = \frac{10^8}{15 \times 981} \quad r = \sqrt{\frac{10^8}{15 \times 981}} = \frac{10^4}{\sqrt{15 \times 9{,}81}}$$

$$= \frac{10^4}{121{,}5} = 82 \text{ cm.}$$

361.—Las condiciones del enunciado dan:

$$m_1 = \frac{1}{3}\, m_2\, ;\; m_2 = 3\, m_1 \quad 12 = r_1 + r_2\, ;\; r_2 = = 12 - r_1$$

$$f = \frac{3\, m_1}{r_2^{\;2}} = \frac{m_1}{r_1^{\;2}}\, ; \quad \frac{3}{r_2^{\;2}} = \frac{2}{r_1^{\;2}}\, ; \quad 3\, r_1^{\;2} = = (12 - r_1)^2$$

$$r_1 \sqrt{3} = 12 - r_1\, ;\; r_1 \sqrt{3} + r_1 = 12; \quad r_1 = = \frac{12}{2{,}7321} = 4{,}4 \text{ cm.}$$

362.—En unidades absolutas:

$$0{,}01 \text{ culombio} = 3 \times 10^9 \times 0{,}01 \text{ (U. E.)} = = 3 \times 10^7 \text{ U. E.}$$

$$f = \frac{3 \times 10^7 \times 3 \times 10^7}{10^4} = \frac{9 \times 10^{14}}{10^4} = = 9 \times 10^{10} \text{ dynas}$$

$$f = \frac{9 \times 10^{10}}{9{,}81 \times 10^5} = \frac{9 \times 10^5}{9{,}81} = = 91.400 \text{ kgs. aproxte.}$$

363.—La ley de Coulomb nos da en este caso:

$$m_1 = \frac{f \times r^2}{m^2}\, ; \quad m_1 = \frac{100 \times 36}{60} = \frac{3600}{60} = 60$$

364.—La superficie esférica es:

$$S = 4\, \pi\, r^2 = 4 \times 3{,}1415 \times 12{,}5^2$$

$$S = 12{,}5660 \times 156{,}\, 25 = 204{,}1975 \text{ cm}^2$$

Densidad superficial:

$$D = \frac{P}{S} = \frac{1225,182}{204,197} = 6, \text{ U. E. por cm}^2$$

365.—Tenemos:

$$m_1 = \frac{4}{9}\, m_2 \; ; \; r_1 = r_2$$

y la relación entre las densidades eléctricas:

$$R = \frac{\dfrac{\frac{4}{9}\, m_2}{4\pi \left(\frac{2}{3}\, r_2\right)^2}}{\dfrac{m_2}{4\pi r_2{}^2}} = \frac{\frac{4}{9}}{\left(\frac{2}{3}\right)^2} = \frac{\frac{4}{9}}{\frac{4}{9}} = 1$$

es decir que tienen igual densidad las dos esferas.

366.—Sobre el polo unidad la acción de un culombio a la distancia de un kilómetro será:

$$f = \frac{m_1 \times 1}{r^2} = \frac{3 \times 10^9}{(10^5)^2} = 0,3 \text{ dynas}$$

367.—Si $m_2 = 2\, m_1$ y $r_2 = 2\, r_1$, tendremos:

$$f_1 = \frac{m_1}{r_1{}^2} \qquad f_2 = \frac{2\, m_1}{4\; r_1{}^2} = \frac{1}{2}\, f_1$$

368.—La fórmula del trabajo, cuando hay potencial es:

$$T = m\,(V_1 - V_2)$$

sustituyendo valores:

$$T = 4\left(\frac{300}{300} - \frac{300}{200}\right) = 4\left(1 - \frac{3}{2}\right) =$$

$$= -\frac{4}{2} = -2 \text{ ergios}$$

369.—

$$V_1 = 250 \text{ voltios}; \ V_2 = 45; \quad Q = \frac{24 \times 10^9}{3 \times 10^9} =$$

$$= 8 \text{ culombios.}$$

El trabajo será:

$$T = Q\,(V_1 - V_2) = 8\,(250 - 45) = 1640 \text{ watios.}$$

370.—Hallemos primero el resultado en unidades absolutas:

$$V = \frac{0{,}000001 \times 3 \times 10^9}{50} = \frac{3 \times 10^3}{50} = 60\,U.E.S.$$

$$V = 60 \times 300 = 18.000 \text{ voltios.}$$

371.—Solamente cuando expresamos las magnitudes eléctricas en unidades absolutas, resulta que la capacidad de una esfera es igual a la longitud de su radio expresado en centímetros:

$$V = \frac{Q}{r} \quad Q = C\,V \quad r = C$$

$$1 \text{ faradio} = 9 \times 10^{11}\ U.\,E.\,S.$$

$$1 \text{ microfaradio} = \frac{9 \times 10^{11}}{10^6} = 9 \times 10^5\ U.\,E.\,S.$$

y el radio será:

$$r = 900.000 \text{ centímetros} = 9.000 \text{ metros.}$$

372.—La energía se puede expresar en función de Voltios y Culombios

$$E = \frac{1}{2}\,Q\,V = \frac{1}{2} \text{ julio} = 0{,}051 \text{ kilográmetros}$$

y en unidades absolutas:

$$E = \frac{1}{2} 3 \times 10^9 \times \frac{1}{300} \, U.E.S. = \frac{1}{2} 10^7 \text{ ergios} =$$

$$= \frac{1}{2} \text{ julio}$$

373.—Expresemos la energía en función de la capacidad y del potencial:

$$W = \frac{1}{2} C V^2 ; \frac{1}{2} V^2 = \frac{W}{C} ; \quad V = \sqrt{\frac{2 W}{C}}$$

y sustituyendo valores:

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 84{,}5}{10^{-6}}} = \sqrt{\frac{169}{10^{-6}}}$$

$$= 13 \times 10^3 \text{ voltios} = 13000 \text{ voltios}$$

374.—Tendremos; siendo V potencial, y v velocidad del móvil.

$$E = \frac{1}{2} c \, v^2 \qquad T = \frac{1}{2} m \, v^2$$

$$E = \frac{1}{2} 3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^6 = 6 \text{ julios}$$

igualmente igualando esta energía a la del móvil:

$$6 \times 10^7 \text{ ergios} = \frac{1}{2} \, 5.000 \times v^2$$

$$\frac{2 \times 6 \times 10^7}{5.000} = \frac{12 \times 10^4}{5} = 2{,}4 \times 10^4$$

$$v = 155 \text{ cm/s.}$$

375.—La capacidad de un condensador plano

$$C = e\,\frac{S}{4\,\pi\,d} = 6\,\frac{200}{12{,}57 \times 0{,}3}$$

$$C = \frac{1.200}{3{,}771} = 318\ U.\,E.\,S. = \frac{318}{9 \times 10^5} =$$

$$= 0{,}00035 \text{ microfaradios.}$$

CAPITULO XXV

CORRIENTE ELECTRICA. LEY DE OHM. PILAS

376.—La ley de Ohm:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{125}{3} = 41{,}6 \text{ amperios}$$

377.—Caída de tensión en la línea, ocasionada por la circulación de 8 amperios con una resistencia de 0,3 ohmios:

$$E = I\,R = 8 \times 0{,}3 = 2{,}4 \text{ voltios.}$$

378.—Tendremos:

$$R = \frac{15}{200} = 0{,}075 \text{ ohmios}$$

379.—Se resta la caída de tensión en la línea a la tensión en los bornes de la dinamo:

$$E = E_1 - e$$

Caída de tensión en la línea

$$e = 120 \times 0{,}3 = 36 \text{ voltios}$$

Tensión en los centros de consumo

$$E = 250 - 36 = 214 \text{ voltios}$$

380.—La resistencia eléctrica R viene dada:

$$R = x\ \frac{l}{s} = \frac{1}{60} \times \frac{2000}{5} = \frac{1}{60}\, 400 = 6{,}6 \text{ ohmios}$$

381.—Despejemos la resistividad x en la fórmula anterior:

$$x = \frac{R\,s}{l} = \frac{20 \times 5}{1000} = 0{,}1$$

382.—Se tiene:

$$R = x\ \frac{l}{s} = \frac{1}{60} = \frac{325}{\frac{\pi\, d^2}{4}} = \frac{325}{60 \times 7{,}07} = \frac{325}{42{,}42}$$

$$= 7{,}6 \text{ ohmios.}$$

383.—Hallemos la resistencia del conductor:

sección: $\frac{\pi\, d^2}{4} = 19{,}6\ mm^2$; $R = \frac{1}{60} \times \frac{600}{19{,}6} =$

$$= 0{,}51 \text{ ohmios}$$

La tensión será:

$$E = 22 \times 0{,}51 = 11{,}2 \text{ voltios.}$$

384.—La resistencia:

$$R = x\ \frac{800}{4\ mm^2} = \frac{1}{60} \times \frac{800}{4} = 3{,}32 \text{ ohmios.}$$

Caida de tensión:

$$E = I\,R = 10 \times 3{,}32 = 33{,}2 \text{ voltios}$$

Tensión en los bornes del motor:

$$E = E_1 - e = 220 - 33{,}2 = 186{,}8 \text{ voltios.}$$

385.—La intensidad i de la corriente será:

$$i = \frac{n_1 i_1 - n_2 i_2}{n_1 r_1 + n_2 r_2} = \frac{8 \times 1{,}4 - 5 \times 1{,}2}{8 \times 0{,}3 - 5 \times 0{,}3} = \frac{4{,}2}{0{,}9}$$

$$i = 4{,}67 \text{ Amperios}$$

386.—La resistencia del hilo es:

$$r = \frac{30}{5} = 6 \text{ ohmios}$$

La resistencia interna de la batería:

$$R = \frac{10}{4} = 2{,}5 \text{ ohmios}$$

387.—La intensidad de la corriente puede expresarse de dos maneras:

$$I = \frac{e}{r} \qquad I = \frac{E}{R + r}$$

y estos dos valores han de ser iguales:

$$\frac{e}{r} = \frac{E}{R + r}$$

siendo e diferencia de potencial en circuito cerrado, y E la diferencia de potencial en circuito abierto; r y R las resistencias respectivas.

$$(R + r)\,e = r\,E; \quad R = \frac{r\,E - r\,e}{e}$$

y sustituyendo valores:

$$R = \frac{20 \times (1{,}8 - 1{,}5)}{1{,}5} = \frac{20 \times 0{,}3}{1{,}5} = \frac{6}{1{,}5} =$$

$$= 4 \text{ ohmios}$$

388.—Tendremos:

$$I = \frac{n\,e}{n\,r + R}; \qquad I\,n\,r + I\,R = n\,e;\; I\,R =$$

$$= n\,e - I\,n\,r$$

$$R = \frac{n\,e - I\,n\,r}{I} = \frac{8{,}8 - 5{,}12}{1{,}6} = \frac{3{,}68}{1{,}6} =$$

$$= 2{,}42 \text{ ohmios}$$

389.—Despejemos n en la fórmula anterior:

$$n = \frac{I\,R}{e - I\,r} = \frac{1 \times 3}{1{,}1 - 0{,}3} = \frac{3}{0{,}8} = 3{,}75$$

$$n = 4 \text{ elementos}$$

390.—La resistencia equivalente viene dada por la fórmula:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}; \qquad R = \frac{r_1\,r_2}{r_1 + r_2}$$

y sustituyendo valores:

$$R = \frac{0{,}15 \times 0{,}40}{0{,}55} = 0{,}06 \text{ ohmios}$$

391. — Tendremos:

$$I = i_1 + i_2 \,; \qquad \frac{i_1}{i_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

$$i_1 + \frac{i_1\, r_1}{r_2} = I; \quad r_2\, i_1 + r_1\, i_1 = r_2\, I$$

$$i_1 = \frac{r_2\; I}{r_1 + r_2} = \frac{0{,}3 \times 16}{0{,}5 + 0{,}3} = \frac{4{,}8}{0{,}8} = 6 \text{ Amperios}$$

$$i_2 = I - i_1 = 16 - 6 = 10 \text{ Amperios}$$

$$E = I\,R = I\,\frac{r_1\, r_2}{r_1 + r_2} = \frac{16 \times 0{,}5 \times 0{,}3}{0{,}8} =$$

$$= \frac{2{,}4}{0{,}8} = 3 \text{ voltios}$$

392. — Con las notaciones anteriores:

$$I = i_1 + i_2$$

$$i_1\, r_1 = i_2\, R$$

$$I = i_1 + \frac{i_1\; r_1}{R} = i_1 \left(1 + \frac{r_1}{R}\right)$$

Sustituyendo valores:

$$I = 0{,}05 \left(1 + \frac{1}{\frac{1}{999}}\right) = 0{,}05 \times 1000 = 50 \text{ amp.}$$

393. —Si se quiere que por el aparato pase $\frac{1}{1000}$ de la corriente que se ha de medir, tendremos, siendo x la resistencia del shunt, R la del aparato:

$$\alpha = \frac{R}{n-1} = \frac{\cdot 84}{999} = 0{,}0841 \text{ ohmios}$$

394. —Como todas las resistencias son iguales, se tiene:

$$\frac{1}{R} = 5\frac{1}{r_1} \qquad R = \frac{r_1}{5} = \frac{0{,}5}{5} = 0{,}1$$

y la intensidad

$$I = E\,R = 6 \times 0{,}1 = 0{,}6 \text{ Amperios}$$

CAPITULO XXVI

ENERGIA ELECTRICA Y ELECTROLISIS

395. —La ley de Joule nos dá:

$$W = I\,E = 12 \times 250 = 2000 \text{ watios:}$$

396. —La energía consumida en un segundo es:

$$W = I^2\,R = 0{,}5^2 \times 200 = 0{,}25 \times 200 = 50 \text{ watios.}$$

397. —Determinemos la intensidad:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{125}{230} = 0{,}542 \text{ Amperios}$$

La energía será:

$$W = 0,542 \times 125 = 67,750 \text{ watios}$$

por 3 horas al día y 30 días en el mes

$$67,75 \times 3 \times 30 = 6,097 \text{ Kilovatios hora}$$

y el gasto en pesetas:

$$\frac{6,097}{1} = 6,10 \text{ pts. mensuales}$$

398.—La cantidad de calor desarrollada por segundo es:

$$Q = 6.097 \times 0,24 = 1460 \text{ calorías}$$

y en una hora:

$$Q = 1460 \times 3600 = 5.256.000 \text{ calorías.}$$

399.—Calor producido en 160 minutos:

$$Q = 0,24\, I^2 R\, t = 0,24 \times 180 \times 9600 =$$
$$= 41472 \text{ calorías}$$

Este calor ha de ser igual al ganado por el calorímetro:

$$41472 \text{ calorías} = (0,11 \times 250 + 1000)\, t$$

y la temperatura t del calorímetro:

$$t = \frac{41472}{1027} = 40^{\circ}, 2$$

400.—Basta introducir los reóforos en el agua de la fuente o ligeramente acidulada y en el polo negativo se notará un desprendimiento de burbujas gaseosas mucho mayor que en el positivo. En el primero se desprende hidrógeno y en el otro oxígeno.

401.—Los equivalentes químicos del cobre y plata son respectivamente:

$Cu = 0{,}328$ miligramos, $Ag = 1{,}118$ miligramos

Las cantidades depositadas en un día serán:

De cobre

$$0{,}328 \times 10 = 3{,}28 \text{ miligramos por segundo}$$

$$86400 \times 3{,}28 = 283{,}39 \text{ gramos por día}$$

De plata

$$1{,}118 \times 10 = 11{,}18 \text{ miligramos por segundo}$$

$$11{,}18 \times 86400 = 965{,}95 \text{ gramos por día}$$

402.—Valiéndonos del ejercicio anterior podemos establecer la proporción:

$$\frac{96{,}59}{1} = \frac{180}{x}; \qquad x = 1{,}86 \text{ Amperios}$$

403.—El tiempo vendrá expresado por la ecuación:

$$t \times 12 \times 0{,}001118 = 60 \text{ gramos}$$

$$t = \frac{60}{12 \times 0{,}001118} = \frac{60}{0{,}013416} = 4472 \text{ segundos}$$

$$t = 1 \text{ hora, } 14 \text{ minutos } 32 \text{ segundos.}$$

404.—1 Amperio en un minuto produce 3,5 cm^3 de oxígeno en el voltámetro de Hoffmann y llamando x la intensidad buscada podremos establecer la proporción:

$$\frac{3{,}5}{1 \text{ Amp} \times 1 \text{ minuto}} = \frac{2000}{60\, x}$$

y despejando

$$x = \frac{2000}{210} = 9{,}5 \text{ Amperios}$$

PARTE TERCERA

TABLAS

I.-Logaritmos de los números naturales

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765
19	2783	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

I. – Logaritmos de los números naturales

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7817
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

I.—Logaritmos de los números naturales

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908
98	9912	9917	9921	9926	9939	9934	9939	9943	9948	9952
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

II.—Líneas trigonométricas naturales

°	′	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	′	°
0	0	0,0000	0,0000	+ ∞	1,0000	0	90
	10	0,0029	0,0029	343,77	1,0000	50	
	20	0,0058	0,0058	171,89	1,0000	40	
	30	0,0087	0,0087	114,59	1,0000	30	
	40	0,0116	0,0116	85,94	0,9999	20	
	50	0,0145	0,0145	68,75	0,9999	10	
1	0	0,0175	0,0175	57,29	0,9998	0	89
	10	0,0204	0,0204	49,10	0,9998	50	
	20	0.0233	0,0233	42,96	0,9997	40	
	30	0,0262	0,0262	38,19	0,9997	30	
	40	0,0291	0,0291	34,37	0,9996	20	
	50	0,0320	0,0320	31,24	0,9995	10	
2	0	0,0349	0,0349	28,64	0,9994	0	88
	10	0,0378	0,0378	26,43	0,9993	50	
	20	0,0407	0,0407	24,54	0,9992	40	
	30	0,0436	0,0437	22,90	0,9990	30	
	40	0,0465	0,0466	21,47	0,9989	20	
	50	0,0494	0,0495	20,21	0,9988	10	
3	0	0,0523	0,0524	19,08	0,9986	0	87
	10	0,0552	0,0553	18,07	0,9985	50	
	20	0,0581	0,0582	17,17	0,9983	40	
	30	0,0610	0,0612	16,35	0,9981	30	
	40	0,0640	0,0641	15,60	0,9980	20	
	50	0,0669	0,0670	14,92	0,9978	10	
4	0	0,0698	0,0699	14,30	0,9976	0	86
°	′	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	′	°

II.—Líneas trigonométricas naturales

°	'	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	'	°
4	0	0,0698	0,0699	14,30	0,9976	0	86
	10	0,0727	0,0729	13,73	0,9974	50	
	20	0,0756	0,0758	13,20	0,9971	40	
	30	0.0785	0,0787	12,71	0,9969	30	
	40	0,0814	0,0816	12,25	0,9967	20	
	50	0,0843	0,0846	11,83	0,9964	10	
5	0	0,0872	0,0875	11,43	0,9962	0	85
	10	0.0901	0,0904	11,06	0,9959	50	
	20	0,0929	0,0934	10,71	0,9957	40	
	30	0,0958	0,0963	10,39	0,9954	30	
	40	0,0987	0,0992	10,08	0,9951	20	
	50	0,1016	0,1022	9,788	0,9948	10	
6	0	0,1045	0,1051	9,514	0,9945	0	84
	10	0,1074	0,1080	9,255	0,9942	50	
	20	0,1103	0,1110	9,010	0,9939	40	
	30	0,1132	0,1139	8,777	0,9936	30	
	40	0,1161	0,1169	8,556	0,9932	20	
	50	0,1190	0,1198	8,345	0,9929	10	
7	0	0,1219	0,1228	8,144	0,9925	0	83
	10	0,1248	0,1257	7,953	0,9922	50	
	20	0,1276	0,1287	7,770	0,9918	40	
	30	0,1305	0,1317	7,596	0,9914	30	
	40	0,1334	0,1346	7,429	0,9911	20	
	50	0,1363	0,1376	7,269	0,9907	10	
8	0	0,1392	0,1405	7,115	0,9903	0	82
°	'	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	'	°

II.—Líneas trigonométricas naturales

°	′	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	′	°
8	0	0,1392	0,1405	7,115	0,9903	0	82
	10	0,1421	0,1435	6,968	0,9899	50	
	20	0,1449	0,1465	6,827	0,9894	40	
	30	0,1478	0,1495	6,691	0,9890	30	
	40	0,1507	0,1524	6,561	0,9886	20	
	50	0,1536	0,1554	6,435	0,9881	10	
9	0	0,1564	0,1584	6,314	0,9877	0	81
	10	0,1593	0,1614	6,197	0,9872	50	
	20	0,1622	0,1644	6,084	0,9868	40	
	30	0,1650	0,1673	5,976	0,9863	30	
	40	0,1679	0,1703	5,871	0,9858	20	
	50	0,1708	0,1733	5,769	0,9853	10	
10	0	0,1736	0,1763	5,671	0,9848	0	80
	10	0,1765	0,1793	5,576	0,9843	50	
	20	0,1794	0,1823	5,485	0,9838	40	
	30	0,1822	0,1853	5,396	0,9833	30	
	40	0,1851	0,1883	5,309	0,9827	20	
	50	0,1880	0,1914	5,226	0,9822	10	
11	0	0,1908	0,1944	5,145	0,9816	0	79
	10	0,1937	0,1974	5,066	0,9811	50	
	20	0,1965	0,2004	4,989	0,9805	40	
	30	0,1994	0,2035	4,915	0,9799	30	
	40	0,2022	0,2065	4,843	0,9793	20	
	50	0,2051	0,2095	4,773	0,9787	10	
12	0	0,2079	0,2126	4,705	0,9781	0	78
°	′	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	′	°

II. — Líneas trigonométricas naturales

°	′	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	′	°
12	0	0,2079	0,2126	4,705	0,9781	0	78
	10	0,2108	0,2156	4,638	0,9775	50	
	20	0,2136	0,2186	4,574	0,9769	40	
	30	0,2164	0,2217	4,511	0,9763	30	
	40	0,2193	0,2247	4,449	0,9757	20	
	50	0,2221	0,2278	4,390	0,9750	10	
13	0	0,2250	0,2309	4,331	0,9744	0	77
	10	0,2278	0,2339	4,275	0,9737	50	
	20	0,2306	0,2370	4,219	0,9730	40	
	30	0,2334	0,2401	4,165	0,9724	30	
	40	0,2363	0,2432	4,113	0,9717	20	
	50	0,2391	0,2462	4,061	0,9710	10	
14	0	0,2419	0,2493	4,011	0,9703	0	76
	10	0,2447	0,2524	3,962	0,9696	50	
	20	0,2476	0,2555	3,914	0,9689	40	
	30	0,2504	0,2586	3,867	0,9681	30	
	40	0,2532	0,2617	3,821	0,9674	20	
	50	0,2560	0,2648	3,776	0,9667	10	
15	0	0,2588	0,2679	3,732	0,9659	0	75
	10	0,2616	0,2711	3,689	0,9652	50	
	20	0,2644	0,2742	3,647	0,9644	40	
	30	0,2672	0,2773	3,606	0,9636	30	
	40	0,2700	0,2805	3,566	0,9628	20	
	50	0,2728	0,2836	3,526	0,9621	10	
16	0	0,2756	0,2867	3,487	0,9613	0	74
°	′	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	′	°

II. – Líneas trigonométricas naturales

°	′	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	′	°
16	0	0,2756	0,2867	3,487	0,9613	0	74
	10	0,2784	0,2899	3,450	0,9605	50	
	20	0,2812	0,2931	3,412	0,9596	40	
	30	0,2840	0,2962	3,376	0,9588	30	
	40	0,2868	0,2994	3,340	0,9580	20	
	50	0,2896	0,3026	3,305	0,9572	10	
17	0	0,2924	0,3057	3,271	0,9563	0	73
	10	0,2952	0,3089	3,237	0,9555	50	
	20	0,2979	0,3121	3,204	0,9546	40	
	30	0,3007	0,3153	3,172	0,9537	30	
	40	0,3035	0,3185	3,140	0,9528	20	
	50	0,3062	0,3217	3,108	0,9520	10	
18	0	0,3090	0,3249	3,078	0,9511	0	72
	10	0,3118	0,3281	3,047	0,9502	50	
	20	0,3145	0,3314	3,018	0,9492	40	
	30	0,3173	0,3346	2,989	0,9483	30	
	40	0,3201	0,3378	2,960	0,9474	20	
	50	0,3228	0,3411	2,932	0,9465	10	
19	0	0,3256	0,3443	2,904	0,9455	0	71
	10	0,3283	0,3476	2,877	0,9446	50	
	20	0,3311	0,3508	2,850	0,9436	40	
	30	0,3338	0,3541	2,824	0,9426	30	
	40	0,3365	0,3574	2,798	0,9417	20	
	50	0,3393	0,3607	2,773	0,9407	10	
20	0	0,3420	0,3640	2,747	0,9397	0	70
°	′	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	′	°

II. – Líneas trigonométricas naturales

°	′	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	′	°
20	0	0,3420	0,3640	2,747	0,9397	0	70
	10	0,3448	0,3673	2,723	0,9387	50	
	20	0,3475	0,3706	2,699	0,9377	40	
	30	0,3502	0,3739	2,675	0,9367	30	
	40	0,3529	0,3772	2,651	0,9356	20	
	50	0,3557	0,3805	2,628	0,9346	10	
21	0	0,3584	0,3839	2,605	0,9336	0	69
	10	0,3611	0,3872	2,583	0,9325	50	
	20	0,3638	0,3906	2,560	0,9315	40	
	30	0,3665	0,3939	2,539	0,9304	30	
	40	0,3692	0,3973	2,517	0,9293	20	
	50	0,3719	0,4006	2,496	0,9283	10	
22	0	0,3746	0,4040	2,475	0,9272	0	68
	10	0,3773	0,4074	2,455	0,9261	50	
	20	0,3800	0,4108	2,434	0,9250	40	
	30	0,3827	0,4142	2,414	0,9239	30	
	40	0,3854	0,4176	2,394	0,9228	20	
	50	0,3881	0,4210	2,375	0,9216	10	
23	0	0,3907	0,4245	2,356	0,9205	0	67
	10	0,3934	0,4279	2,337	0,9194	50	
	20	0,3961	0,4314	2,318	0,9182	40	
	30	0,3987	0,4348	2,300	0,9171	30	
	40	0,4014	0,4383	2,282	0,9159	20	
	50	0,4041	0,4417	2,264	0.9147	10	
24	0	0,4067	0,4452	2,246	0,9135	0	66
°	′	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	′	°

II.--Líneas trigonométricas naturales

°	′	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	′	°
24	0	0,4067	0,4452	2,246	0,9135	0	66
	10	0,4094	0,4487	2,229	0,9124	50	
	20	0,4120	0,4522	2,211	0,9112	40	
	30	0,4147	0,4557	2,194	0,9100	30	
	40	0,4173	0,4592	2,177	0,9088	20	
	50	0,4200	0,4628	2,161	0,9075	10	
25	0	0.4226	0,4663	2,145	0,9063	0	65
	10	0,4253	0,4699	2,128	0,9051	50	
	20	0,4279	0,4734	2,112	0,9038	40	
	30	0,4305	0,4770	2,097	0,9026	30	
	40	0,4331	0,4806	2,081	0,9013	20	
	50	0,4358	0,4841	2,066	0,9001	10	
26	0	0,4384	0,4877	2,050	0,8988	0	64
	10	0,4410	0,4913	2,035	0,8975	50	
	20	0,4436	0,4950	2,020	0,8962	40	
	30	0,4462	0,4986	2,006	0,8949	30	
	40	0,4488	0,5022	1,991	0,8936	20	
	50	0,4514	0,5059	1,977	0,8923	10	
27	0	0,4540	0,5095	1,963	0,8910	0	63
	10	0,4566	0,5132	1,949	0,8897	50	
	20	0,4592	0,5169	1,935	0,8884	40	
	30	0,4617	0,5206	1,921	0,8870	30	
	40	0,4643	0,5243	1,907	0,8857	20	
	50	0,4669	0,5280	1,894	0,8843	10	
28	0	0,4695	0,5317	1,881	0,8829	0	62
°	′	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	′	°

II.—Líneas trigonométricas naturales

°	′	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	′	°
28	0	0,4695	0,5317	1,881	0,8829	0	62
	10	0,4720	0,5354	1,868	0,8816	50	
	20	0,4746	0,5392	1,855	0,8802	40	
	30	0,4772	0,5430	1,842	0,8788	30	
	40	0,4797	0,5467	1,829	0,8774	20	
	50	0,4823	0,5505	1,816	0,8760	10	
29	0	0,4848	0,5543	1,804	0,8746	0	61
	10	0,4874	0,5581	1,792	0,8732	50	
	20	0,4899	0,5619	1,780	0,8718	40	
	30	0,4924	0,5658	1,767	0,8704	30	
	40	0,4950	0,5696	1,756	0,8689	20	
	50	0,4975	0,5735	1,744	0,8675	10	
30	0	0,5000	0,5774	1,732	0,8660	0	60
	10	0,5025	0,5812	1,720	0,8646	50	
	20	0,5050	0,5851	1,709	0,8631	40	
	30	0,5075	0,5890	1,698	0,8616	30	
	40	0,5100	0,5930	1,686	0,8601	20	
	50	0,5125	0,5969	1,675	0,8587	10	
31	0	0,5150	0,6009	1,664	0,8572	0	59
	10	0,5175	0,6048	1,653	0,8557	50	
	20	0,5200	0,6088	1,643	0,8542	40	
	30	0,5225	0,6128	1,632	0,8526	30	
	40	0,5250	0,6168	1,621	0,8511	20	
	50	0,5275	0,6208	1,611	0,8496	10	
32	0	0,5299	0,6249	1,600	0,8480	0	58
°	′	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	′	°

II. – Líneas trigonométricas naturales

°	'	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	'	°
32	0	0,5299	0,6249	1,600	0,8480	0	58
	10	0,5324	0,6289	1,590	0,8465	50	
	20	0,5348	0,6330	1,580	0,8450	40	
	30	0,5373	0,6371	1,570	0,8434	30	
	40	0,5398	0,6412	1,560	0,8418	20	
	50	0,5422	0,6453	1,550	0,8403	10	
33	0	0,5446	0,6494	1,540	0,8387	0	57
	10	0,5471	0,6536	1,530	0,8371	50	
	20	0,5495	0,6577	1,520	0,8355	40	
	30	0,5519	0,6619	1,511	0,8339	30	
	40	0,5544	0,6661	1,501	0,8323	20	
	50	0,5568	0,6703	1,492	0,8307	10	
34	0	0,5592	0,6745	1,483	0,8290	0	56
	10	0,5616	0,6787	1,473	0,8274	50	
	20	0,5640	0,6830	1,464	0,8258	40	
	30	0.5664	0,6873	1,455	0,8241	30	
	40	0,5688	0,6916	1,446	0,8225	20	
	50	0,5712	0,6959	1,437	0,8208	10	
35	0	0,5736	0,7002	1,428	0,8192	0	55
	10	0,5760	0,7046	1,419	0,8175	50	
	20	0,5783	0,7089	1,411	0,8158	40	
	30	0,5807	0,7133	1,402	0,8141	30	
	40	0,5831	0,7177	1,393	0,8124	20	
	50	0,5854	0,7221	1,385	0,8107	10	
36	0	0,5878	0,7265	1,376	0,8090	0	54
°	'	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	'	°

II. – Líneas trigonométricas naturales

°	′	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	′	°
36	0	0,5878	0,7265	1,376	0,8090	0	54
	10	0,5901	0,7310	1,368	0,8073	50	
	20	0,5925	0,7355	1,360	0,8056	40	
	30	0,5948	0,7400	1,351	0,8039	30	
	40	0,5972	0,7445	1,343	0,8021	20	
	50	0,5995	0,7490	1,335	0,8004	10	
37	0	0,6018	0,7536	1,327	0,7986	0	53
	10	0,6041	0,7581	1,319	0,7969	50	
	20	0,6065	0,7627	1,311	0,7951	40	
	30	0,6088	0,7673	1,303	0,7934	30	
	40	0,6111	0,7720	1,295	0,7916	20	
	50	0,6134	0,7766	1,288	0,7898	10	
38	0	0,6157	0,7813	1,280	0,7880	0	52
	10	0,6180	0,7860	1,272	0,7862	50	
	20	0,6202	0,7907	1,265	0,7844	40	
	30	0,6225	0,7954	1,257	0,7826	30	
	40	0,6248	0,8002	1,250	0,7808	20	
	50	0,6271	0,8050	1,242	0,7790	10	
39	0	0,6293	0,8098	1,235	0,7771	0	51
	10	0,6316	0,8146	1,228	0,7753	50	
	20	0,6338	0,8195	1,220	0,7735	40	
	30	0,6361	0,8243	1,213	0,7716	30	
	40	0,6383	0,8292	1,206	0,7698	20	
	50	0.6406	0,8342	1,199	0,7679	10	
40	0	0,6428	0,8391	1,192	0,7660	0	50
°	′	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	′	°

II.—Líneas trigonométricas naturales

°	′	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	′	°
40	0	0,6428	0,8391	1,192	0,7660	0	50
	10	0,6450	0,8441	1,185	0,7642	50	
	20	0,6472	0,8491	1,178	0,7623	40	
	30	0,6494	0,8541	1,171	0,7604	30	
	40	0,6517	0,8591	1,164	0,7585	20	
	50	0,6539	0,8642	1,157	0,7566	10	
41	0	0,6561	0,8693	1,150	0,7547	0	49
	10	0,6583	0,8744	1,144	0,7528	50	
	20	0,6604	0,8796	1,137	0,7509	40	
	30	0,6626	0,8847	1,130	0,7490	30	
	40	0,6648	0,8899	1,124	0,7470	20	
	50	0,6670	0,8952	1,117	0,7451	10	
42	0	0,6691	0,9004	1,111	0,7431	0	48
	10	0,6713	0,9057	1,104	0,7412	50	
	20	0,6734	0,9110	1,098	0,7392	40	
	30	0,6756	0,9163	1,091	0,7373	30	
	40	0,6777	0,9217	1,085	0,7353	20	
	50	0,6799	0,9271	1,079	0,7333	10	
43	0	0,6820	0,9325	1,072	0,7314	0	47
	10	0,6841	0,9380	1,066	0,7294	50	
	20	0,6862	0,9435	1,060	0,7274	40	
	30	0,6884	0,9490	1,054	0,7254	30	
	40	0,6905	0,9545	1,048	0,7234	20	
	50	0,6926	0,9601	1,042	0,7214	10	
44	0	0,6947	0,9657	1,036	0,7193	0	46
°	′	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	′	°

II.–Líneas trigonométricas naturales

°	'	Seno	Tangente	Cotangente	Coseno	'	°
44	0	0,6947	0,9657	1,036	0,7193	0	46
	10	0,6967	0,9713	1,030	0,7173	50	
	20	0,6988	0,9770	1,024	0,7153	40	
	30	0,7009	0,9827	1,018	0,7133	30	
	40	0,7030	0,9884	1,012	0,7112	20	
	50	0,7050	0,9942	1,006	0,7092	10	
45	0	0,7071	1,0000	1,000	0,7071	0	45
°	'	Coseno	Cotangente	Tangente	Seno	'	°

III.—VELOCIDADES

Hombre a buen paso.........	1,60 m/seg.
Hombre corriendo; máxima velocidad.....................	7 m/seg.
Caballo al trote..............	2,60 m/seg.
Ciclista rápido................	15 m/seg.
Automóvil hasta..............	120 km/hora.
Viento ordinario.............	6 m/seg.
Trenes rápidos hasta.........	100 km/hora.
Caballos de carreras al galope.	15 m/seg.
Huracán.......................	40 m/seg.
Bala de fusil................	300 a 400 m/seg.
Punto del ecuador terrestre...	463 m/seg.
Aeroplano......................	200 km/hora.
Vapor correo.................	10 nudos. (10 millas marinas/hora).
Vapores más rápidos.........	30 nudos.
El sonido a 10° C.............	337 m/seg.
La corriente eléctrica en los hilos telegráficos.....	36.000.000 m/seg.
La luz.......................	300.000 km/seg.

IV.—Pesos específicos de sólidos

Metales

Platino	21,50
Oro	19,36
Mercurio	13,60
Plomo	11,40
Plata	10,46
Cobre	8,90
Níquel	8,60
Latón	8,50
Bronce	8,80
Hierro	7,50
Acero	7,80
Zinc	7,20
Estaño	7,30
Aluminio	2,60
Magnesio	1,70

Piedras y Carbones

Magnetita	4,9
Baritina	4,5
Granito	3,2
Cuarzo	2,8
Pizarra	2,8
Mármol	2,7
Hormigón	2,5
Ladrillos	2,0
Tierra	1,9
Mortero de cemento	1,8
Antracita	1,7
Hulla	1,5
Lignito	1,1
Diamante	3,5
Cristal	3,0
Azufre	2,1

Maderas secas

Olivo	0,99
Olmo	0,70
Nogal	0,66
Castaño	0,60
Roble	0,80
Encina	0,85
Alamo	0,35
Pino	0,50

V.—Pesos específicos de líquidos y gases

Líquidos		Gases	
Agua	1,0	Agua	1
Eter	0,72	Aire atmosférico	0,001293
Alcohol	0,79	Gas carbónico	0,001977
Bencina	0,72	Hidrógeno	0,000090
Glicerina	1,26	Oxígeno	0,001424
Agua de mar	1,03	Nitrógeno	0,001250
Aceite	0,92	Gas del alumbrado	0,000569
Acido nítrico	1,50	Vapor de agua	0,000605
Acido clorhídrico (29 %)	1,16		
Acido sulfúrico (concentrado)	1,84		

VI.—Calores específicos (entre 0° y 100°)

Sólidos			
Aluminio	0,216	Platino	0,032
Antimonio	0,050	Cobre	0,093
Carbón de leña	0,193	Estaño	0,056
Hierro	0,110	Zinc	0,093
Yodo	0,054	Vidrio	0,200
Magnesio	0,252	Tierra	0,200
Manganeso	0,122	Hielo	0,500
Niquel	0,109	**Líquidos**	
Oro	0,031	Agua	1,00
Plomo	0,030	Alcohol	0,60
		Mercurio	0,03

VII.—Coeficientes de dilatación (entre 0° y 100°)

Sólidos

Vidrio......	0,000009
Granito	0,000009
Platino.....	0,000010
Hierro fundido......	0,000011
Acero.......	0,000014
Oro	0,000015
Cobre......	0,000018
Plata.......	0,000020
Estaño	0,000023
Plomo......	0,000029
Zinc........	0,000030

Líquidos

Agua......... (muy irregular)	0,0012
Alcohol.......	0,0012
Cioroformo...	0,0013
Eter ordinario	0,0016
Aldehido......	0,0018
Mercurio......	0,0002
Acido sulfùrico..........	0,0005

NOTA.—El coeficíente de dilatación de los líquidos varía muchísimo con la temperatura.

Gases

$$\alpha = \frac{1}{273} = 0,00367$$

VIII.—EQUIVALENTES ELECTROQUIMICOS

(metal depositado por 1 amperio)

Cobre.....................	0,328 miligramos
Plata......................	1,118 »
Zinc.......................	0,337 »
Hidrógeno................	0,0104 »
Hidrógeno.........	7 cm.^{3} (a 0° y 760 mm)

IX.—Potencias caloríficas

(Calorías que desarrolla la combustión completa de un kilogramo)

Hidrógeno	34600	Carbón de leña..	8080
Gas alumbrado.	11000	Grafito	7706
Bencina........	10330	Alcohol.........	7184
Petróleo........	10000	Leña seca.......	3600
Aceite de oliva..	9862	Sulfuro de carbono	3401
Cera	9000	Azufre.........	2221

X.—TABLA DE RESISTENCIAS ELECTRICAS

A 18° C.	Diámetro 2 r = 1 mm		Resistencia relativa
	Longitud de 1 Ohmio	Resistencia de 1 metro	Cobre = 1
Plata........	48,22 m.	0,0209 Ohms	0,920
Aluminio ...	24,50 m.	0,0408 Ohms	1,750
Cobre.......	44,06 m.	0,0227 Ohms	1,000
Hierro	6,52 m.	0,153 Ohms	6,74.
Mercurio....	0,84 m.	1,183 Ohms	52,11
Plomo	3,80 m.	0,263 Ohms	11,54
Platino	7,17 m.	0,140 Ohms	6,17
Estaño......	6,44 m.	0,155 Ohms	6,83
Zinc	12,97 m.	0,077 Ohms	3,40
Manganina..	1,86 m.	0,537 Ohms	23,24
Constantan .	1,60 m.	0,625 Ohms	27,09
Niquelina ...	1,88 m.	0,532 Ohms	23,43

XI.—Puntos de fusión

Anhidrido carbónico	−78°
Mercurio	−39°
Hielo	0°
Fósforo	44°
Parafina	46°
Cera	64°
Azufre	110°
Estaño	233°
Plomo	334°
Plata	999°
Oro	1035°
Cobre	1055°
Hierro	1600°
Platino	1775°

XII.—Temperatura de ebullición de algunos líquidos

Eter ordinario	35°
Sulfuro de carbono	46°
Alcohol metílico	66°
Alcohol etílico	78°,3
Bencina	80°
Agua destilada	100°
Acido acético	116°
Acido nítrico ordinario	123°
Alcohol amílico	132°
Esencia de trementina	157°
Iodo	200°
Naftalina	217°
Mercurio	357°
Azufre	448°

XIII.—Longitudes de onda para los colores del espectro en milímetros

Rojo	723×10−6 mm 647 »	Azul	492×10−6 mm 455 »
Anaranjado	647 » 585 »	Añil	455 » 424 »
Amarillo	585 » 575 »	Violado	424 » 397 »
Verde	575 » 492 »		

XIV.—Indices de refracción de algunas substancias

(sólidos y líquidos para la luz amarilla)

Diamante.......	2,42	Esencia de limón	1,47
Sal gema.......	1,54	Petróleo........	1,45
Cuarzo.........	1,45	Trementina.....	1,47
Vidrio..........	1,51	Aceite de ballena	1,48
Turmalina......	1,63	» de cedro..	1,51
Espato de Islandia...........	1,65	» de olivas.	1,47
Agua...........	1,33	» de sésamo	1,47
Alcohol.........	1,36	Humor acuoso..	1,34
Esencia almendras amargas.	1,55	» vitreo...	1,34

FE DE ERRATAS

Página	Línea	Dice	Debe decir
18	17	4 dm^3	1 dm^3
21	7	6,5 cm	0,5 cm
31	3	4,46°	$4^m\ 46^s$
32	10	140	130
43	10	70°	94°
47	5	A la temporada	A esa temperatura
62	3	999	1/999
73	2	5733	5333
73	15	316	332
79	8	1,5 kgms.	3 kgs.
97	5	$tg\ \alpha = 4$ » $\alpha = 76°$	$tg\ \alpha = 2$ » $\alpha = 63°30$
107	1	$v = 26,6$	$v = 24,6$
137	9	0,41-0,32	20-40 = -20
139	4	2°20'	23°20'
144	5	27°20	37°20'
145	6	$f = 0,60$	$f = 0,55$
155	9	= 7,6 ohmios	= 0,76
156	7	$i = 4,67$ Amp.	$i = 5,77$ Amp.
157	6	2,42 ohmios	2,6 ohmios
158	2	0,06 ohmios	0,18 ohmios
160	7	6.097	67,750
160	9	5.256.000	58.320

INDICE

PARTE PRIMERA

MECANICA

TERMOLOGIA

OPTICA

ELECTRICIDAD

PARTE SEGUNDA

SOLUCIONES

PARTE TERCERA

TABLAS

Tabla Pág.