

FÍSICA II

CS. BÁSICAS - U.D.B. FÍSICA

BF1CP11



**CENTRO de
ESTUDIANTES de
INGENIERIA
TECNOLOGICA**



UTN.BA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

GUÍA DE PROBLEMAS DE CALOR Y TERMODINÁMICA - CORRIENTE ALTERNA - ÓPTICA ONDULATORIA
ING. EDUARDO ETCHEVERRY - ING. OSCAR TROVATO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

ASIGNATURA: Física II

TÍTULO: Guía de Problemas de

Calor y Termodinámica

Corriente Alterna

Óptica Ondulatoria

(Edición 2006)

DEPARTAMENTO: Ciencias Básicas – U. D. B. Física

AUTORES: Ing. Eduardo Etcheverry
Ing. Oscar Trovato

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Buenos Aires

PROGRAMA DE FÍSICA II (2005)

Orientación : Todas las especialidades excepto sistemas

Unidad 1 Carga y Campo Eléctrico

- Carga eléctrica. Cuantización de la carga .Conductores y aisladores. Ley de Coulomb .Problemas
- Concepto de Campo eléctrico. Líneas de campo eléctrico. Determinación del campo eléctrico para distribuciones puntuales y continuas de cargas. Movimiento de cargas puntuales en campos eléctricos. Acción del campo eléctrico sobre un dipolo eléctrico. Problemas.
- Fenómenos de inducción electrostática. Flujo eléctrico . Ley de Gauss, su importancia y aplicaciones. Problemas

Unidad 2 Potencial Eléctrico

- Energía potencial electrostática. Diferencia de potencial eléctrico. Cálculo del potencial eléctrico para cargas puntuales y para cargas distribuidas. Superficies equipotenciales y líneas de campo eléctrico. Cálculo del campo eléctrico a partir del potencial eléctrico. Problemas.

Unidad 3 Capacidad eléctrica y dieléctricos

- Capacidad y capacitores. Energía del campo electrostático. Asociación de capacitores. Problemas
- Dieléctricos. Hechos experimentales y modelo. Cargas libres y de polarización. Magnitudes auxiliares. Refracción de las líneas de campo eléctrico. Problemas.

Unidad 4 Corriente eléctrica y circuitos de corriente continua

- Definición de corriente eléctrica. Régimen estacionario y otros regímenes. Primera regla de Kirchhoff. Relación entre la intensidad y la velocidad de desplazamiento de los electrones. Ley de Ohm. Resistencia eléctrica. Coeficiente de temperatura de la resistividad. La energía en los circuitos eléctricos. Fuerza electromotriz. Circuito eléctrico. Segunda regla de Kirchhoff. Asociación de resistencias. Circuitos de una sola malla y de múltiples mallas. Circuito RC. Circuitos de medición. Problemas.

Unidad 5 Campo Magnético

- Acción del campo magnético sobre cargas en movimiento y conductores con corriente. Selector de velocidades. Espectrómetro de masas. Ciclotrón. Efecto Hall
- Cupla sobre una espira con corriente . Problemas.

Unidad 6 Fuentes del Campo magnético

- Campo magnético generado por corrientes eléctricas: Ley de Biot –Savart. Aplicaciones. Ley de Gauss para el magnetismo. Definición del Ampère.
- Ley de Ampere. Aplicaciones.

Unidad 7 Inducción magnética

- Flujo magnético. Hechos experimentales. Ley de Faraday – Lenz. Fuerza electromotriz inducida por movimiento y por variación temporal del campo magnético Ejemplos y aplicaciones. Coeficiente de autoinducción (L) y de inducción mutua (M). Energía almacenada en el campo magnético. Circuito RL.

- Materiales magnéticos: Paramagnetismo , Ferromagnetismo , Diamagnetismo.
Nociones sobre circuito magnético.

Unidad 8 Corriente alterna

El generador de corriente alterna. Corriente alterna aplicada a una resistencia. Potencia disipada. Valor eficaz. Corriente alterna aplicada a inductores y capacitores. Noción de fasor. Circuito LCR en serie. Factor de potencia. Resonancia. Transformador.

Unidad 9 Ecuaciones de Maxwell y Ondas electromagnéticas

Corriente de desplazamiento. Generalización de la Ley de Ampère. Propiedades integrales del electromagnetismo. Ecuaciones de Maxwell. El concepto de onda. La ecuación de onda y la función de onda . Ondas transversales y longitudinales. La ecuación de onda para las ondas electromagnéticas. Función de onda armónica. Energía en una onda electromagnética. Vector de Poynting. Problemas

Unidad 10 Óptica Física - Interferencia

-Naturaleza ondulatoria de la luz. Diferencia de fase y coherencia.
-Interferencia en películas delgadas. Suma de ondas armónicas mediante fasores. Diagrama de interferencia de dos rendijas, experiencia de Young. Cálculo de la Intensidad. Diagrama de interferencia de tres o mas fuentes espaciadas.

Unidad 11 Difracción

-Difracción de Fraunhofer y de Fresnel. Diagrama de Difracción producido por una sola rendija. Diagrama de interferencia – difracción de dos rendijas. Difracción y resolución. Redes de difracción. Aplicaciones y problemas.
-Polarización por absorción, reflexión y dispersión. Noción de birrefringencia.

Unidad 12 Calor

- Variables termodinámicas internas: p , V y T . Estado térmico y temperatura. Escalas de temperaturas Celsius y Fahrenheit. Termómetros de Gas y escala de temperaturas absolutas.
Capacidad térmica y calor específico. Calorimetría. Cambio de fase y calor latente. Ecuación de estado de un gas ideal. Equivalente mecánico del calor. El trabajo y el diagrama p - V para distintos procesos.

Unidad 13 Principios de la Termodinámica

Primer principio de la termodinámica. Energía interna de un gas ideal. Transformación adiabática. Máquinas térmicas y el segundo principio de la termodinámica. Ciclo de Carnot.
-Dilatación térmica: Lineal, superficial y cúbica.
-Transferencia de energía térmica. Conducción. Resistencia Térmica

- Materiales magnéticos: Paramagnetismo , Ferromagnetismo , Diamagnetismo. Nociones sobre circuito magnético.

Unidad 8 Corriente alterna

El generador de corriente alterna. Corriente alterna aplicada a una resistencia. Potencia disipada. Valor eficaz. Corriente alterna aplicada a inductores y capacitores. Noción de fasor. Circuito LCR en serie. Factor de potencia. Resonancia. Transformador.

Unidad 9 Ecuaciones de Maxwell y Ondas electromagnéticas

Corriente de desplazamiento. Generalización de la Ley de Ampère. Propiedades integrales del electromagnetismo. Ecuaciones de Maxwell. El concepto de onda. La ecuación de onda y la función de onda . Ondas transversales y longitudinales. La ecuación de onda para las ondas electromagnéticas. Función de onda armónica. Energía en una onda electromagnética. Vector de Poynting. Problemas

Unidad 10 Óptica Física - Interferencia

-Naturaleza ondulatoria de la luz. Diferencia de fase y coherencia.
-Interferencia en películas delgadas. Suma de ondas armónicas mediante fasores. Diagrama de interferencia de dos rendijas, experiencia de Young. Cálculo de la intensidad. Diagrama de interferencia de tres o mas fuentes espaciadas.

Unidad 11 Difracción

-Difracción de Fraunhofer y de Fresnel. Diagrama de Difracción producido por una sola rendija. Diagrama de interferencia – difracción de dos rendijas. Difracción y resolución. Redes de difracción. Aplicaciones y problemas.
-Polarización por absorción, reflexión y dispersión. Noción de birrefringencia.

Unidad 12 Calor

- Variables termodinámicas internas: p , V y T . Estado térmico y temperatura. Escalas de temperaturas Celsius y Fahrenheit. Termómetros de Gas y escala de temperaturas absolutas.
Capacidad térmica y calor específico. Calorimetría. Cambio de fase y calor latente. Ecuación de estado de un gas ideal. Equivalente mecánico del calor. El trabajo y el diagrama p - V para distintos procesos.

Unidad 13 Principios de la Termodinámica

Primer principio de la termodinámica. Energía interna de un gas ideal. Transformación adiabática. Máquinas térmicas y el segundo principio de la termodinámica. Ciclo de Carnot.
-Dilatación térmica: Lineal, superficial y cúbica.
-Transferencia de energía térmica. Conducción. Resistencia Térmica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Buenos Aires

PROGRAMA DE FÍSICA II (2005)

Orientación : Todas las especialidades excepto sistemas

Unidad 1 Carga y Campo Eléctrico

- Carga eléctrica. Cuantización de la carga. Conductores y aisladores. Ley de Coulomb. Problemas
- Concepto de Campo eléctrico. Líneas de campo eléctrico. Determinación del campo eléctrico para distribuciones puntuales y en líneas de cargas. Movimiento de cargas puntuales en campos eléctricos. Acción del campo eléctrico sobre un dipolo eléctrico. Problemas.
- Fenómenos de inducción electrostática. Flujo eléctrico. Ley de Gauss, su importancia y aplicaciones. Problemas

Unidad 2 Potencial Eléctrico

- Energía potencial electrostática. Diferencia de potencial eléctrico. Cálculo del potencial eléctrico para cargas puntuales y para cargas distribuidas. Superficies equipotenciales y líneas de campo eléctrico. Cálculo del campo eléctrico a partir del potencial eléctrico. Problemas.

Unidad 3 Capacidad eléctrica y dieléctricos

- Capacidad y capacitores. Energía del campo electrostático. Asociación de capacitores. Problemas
- Dieléctricos. Hechos experimentales y modelo. Cargas libres y de polarización. Magnitudes auxiliares. Refracción de las líneas de campo eléctrico. Problemas.

Unidad 4 Corriente eléctrica y circuitos de corriente continua

- Definición de corriente eléctrica. Régimen estacionario y otros regímenes. Primera regla de Kirchhoff. Relación entre la intensidad y la velocidad de desplazamiento de los electrones. Ley de Ohm. Resistencia eléctrica. Coeficiente de temperatura de la resistividad. La energía en los circuitos eléctricos. Fuerza electromotriz. Circuito eléctrico. Segunda regla de Kirchhoff. Asociación de resistencias. Circuitos de una sola malla y de múltiples mallas. Circuito RC. Circuitos de medición. Problemas.

Unidad 5 Campo Magnético

- Acción del campo magnético sobre cargas en movimiento y conductores con corriente. Selector de velocidades. Espectrómetro de masas. Ciclotrón. Efecto Hall
- Cupla sobre una espira con corriente. Problemas.

Unidad 6 Fuentes del Campo magnético

- Campo magnético generado por corrientes eléctricas: Ley de Biot –Savart. Aplicaciones. Ley de Gauss para el magnetismo. Definición del Ampère.
- Ley de Ampere. Aplicaciones.

Unidad 7 Inducción magnética

- Flujo magnético. Hechos experimentales. Ley de Faraday – Lenz. Fuerza electromotriz inducida por movimiento y por variación temporal del campo magnético. Ejemplos y aplicaciones. Coeficiente de autoinducción (L) y de Inducción mutua (M). Energía almacenada en el campo magnético. Circuito RL.

PROBLEMAS DE TERMODINÁMICA

TERMOMETRÍA - DILATACIÓN - GASES IDEALES

- 1) ¿Existe una temperatura para la cual coincidan las marcas indicativas de dos termómetros graduados uno en la escala Celsius y otro en Fahrenheit?

Rta.: -40

$$\frac{t_c}{t_F - 32^\circ F} = \frac{100^\circ C}{180^\circ F}$$

$$t_c = \frac{100^\circ C}{180^\circ F} (t_F - 32^\circ F)$$

$$x = \frac{100}{180} (x - 32) \quad ; \quad \frac{4}{9} x = -\frac{160}{9}$$

$$x = -40$$

- 2) a) Un termómetro de gas a volumen constante tiene una presión de 1000 Pa a 15° C. Si la presión se incrementa a 2000 Pa. ¿Cuál es la temperatura Celsius? Gas (A)
b) Otro termómetro de gas a volumen constante tiene una presión de 1200 Pa a -47 °C. Si la presión se incrementa a 1500 Pa. ¿Cuál es la temperatura en Celsius?

Rta.: a) $t = 303^\circ C$; b) $t = 9.5^\circ C$

- 3) Un recipiente de vidrio está lleno con 50 cm³ de mercurio a 18 °C. ¿Cuanto mercurio se derrama si la temperatura se eleva a 40 °C?
El coeficiente de dilatación lineal del vidrio vale $9 \times 10^{-6} \text{ }^\circ C^{-1}$ y el coeficiente de dilatación cúbica del mercurio es $18 \times 10^{-5} \text{ }^\circ C^{-1}$.

Rta: 0.168 cm³

- 4) Sea una barra de acero de 1 m de longitud y 4 cm² de sección transversal a la temperatura de 20 °C. Si la temperatura se eleva a 60 °C, calcular:

a) El incremento en su longitud.

b) La fuerza necesaria para impedir su alargamiento.

Acero : coeficiente de dilatación lineal $\alpha = 11 \times 10^{-6} \text{ }^\circ C^{-1}$.

Módulo de Young $Y = 200 \text{ Gpa}$

Rta: a) 0.44 mm ; b) $35.2 \times 10^3 \text{ N}$.

- 5) Demostrar que el cambio de densidad $\Delta \rho$ de una sustancia correspondiente a un cambio Δt en su temperatura, está dado por :

$$\Delta \rho = -\beta \rho \Delta t$$

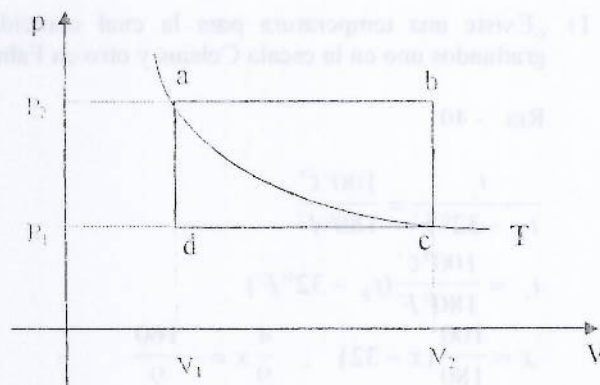
donde β es el coeficiente de dilatación cúbica.

Explicar la causa del signo negativo:

- 6) La figura representa cinco transformaciones, ab, bc, cd, da y ac de un gas ideal trazadas en el plano $p - V$.

Si $p_1 = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$, $p_2 = 10 \times 10^5 \text{ Pa}$, $V_1 = 2,5 \text{ m}^3/\text{Kmol}$, hallar:

- La temperatura T y la temperatura de los estados b y d.
- El volumen específico v_2 .
- El volumen real en el estado a si el sistema consiste en 4 Kmol de hidrógeno.
- La masa del gas y su densidad en el estado a, suponiendo que sea oxígeno (O_2) y que $V_1 = 5 \text{ m}^3$.



Rta: a) $T = 300,8 \text{ K}$; $T_b = 752 \text{ K}$; $T_d = 120,3 \text{ K}$

b) $V_2 = 6,25 \text{ m}^3/\text{Kmol}$; c) $V_1 = 10 \text{ m}^3$

d) $m = 64 \text{ Kg}$; $\rho_a = 12,8 \text{ Kg/m}^3$

- 7) Demostrar que el coeficiente de dilatación cúbica β de un gas ideal a la temperatura absoluta T resulta igual a $1/T$.

CALORIMETRIA

- 8) Un calorímetro de equivalente en agua 20 g contiene 100 g de agua a 20°C . Se agregan 50 g de una sustancia desconocida a una temperatura de 90°C , obteniéndose una temperatura final de equilibrio de 24°C .

Calcular el calor específico de la sustancia agregada. $C_e \text{ agua} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

Rta: $C_e = 0,145 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

- 9) a) Un calorímetro contiene 40 g de agua a 22°C y se le agrega 50 g de agua a 50°C , obteniéndose una temperatura final de equilibrio de 35°C .

Calcular el equivalente en agua del calorímetro.

b) Se vacía el calorímetro y se agrega 100 g de agua a temperatura ambiente (22°C).

Luego se agregan 80 g de aluminio a 90°C .

Calcular la temperatura final de equilibrio.

Calor específico del aluminio = $0,22 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$.

Rta: a) $\pi = 18 \text{ g}$; $t_f = 30,8^\circ\text{C}$

- 10) Un calorímetro contiene 200 g de un líquido cuyo calor específico se desea conocer. Como elemento calefactor hay una resistencia eléctrica sumergida en el líquido y cuyos hilos conductores de alimentación son suficientemente finos como para despreciar la transferencia de calor al exterior a través de los mismos. Este calorímetro presenta un equivalente en agua de 30 g. Si durante un tiempo de 3 minutos la resistencia disipa una potencia constante de 20 watt y la temperatura del líquido se incrementa de $17,6^{\circ}\text{C}$ a $22,5^{\circ}\text{C}$, hallar el calor específico de este líquido.

Rta.: $C_e = 0,73 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

- 11) Calcular:

- Cantidad de calor necesaria para transformar 10 kg de agua en estado sólido a -30°C en vapor de agua a 100°C .
- Representar la evolución en un gráfico de $Q = f(t)$, donde Q es la cantidad de calor absorbida desde -30°C hasta 100°C (vapor). Suponer los calores específicos constantes.

Datos: calor específico del hielo = $0,55 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$; calor específico del agua = $1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$
 Calor latente de fusión del hielo = 80 cal/g ; calor latente de vaporización del agua = 540 cal/g

Rta.: $Q = 7,365 \text{ Kcal}$

- 12) En el interior de un calorímetro se tiene una mezcla de 100 g de hielo y 300 g de agua a la temperatura de 0°C . ¿Qué cantidad de agua inicialmente a 30°C debe añadirse a la mezcla para fundir completamente el hielo? El resultado final consiste en agua líquida a 0°C .

Rta.: 267 g.

- 13) a) En un recipiente térmicamente aislado, que inicialmente contiene 2 Kg de agua a 25°C , se introduce un trozo de hielo de 0,350 Kg de masa y que está a 0°C . Determinar la temperatura y composición finales del sistema.
 b) Repetir el cálculo para una cantidad inicial de 1 Kg de agua.

Rtas: a) temperatura final = $9,36^{\circ}\text{C}$, todo agua = 2,35 Kg

b) mezcla de (1,312 Kg de agua + 0,038 Kg de hielo), todo a 0°C

TRANSFERENCIA DE CALOR

- 14) a) Calcular la corriente calorífica a través de las paredes de una heladera de superficie total 4 m^2 y cuyo material aislante es poliestireno expandido (conductividad térmica

$= 0,01 \text{ W m}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ de espesor 3 cm. Las temperaturas interior y exterior de la heladera son 5°C y 25°C .

- b) ¿Qué cantidad de calor se transfiere a través de las paredes durante un día?
Expresarlo en Kcal y en Kw-hora.

Rta: a) $26,7 \text{ Watt}$; b) 551 Kcal ; $0,641 \text{ Kw.h}$

- 15) Una larga varilla, aislada para evitar pérdidas de calor, tiene uno de sus extremos sumergido en agua hirviendo y el otro en una mezcla de agua y hielo. La varilla consta de 100 cm de cobre (con un extremo en vapor) y una longitud L_2 de acero (con un extremo en hielo). Los dos trozos tienen la misma sección: $0,5 \text{ cm}^2$. La temperatura de la unión cobre-acero es 60°C una vez establecido el régimen estacionario. La conductividad térmica del cobre es $0,92 \text{ cal/seg cm } ^\circ\text{C}$ y la del acero $0,12$ en las mismas unidades.

- a) ¿Cuántas calorías por segundo pasan del baño de vapor a la mezcla de agua y hielo?
b) ¿Cuál es el valor en cm de L_2 ?

Rta: a) $0,184 \text{ cal/s}$; b) $19,6 \text{ cm}$

- 16) Una barra de 20 cm de longitud está formada por un núcleo macizo de acero de 1 cm de diámetro, rodeada por una envoltura de cobre cuyo diámetro exterior es 2 cm. La superficie exterior de la barra está aislada térmicamente y uno de sus extremos se mantiene a 100°C y el otro a 0°C . Calcular:

- a) La corriente calorífica de la barra.
b) ¿Qué fracción es transportada por cada sustancia?

Conductividad térmica del acero $= 0,12 \text{ cal/seg cm } ^\circ\text{C}$

Conductividad térmica del cobre $= 0,92 \text{ cal/seg cm } ^\circ\text{C}$

Rta: a) $11,3 \text{ cal/s}$; b) Acero : $4,2 \%$; Cobre : $95,8 \%$

- 17) La pared de un horno está formada por dos capas de espesores $x_1 = 20 \text{ cm}$ la capa interior y $x_2 = 10 \text{ cm}$ la exterior, de conductividad térmica $4 \times 10^{-3} \text{ cal/seg cm } ^\circ\text{C}$ la interior y conductividad térmica $2 \times 10^{-4} \text{ cal/seg cm } ^\circ\text{C}$ la exterior. Se mantiene la superficie interior del horno a 600°C y la exterior a 460°C . Calcular:

- a) La corriente calorífica por unidad de área.
b) La temperatura de la unión entre las capas.

Rta: a) $25,4 \text{ cal/s m}^2$; b) 587°C

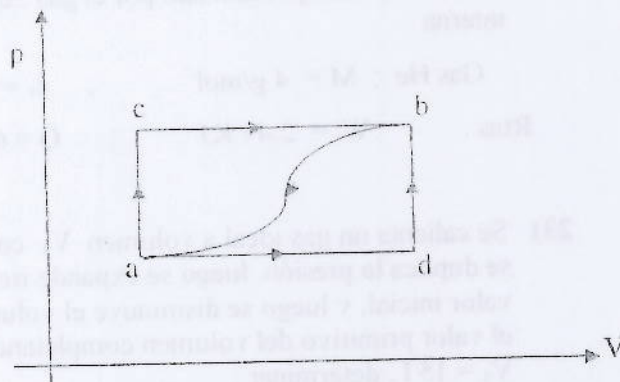
- 18) Una pared de ladrillo de 20 cm de espesor y conductividad térmica $5 \times 10^{-4} \text{ cal/s cm } ^\circ\text{C}$ separa una habitación en la que el aire tiene una temperatura de 15°C , del exterior donde el aire tiene una temperatura -5°C . Si el coeficiente de convección interior es de $10^{-4} \text{ cal/s cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ y el doble de este en el exterior, calcular:

- a) La corriente calorífica por unidad de área a través de la pared.
b) La temperatura de la superficie interior de la pared.
c) La temperatura de la superficie exterior de la pared.

Rta: a) $3,64 \text{ cal/s m}^2$; b) $11,4^\circ\text{C}$; c) $-3,2^\circ\text{C}$

APLICACIÓN DEL PRIMER PRINCIPIO

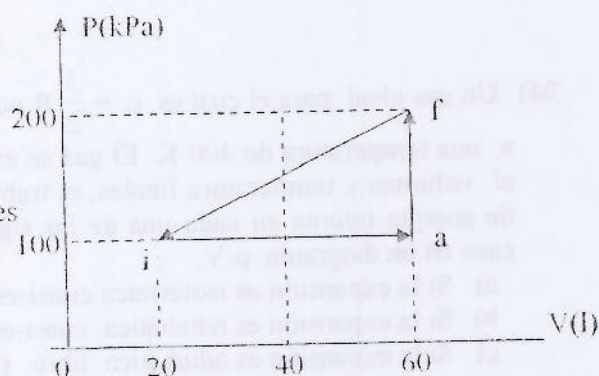
19) Cuando se lleva un sistema desde el estado a al estado b según la figura, a lo largo del camino acb, se entrega al sistema una cantidad de calor equivalente a 80 J y el sistema realiza 30 J de trabajo.



- ¿Cuanto calor recibirá el sistema a lo largo del camino adb si el trabajo que realiza fuera 10 J?
- El sistema vuelve del estado b al estado a por un camino curvo. El trabajo que se entrega al sistema es de 20 J. El sistema, ¿absorbe o entrega calor?, ¿cuánto?
- Si $U_a = 0$ y $U_d = 40$ J, hallar el calor absorbido en las transformaciones ad y db.

Rta: a) $Q_{adb} = 60$ J ; b) $Q_{ba} = -70$ J (entrega) ; $Q_{ad} = 50$ J ; $Q_{db} = 10$ J

20) Un fluido experimenta el proceso iaf representado en la figura, de tal forma que en la parte isobárica del proceso resulta $Q_{ia} = 11$ KJ y en la parte isocórica $Q_{af} = 12$ KJ. Si la energía interna del estado inicial i es $U_i = 2$ KJ, realizar las siguientes determinaciones:



- La energía interna del estado a.
- La energía interna del estado f.
- Suponer que el sistema regresa desde el estado f al estado i según la línea recta representada en la figura. ¿Cuánto calor se habrá extraído del sistema en este proceso?

Rta: a) $U_a = 9$ KJ ; b) $U_f = 21$ KJ ; c) $Q_{fi} = -25$ KJ

21) Un kilogramo de agua a 100 °C se vaporiza al estado de vapor de agua a 100 °C y presión de 1 atm (101.3 Kpa).

- Demostrar que en este proceso, 1 litro de agua se expande a un volumen de aproximadamente 1.700 litros de vapor de agua, suponiendo que el vapor de agua se comporta como un gas ideal.
- Calcular el trabajo realizado en esta expansión del volumen en contra de la presión atmosférica constante de 1 atm, el calor absorbido por el agua, y la variación de energía interna entre los dos estados del agua.
Calor latente de vaporización del agua a $p = 1$ atm = 540 cal/g

Rta: b) $W = 172$ KJ ; $Q = 2260$ KJ , $\Delta U = 2088$ KJ

22) Una masa de 20 g de gas He realiza una transformación isobárica a la presión constante de 150 Kpa pasando de una temperatura inicial de 20 °C a una final de 80 °C.

Calcular el trabajo realizado por el gas, el calor absorbido y la variación de energía interna.

Gas He : $M = 4 \text{ g/mol}$; $c_v = \frac{3}{2} R$; $c_p = \frac{5}{2} R$
 Rtas : $W = 2,49 \text{ KJ}$; $Q = 6,23 \text{ KJ}$; $\Delta U = 3,74 \text{ KJ}$

- 23) Se calienta un gas ideal a volumen V_1 constante, desde la presión inicial p_1 hasta que se duplica la presión, luego se expande isotérmicamente hasta que su presión alcanza el valor inicial, y luego se disminuye el volumen manteniendo la presión constante, hasta el valor primitivo del volumen completando así un ciclo cerrado. Si $p_1 = 101 \text{ Kpa}$ y $V_1 = 15 \text{ l}$, determinar :

- a) Representar este ciclo en ejes p - V y calcular el trabajo total realizado por el gas al cabo del ciclo.
 b) Calcular la variación de energía interna y el calor absorbido por el gas al cabo del ciclo

Rta : a) $W = 590 \text{ J}$; b) $\Delta U = 0$; $Q = W = 590 \text{ J}$

- 24) Un gas ideal para el cual es $c_v = \frac{3}{2} R$ ocupa un volumen de 2 m^3 a la presión de 3 atm y

a) una temperatura de 400 K . El gas se expande hasta la presión final de 1 atm . Calcular el volumen y temperatura finales, el trabajo realizado, el calor absorbido, y la variación de energía interna en cada una de las siguientes transformaciones, dibujándolas en cada caso en un diagrama p - V .

- a) Si la expansión es isotérmica cuasi-estática.
 b) Si la expansión es adiabática cuasi-estática.
 c) Si la expansión es adiabática libre (en contra del vacío).

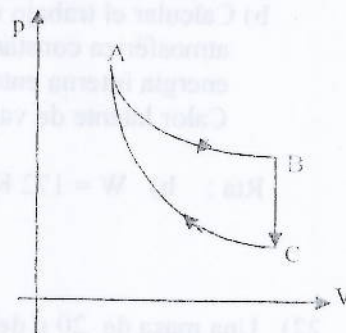
Rtas : a) $V = 6 \text{ m}^3$; $T = 400 \text{ K}$; $W = 668 \text{ KJ}$; $Q = W$; $\Delta U = 0$
 b) $V = 3,87 \text{ m}^3$; $T = 258 \text{ K}$; $W = 324 \text{ KJ}$; $Q = 0$; $\Delta U = -W$
 c) $V = 6 \text{ m}^3$; $T = 400 \text{ K}$; $W = 0$; $Q = 0$; $\Delta U = 0$

- 25) Un mol de gas ideal evoluciona según el ciclo indicado en la figura formado por una transformación isotérmica AB donde el gas absorbe calor de una fuente de temperatura T_A , luego efectúa una transformación isocora BC donde se enfría cediendo calor y finalmente una transformación adiabática CA que lo retorna al estado inicial.

Sabiendo que $p_A = 4 \text{ atm}$; $p_B = 2 \text{ atm}$;

$V_A = 10 \text{ l}$; $c_p = \frac{5}{2} R$, calcular :

- a) La cantidad de calor que el sistema intercambia con el medio exterior en cada transformación y en el ciclo total.
 b) El trabajo realizado en cada transformación y en todo el ciclo.
 c) El rendimiento del ciclo. El rendimiento η de una máquina térmica que opera entre dos temperaturas se define como el cociente entre el trabajo realizado al cabo del ciclo



y el calor absorbido de la fuente a mayor temperatura.

Rtas: a) $Q_{AB} = 2,81 \text{ KJ}$; $Q_{BC} = -2,25 \text{ KJ}$; $Q_{CA} = 0$; $Q_1 = 0,56 \text{ KJ}$
 b) $W_{AB} = 2,81 \text{ KJ}$; $W_{BC} = 0$; $W_{CA} = -2,25 \text{ KJ}$; $W_1 = 0,56 \text{ KJ}$
 c) $\eta = \frac{W_1}{Q_{AB}} = 0,20$

APLICACIÓN DEL SEGUNDO PRINCIPIO

26) Una máquina de Carnot absorbe calor de una fuente a una temperatura de 100°C y entrega calor a una fuente de 0°C . Si la máquina absorbe 1000 J de la fuente caliente; Calcular:

- a) El rendimiento.
- b) La cantidad de calor que entrega por ciclo.
- c) El trabajo que realiza.

Rtas.: a) $\eta = 0,268$; b) $Q = 732 \text{ J}$; c) $W = 268 \text{ J}$

27) Una máquina frigorífica de eficiencia igual a la mitad de la correspondiente máquina frigorífica de Carnot funciona entre dos fuentes a temperatura de 200 K y 400 K . Si absorbe 600 J de la fuente fría, cuánto calor entrega a la caliente.

Rta.: $Q = 1.800 \text{ J}$

28) Una máquina térmica cuyo rendimiento es la mitad del de una máquina de Carnot trabaja entre 0°C y 100°C . La fuente a 0°C es una gran masa de hielo. Si la máquina absorbe 1000 J por ciclo de la fuente más caliente. Hallar la masa de hielo fundida al cabo de una hora, durante la cual la máquina trabaja a razón de 100 ciclos por minuto.

Rta.: $m = 15,5 \text{ kg/h}$

29) Un sistema evoluciona según un ciclo de Carnot, absorbiendo calor de la fuente a 373 K , y entregando calor a la fuente de 273 K . Si en cada ciclo absorbe 1000 J de la fuente caliente.

Calcular:

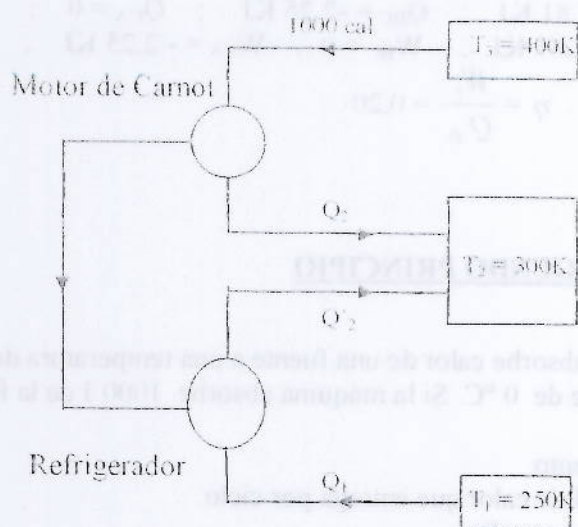
- a) La ΔS del sistema.
- b) La ΔS de las fuentes.
- c) La ΔS del universo.

Rtas.: a) $\Delta S_g = 0$; b) $\Delta S_f = 0$; c) $\Delta S_u = 0$

30) En la figura se muestra un motor reversible de Carnot que impulsa a un refrigerador de eficiencia igual a 2 . Suponiendo que ambas máquinas realizan un número entero de ciclos.

Calcular para cada 1000 cal que se extraen de la fuente a la temperatura T_1 :

- a) Las cantidades de calor intercambiadas por cada máquina con cada una de las fuentes.
- b) La ΔS de las fuentes.
- c) La ΔS del universo.



- Rta: a) $Q_1 = 500 \text{ cal}$; $Q_2 = 750 \text{ cal}$; $Q_2' = 750 \text{ cal}$
 b) $\Delta S_1 = -8,37 \text{ J/K}$; $\Delta S_2 = 20,9 \text{ J/K}$; $\Delta S_3 = -10,5 \text{ J/K}$
 c) $\Delta S_u = 2,09 \text{ J/K}$

-----○-----

PROBLEMAS DE CORRIENTE ALTERNA

1.-Una bobina posee una inductancia $L = 0,4 \text{ H}$ y resistencia propia $R_L = 100 \Omega$. La bobina se conecta a una línea de 220 volt eficaces y 50 Hz.

Determinar: a) El factor de potencia. b) La intensidad de corriente eficaz.
c) La potencia media suministrada por el generador.

Rta.: a) 0,62 b) 1,36 A c) 185 W

2.-Una bobina posee una resistencia en corriente continua de 80 ohm y una impedancia de 200Ω a una frecuencia de 500 Hz. Determinar: a) La inductancia L de la bobina. b) Su reactancia X_L a 1000 Hz.

Rta.: a) $L = 58,3 \text{ mH}$ b) $X_L = 366 \Omega$

3.-Una bobina con resistencia e inductancia se encuentran conectados a una línea de 220 volt, 50 Hz. La potencia media suministrada a la bobina es 120 W y la corriente eficaz es de $I_{ef} = 2 \text{ A}$. Determinar: a) El factor de potencia. b) La resistencia de la bobina. c) La inductancia de la bobina. d) ¿La intensidad de corriente atrasa o adelanta con respecto a la tensión del generador? Calcule el ángulo de fase.

Rta.: a) 0,27 b) $R_L = 30 \Omega$ c) $L = 0,3 \text{ H}$ d) $\phi = 74,3^\circ$

4.-Un generador que entrega una tensión de 100 volt eficaces se encuentra conectado a un circuito serie formado por un resistor y un capacitor. Si la tensión eficaz sobre el capacitor es de 80 volt. Determinar: a) La tensión eficaz sobre el resistor. b) Realice el diagrama de fasores.

Rta.: a) 60 volt

5.-Por una bobina circulan 15 A eficaces cuando se la conecta a una línea de 220 volt de c.a., 50 Hz. Cuando a la misma bobina se le conecta en serie una resistencia de 4Ω y al conjunto serie se le aplica una tensión continua de 100 volt, la corriente que suministra dicha fuente, luego del transitorio, es de 10 A.

Determinar: a) La resistencia R_L de la bobina. b) El valor del inductor L .

Rta.: a) $R_L = 6 \text{ ohm}$ b) $L = 44 \text{ mH}$

6.- Un circuito serie LCR, con $L = 10 \text{ mH}$, $C = 2 \mu\text{F}$ y $R = 5 \Omega$ se encuentra conectado a un generador de c.a. de 100 volt de tensión de cresta, dicho generador es de frecuencia f variable. Determinar: a) La frecuencia de resonancia. b) La intensidad de corriente eficaz I_{ef} en resonancia.

c) Si ahora la frecuencia $f = 1273$, determinar Z , I_{ef} y el ángulo de fase ϕ entre la tensión y la corriente.

Rta.: a) $f_0 = 1125 \text{ Hz}$ b) $I_{ef} = 14,1 \text{ A}$ c) $Z = 18,2 \Omega$, $I_{ef} = 3,9 \text{ A}$, $\phi = 45^\circ$

7.-Se conecta en serie con un generador de c.a. de 50 Hz una bobina de 0,25 H y un capacitor C . Utilizando un voltímetro de c.a. se mide una tensión eficaz de 75 volt sobre el capacitor y de 50 volt sobre la bobina. Determinar: a) La capacidad C b) La intensidad de corriente eficaz en el circuito. c) La tensión eficaz en el conjunto serie capacitor - bobina.

Rta.: $C = 27 \mu\text{F}$, $I_{ef} = 0,64 \text{ A}$, $V_{LC} = 25 \text{ volt}$

8.-Cuando se conecta un circuito serie LCR a una línea de 50 Hz y 220 volt eficaces, la corriente es $I_{ef} = 11 \text{ A}$ y la corriente adelanta a la tensión del generador en 45° . Determinar: a) Hallar la potencia media suministrada al circuito. b) La resistencia. c) Si la $L = 0,5 \text{ H}$, calcular la capacidad C .

Rta.: a) $P_m = 1711 \text{ W}$, b) $P = 14,1 \text{ W}$, c) $C = 18,6 \mu\text{F}$

PROBLEMAS DE OPTICA ONDULATORIA.

P.1- En un dispositivo de doble rendija similar al utilizado para la experiencia de Young, la distancia d entre rendijas es de $0,1 \text{ mm}$, la distancia x a la pantalla es 30 cm y las rendijas son iluminadas con una luz de longitud de onda $\lambda = 590 \text{ nm}$. Calcular:

a) Las coordenadas de los mínimos para $m = 0, 1$ y 2 . b) Las coordenadas del primero y segundo máximos. c) Distancia entre máximos y mínimos consecutivos. d) Coordenada angular θ para el décimo máximo.

Respuesta: a) $y_0 = 0,885 \text{ mm}$, $y_2 = 2,65 \text{ mm}$, $y_3 = 4,42 \text{ mm}$

b) $y_1 = 1,77 \text{ mm}$, $y_2 = 3,54 \text{ mm}$ c) $\Delta y = 0,885 \text{ mm}$ d) $\theta = 3,38^\circ$

P.2- Dos rendijas paralelas cuyos centros se encuentran separados $0,7 \text{ mm}$ se iluminan con luz monocromática. En una pantalla colocada a 40 cm de las rendijas se obtienen las bandas de interferencia, siendo la distancia entre dos franjas oscuras consecutivas de $0,30 \text{ mm}$. Hallar la longitud de onda de la luz.

Respuesta: $\lambda = 525 \text{ nm}$

P.3- Dos rendijas que se encuentran a una distancia de $0,1 \text{ mm}$, se utilizan para realizar la experiencia de Young, si la pantalla donde se recoge el diagrama de interferencia se encuentra a una distancia $x = 50 \text{ cm}$ y las rendijas son iluminadas con una luz violeta de $\lambda_v = 400 \text{ nm}$ y roja de $\lambda_r = 700 \text{ nm}$. Determinar en la pantalla la distancia entre el máximo central y el primer máximo a cada lado para cada color.

Respuesta: $y_v = 2 \text{ mm}$, $y_r = 3,5 \text{ mm}$

P.4- Determinar la distancia d , entre rendijas, en un dispositivo para realizar la experiencia de Young, tal que produzca franjas de interferencia separadas 10^{-6} sobre una pantalla lejana. Suponer que las rendijas son iluminadas con luz de sodio de $\lambda_{na} = 589 \text{ nm}$.

Respuesta: $d = 3,39 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

P.5- Supongamos poseer 3 fuentes coherentes, que emiten en fase, separadas una distancia $d = 4 \lambda$. Encontrar la coordenada angular del primero y segundo mínimo.

Nota: Recordar que si tenemos mas de dos fuentes, existen $(N - 1)$ mínimos entre dos máximos principales, con máximos secundarios entre dichos mínimos siendo N el número de fuentes.

Respuesta: $\theta_1 = 4,78^\circ$ $\theta_2 = 9,59^\circ$

P. 6 – Cuando se ilumina una doble rendija con una separación d , con luz coherente de longitud de onda λ , la distancia entre los máximos adyacentes en una pantalla lejana es de 1 cm . Si la separación entre las rendijas se aumenta al doble y la longitud de onda de la luz incidente se reduce a la mitad, la distancia entre los máximos adyacentes en la pantalla entonces será:

a) 4 cm b) 2 cm c) 1 cm d) $0,25 \text{ cm}$ e) $0,5 \text{ cm}$

Respuesta: $0,25 \text{ cm}$

P.7- En ciertos casos se desea dirigir la mayor parte de la energía radiada por un transmisor de radio en determinadas direcciones, en estos casos se utilizan pares o conjuntos de antenas que se comportan como ranuras radiadoras de ondas electromagnéticas, de esta forma este es un problema de ondas idéntico al de la luz. Un transmisor de 60 Megahertz alimenta en fase dos antenas idénticas, separadas una distancia $d = 15 \text{ m}$. Determine: a) ¿ En que direcciones la intensidad es cero? b) ¿ En qué dirección con respecto al máximo central la intensidad de la onda I_0 ha caído a la mitad?

Respuesta: a) $\theta_0 = 9^\circ 35'$ $\theta_1 = 30^\circ$ $\theta_2 = 56^\circ 26'$ b) $\theta = 4^\circ 45'$

P.8- Se efectúa un experimento de interferencia con doble rendija en una cámara que se puede evacuar completamente. Con luz monocromática se observa un patrón de interferencia cuando dicha cámara está abierta al aire. Al realizar el vacío en el recipiente, un observador cuidadoso observará que las franjas de interferencia:

- a) Cambian su color hacia el rojo. b) Desaparecen completamente c) No cambian
d) Se mueven apartándose ligeramente. e) Se mueven juntándose ligeramente

Respuesta: (d)

P.9- Un par de rendijas se iluminan con luz amarilla proveniente de una lámpara de vapor de sodio de $\lambda = 589 \text{ nm}$. La distancia entre rendijas es de 1 mm y el patrón de interferencia que se observa en una pantalla que se encuentra a 2 m de las rejillas posee una separación entre máximos adyacentes de $1,178 \text{ mm}$. Si ahora colocamos inmediatamente detrás de una de las rendijas un vidrio de $n = 1,55$, tal que los lugares de máximos y mínimos en la pantalla se corren, de tal modo que donde antes había un máximo ahora existe un mínimo. Se pregunta ¿Cuál es el menor espesor de vidrio que puede dar este efecto?

Respuesta: $e = 535 \text{ nm}$

P.10- Una lámina de vidrio de $0,45 \mu\text{m}$ de espesor es iluminada con un haz de luz blanca, normal a la lámina. Teniendo en cuenta que el índice de refracción n_v del vidrio es $1,5$. ¿Qué longitudes de onda dentro del espectro visible aparecerán intensificadas en el haz reflejado? (Espectro visible $\lambda_0 = 400 - 700 \text{ nm}$)

Respuesta: Solo $\lambda_0 = 540 \text{ nm}$ para $m = 2$

P.11 – Sobre una película jabonosa ($n_a = 1,33$) incide luz blanca, formando un ángulo de 40° con la normal a la película. ¿Qué espesor mínimo debe tener la película para que los rayos reflejados tengan coloración amarilla? ($\lambda_0 = 600 \text{ nm}$).

Respuesta: $e = 99 \text{ nm}$

P.12 – Sobre una película jabonosa ($n = 1,33$), en el aire, incide normalmente un haz de luz blanca si la luz reflejada es de 570 nm (amarillo-verdoso). Determinar el espesor de la película de jabonosa.

Respuesta: $e = 107 \text{ nm}$

P.13- El ancho Δy del máximo central, (distancia entre los mínimos para $m = 1$) en el diagrama de difracción para una sola rendija es de $5,4 \text{ mm}$. La luz utilizada posee una longitud de onda $\lambda = 584 \text{ nm}$. Si la distancia focal de la lente es de $1,30 \text{ m}$ (distancia a la pantalla) y la lente se encuentra muy cerca de la ranura. Determine el ancho de la rendija

Respuesta: $a = 0,281 \text{ mm}$

P.14 – Una rendija de $0,1 \text{ mm}$ de ancho se ilumina con luz de longitud de onda 600 nm , el diagrama de difracción es focalizado sobre una pantalla que se encuentra a 40 cm de la lente, encontrándose la lente muy próxima a la ranura. Hallar la distancia y la coordenada angular entre el centro de la franja central brillante y el 2do y 3er. Mínimo.

Respuesta: $y_2 = 4,8 \text{ mm}$, $\theta_2 = 0,68^\circ = 0^\circ 41'$

$y_3 = 7,3 \text{ mm}$, $\theta_3 = 1,03^\circ = 1^\circ 1'$

P.15- En el problema 14, determinar que porcentaje de la intensidad máxima representan las intensidades del primero y segundo máximo, considerando que éstos se encuentran, aproximadamente, en la coordenada angular media entre los mínimos adyacentes.

Respuesta: 1°) $4,5 \%$ 2°) $1,62 \%$

P.16- Una abertura de ancho a , se encuentra iluminada con luz blanca. a) Se pregunta: ¿Para qué valor de a se produce el primer mínimo para la luz roja ($\lambda = 650 \text{ nm}$) con un ángulo $\theta = 20^\circ$? b) Determinar que longitud de onda λ' de la luz incidente, cuyo primer máximo de difracción (no contando el máximo central) coincide con el primer mínimo de luz roja.

Respuesta: a) $a = 1,9 \cdot 10^{-6}$ b) $\lambda' = 433,2 \text{ nm}$

P.17- Un haz de luz blanca es difractada por una red plana de 200 líneas / milímetro. a) Hallar la desviación angular de la línea roja ($\lambda = 650 \text{ nm}$) en el espectro de tercer orden. b) Determinar cual es el máximo orden (valor de m) que es posible obtener para dicha línea y la coordenada angular que corresponde.

Respuesta: a) $\theta = 22^\circ 52'$ b) $m = 7$, $\theta = 65^\circ 30'$

P.18- Se efectúa un experimento con una rejilla y se observa que el ángulo de desviación de un haz de luz de $\lambda_0 = 700 \text{ nm}$ es de 30° en el máximo de 2do. orden ($m = 2$) Determinar:

a) El número de líneas por mm de la rejilla utilizada.

b) El número de órdenes (m) del espectro visible completo (400 a 700 nm) que se pueden observar con esta rejilla.

Respuesta: a) 357 líneas / mm b) $m = 3$

P.19 - Una figura de difracción de Fraunhofer, aparece sobre el plano focal de una lente de distancia focal 80 cm, cuando una red de difracción es iluminada normalmente con luz de longitud de onda $\lambda = 650 \text{ nm}$. Se observa entonces que la distancia entre dos máximos consecutivos es de 1,04 mm y que el máximo de 5º orden no aparece. Determinar:

a) Distancia d entre las líneas de la red. b) Ancho a de la ranura.

Respuesta: a) 500 μm b) 100 μm

P.20 - Una lámpara de vapor de sodio excitada emite dos líneas de longitudes de onda muy cercanas $\lambda_1 = 589,00 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 589,59 \text{ nm}$, llamadas **doblete del sodio**. Se pregunta:

a) ¿Qué mínimo de ranuras se requieren en una rejilla para resolver el doblete de sodio en el primer orden? b) ¿En el cuarto orden?

Respuesta: a) 1000 b) 250

P.21- Una parte importante del espectro de emisión de una lámpara de vapor de sodio, consiste en las dos líneas amarillas conocidas como doblete del sodio de 589,00 nm y 589,59 nm de longitud de onda. Este haz incide normalmente sobre una red de difracción cuyas rendijas se encuentran a una distancia $d = 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$, si el haz solo ilumina 1,7 mm. Determine a) ¿Bajo las condiciones anteriores se resuelve el doblete del sodio? b) Si NO se resuelve, ¿Qué soluciones propone?

P.22 - En referencia al espectroscopio de PRISMA y de REJILLA, una de las siguientes opciones es la correcta:

a) En la rejilla sufre mayor desviación el rojo que el violeta.

b) En la rejilla sufre menor desviación el rojo que el violeta igual que en el prisma.

c) En la rejilla sufre menor desviación el rojo que el violeta opuesto a lo que ocurre en el prisma.

d) En la rejilla sufre mayor desviación el rojo que el violeta opuesto a lo que ocurre en el prisma.

P.23- Demostrar que en el espectro de luz blanca obtenido con una red de difracción, la línea roja ($\lambda = 540 \text{ nm}$) del espectro de segundo orden está por encima de la línea violeta ($\lambda = 400 \text{ nm}$) del espectro de tercer orden.

P.24 - Un radar de control terrestre genera un haz de microondas de frecuencia $f = 5,2 \text{ GHz}$. Se pregunta: ¿Qué tamaño debe tener el plato de la antena parabólica si el radar debe discernir dos aeroplanos separados por 20 minutos de arco?

RESPUESTA: Diámetro = 10,5 m

P.25 – Una cámara fotográfica posee una lente de distancia focal $f = 50 \text{ mm}$ y abertura máxima $f/2,8$. La cámara enfoca la imagen de un objeto que se encuentra a 9 m de distancia. Sabemos que la resolución se encuentra limitada por la difracción se pregunta entonces:

a) ¿Cuál es la mínima distancia entre dos puntos del objeto que se puedan resolver? b) ¿Qué distancia tendrían dichos puntos en la imagen? c) ¿Cómo se modifican las respuestas (a) y (b) si la abertura se lleva a $f/16$? Suponemos en todos los casos un $\lambda = 500 \text{ nm}$

RESPUESTA: a) $y = 0,252 \text{ mm}$ b) $y' = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$