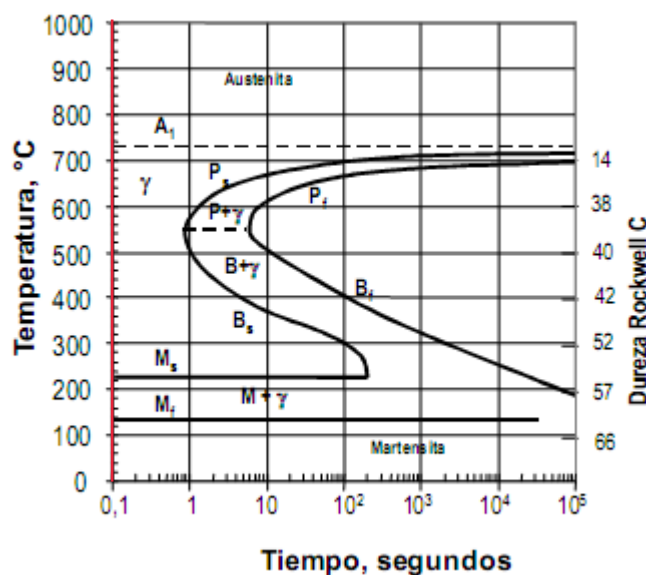




CIENCIAS DE LOS MATERIALES - AÑO 2022

CUESTIONARIO UNIDAD VI

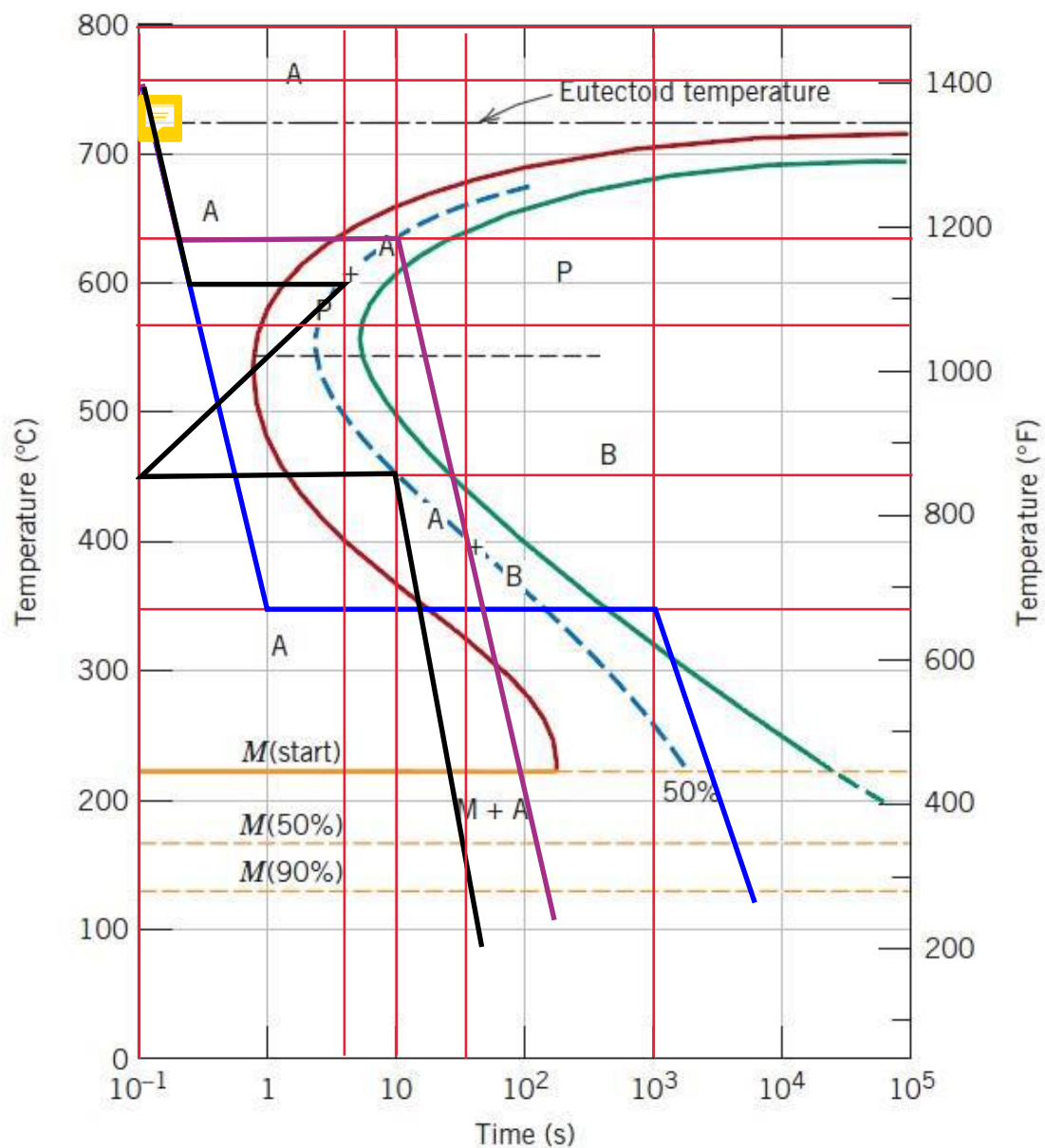
1. Dibuje un diagrama de transformación isotérmica para un acero de carbono eutectoide e indique los diferentes productos de descomposición. ¿Cómo se puede construir tal diagrama mediante una serie de experimentos?
2. Defina la estructura martensítica.
3. ¿A qué se debe la alta dureza y resistencia (aunque poca ductilidad y tenacidad) que se originan en las martensitas de los aceros cuando el contenido de carbono es alto?
4. Si una muestra delgada de un acero de carbono eutectoide se temple en agua desde la región austenítica hasta la temperatura ambiente. ¿Cuál será su microestructura?
5. Utilizando el diagrama TTT correspondiente a un acero eutectoide, de la figura, describe el tratamiento isotérmico completo y la microestructura después de cada paso requerido para obtener una dureza de 32 Rc.



6. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero de composición eutectoide, especificar la naturaleza de la microestructura resultante (en términos de los microconstituyentes presentes y porcentajes aproximados) de una probeta que se ha sometido a los tratamientos tiempo-temperatura siguientes. Suponer en cada caso, que la probeta que se ha se ha calentado a 760°C durante el tiempo suficiente para alcanzar una estructura austenítica homogénea.
(a).- Enfriar rápidamente a 350 °C, donde se mantiene 10³ s y luego templar a temperatura ambiente.



- (b).- Enfriar recipiente a 625 °C, mantener a esta temperatura durante 10 s y luego templar en temperatura ambiente.
- (c).- Enfriar rápidamente a 600 °C, mantener a esta temperatura durante 4 s, enfriar rápidamente a 450°C, mantener 10 s y templar a temperatura ambiente.
- (d).- Enfriar rápidamente a 425 °C durante 20 s y enfriar lentamente hasta temperatura ambiente.
- (e).- Enfriar rápidamente a 665 °C, mantener durante 10^3 s y templar a temperatura ambiente.
- (f).- Enfriar rápidamente a 575 °C, mantener durante 20 s, enfriar rápidamente a 350 °C, mantener durante 100 s y templar a temperatura ambiente.
- (g) Enfriar rápidamente a 350 °C, mantener durante 150 s, templar en agua hasta temperatura ambiente.





7. Dibuje los caminos de enfriamiento tiempo temperatura para un acero 1080 (eutectoide) en un diagrama de transformación isotérmico que conducirán a las siguientes microestructuras:

Comience con los aceros en la condición austenítica a tiempo 0 y 850°C.

- 100% martensita
- 50% martensita y 50% perlita gruesa
- 100% perlita fina
- 50% martensita y 50% bainita inferior
- 50 % martensita y 50 % austenita
- 50 % perlita gruesa, 25 % bainita y 25 % martensita
- 100% bainita inferior

8. En un acero eutectoide:

- ¿Cuál es el tiempo necesario para que un 50 % de la austenita se transforme en perlita a 600 °C?
- ¿Cuál es el tiempo necesario para que un 50 % de la austenita se transforme en bainita a 300 °C?

9. a) Determinar la microestructura de un acero de 0,77% de C es sometido al siguiente tratamiento térmico: I) temple instantáneo desde la región austenítica y hasta 600 °C, II) mantenimiento a esta temperatura durante 3 segundos III) temple instantáneo hasta 250 °C. IV) se mantiene la microestructura resultante durante 2000 segundos a 250 °C y posteriormente se enfría rápidamente hasta temperatura ambiente. b) ¿Qué ocurriría si la microestructura resultante en II) se temple directamente hasta la temperatura ambiente.

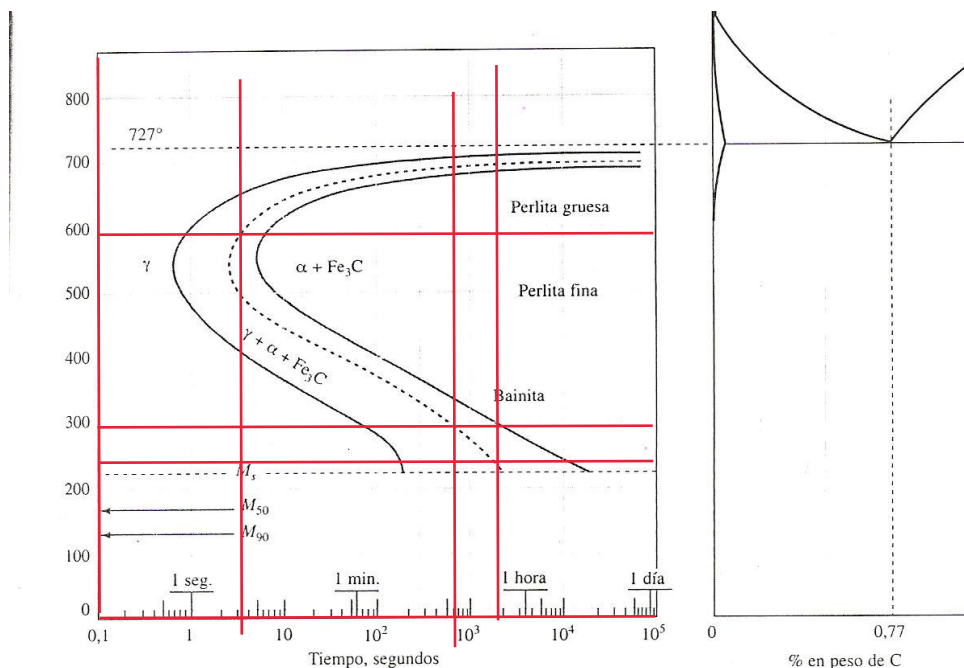


FIGURA 6.10. Diagrama TTT para el acero eutectoide más completo que el de la Figura 6.6. Se muestran en él distintas etapas de la transformación martensítica independiente del tiempo (o sin difusión) en forma de líneas horizontales. M_s representa el inicio, M_{50} , el 50 por 100 de la transformación y M_{90} , el 90 por 100 de la transformación. El 100 por 100 de martensita no se alcanza hasta llegar a una temperatura final (M_f) de -46 °C.



10. Un acero al carbono, con un 0.5% de C, es calentado a 800°C durante 1 hora, enfriado rápidamente a 700°C manteniéndolo a esta temperatura durante 50 s, enfriado de nuevo a 400°C durante 20 s, y finalmente enfriado a temperatura ambiente. ¿Cual es la microestructura final del acero tras el tratamiento?

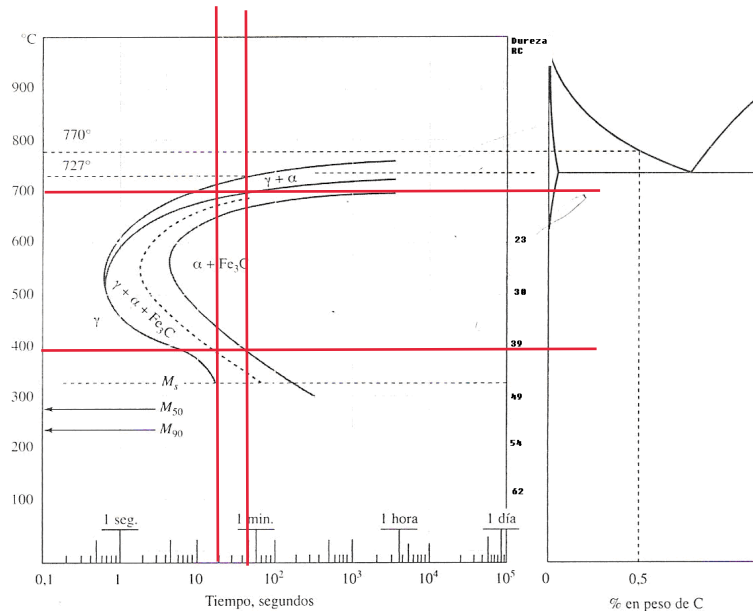
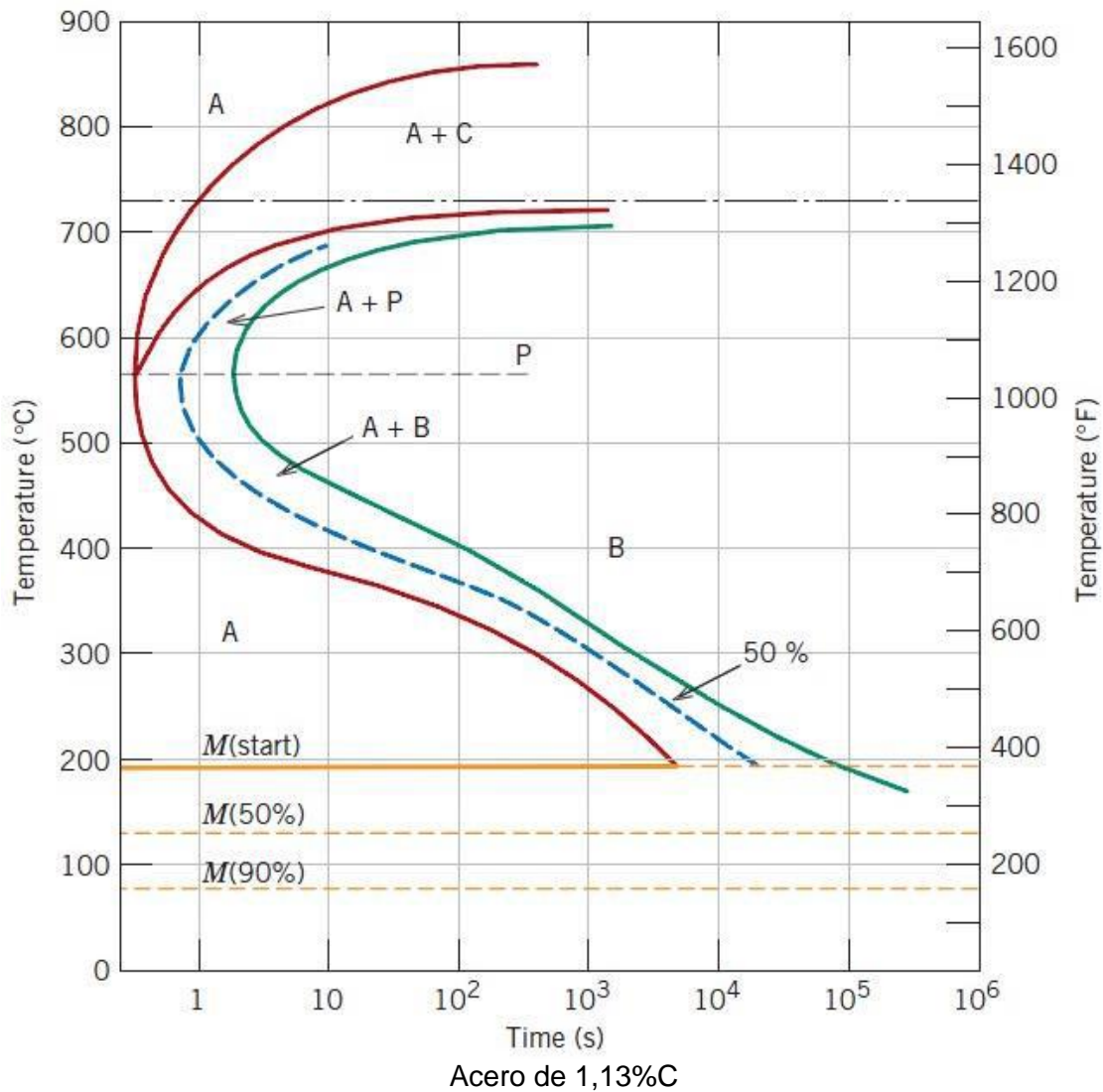


FIGURA 6.14. Diagrama TTT para una composición hipoeutectoide (0,5 por 100 en peso de C) comparado con el diagrama de fases Fe-Fe₃C. La evolución de la microestructura de esta aleación durante el enfriamiento lento se mostraba en la Figura 5.30. Comparando las Figuras 6.10, 6.13 y 6.14 se puede observar que la transformación martensítica tiene lugar a temperaturas decrecientes según aumenta en contenido en carbono en las proximidades de la composición eutectoide. (Diagrama TTT de *Atlas of Isothermal Transformation and Cooling Transformation Diagrams*, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1977.)

11. Utilizando el diagrama TTT correspondiente a un acero al carbono con un 0,5% C. Describir el tratamiento térmico y la cantidad de cada constituyente después de cada fases del tratamiento para obtener una dureza en el acero de 23 Rc.
12. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero con 1.13 %C, determinar la microestructura final (en términos de los microconstituyentes presentes) de una probeta sometida a los siguientes tratamientos. En cada caso suponer que la probeta se ha calentado a 920 °C durante el tiempo suficiente para conseguir la estructura austenítica completa y homogénea.
- a).- Enfriar rápidamente a 250 °C, mantener durante 10³ s y templar a temperatura ambiente.
 - b).- Enfriar rápidamente a 775 °C, mantener durante 500 s y templar a temperatura ambiente.
 - c).- Enfriar rápidamente a 400 °C, mantener durante 500 s y templar a temperatura ambiente.
 - d).- Enfriar rápidamente a 700 °C, mantener a esta temperatura durante 10⁵ s, y templar a temperatura ambiente.
 - e).- Enfriar rápidamente a 650 °C, mantener a esta temperatura durante 3 s, enfriar rápidamente a 400 °C, mantener a esta temperatura durante 25 s y templar a temperatura ambiente.



- f).- Enfriar rápidamente a 350 °C, mantener durante 300 s y temprar a temperatura ambiente.
- g).- Enfriar rápidamente a 675 °C, mantener durante 7 s y templar a temperatura ambiente.
- h).- Enfriar rápidamente a 600 °C, mantener a esta temperatura durante 7 s, enfriar rápidamente a 450 °C, mantener durante 4 s y templar a temperatura ambiente.



13. Estimar la velocidad de temple necesaria para evitar la formación de perlita en:
a) un acero 0,5% de carbono, b) un acero 0,77 %, c) un acero 1,13 % de peso en carbono.
14. Se realiza una medida de dureza en un punto crítico de un eje de remolque de acero 4340 forjado. El valor de dureza obtenido es de 45 en la escala rockwell C. ¿Cuál es la velocidad de enfriamiento experimentada por la pieza en el punto en cuestión?
15. A) Un acero 1050 (hierro con 0,5% de carbono) se temple rápidamente hasta 330 °C, se mantiene dicha temperatura durante 10 minutos y después se



- enfria hasta temperatura ambiente. ¿Cuál es la microestructura resultante?, p)
¿Qué nombre recibe este tratamiento térmico?
16. Tres aceros eutectoides distintos reciben el siguiente tratamiento térmico: a) temple instantáneo hasta 300 °C, permanencia durante dos minutos y posterior enfriamiento hasta temperatura ambiente b) temple instantáneo hasta 400 °C, permanencia durante dos minutos y posterior enfriamiento hasta temperatura ambiente c) temple instantáneo hasta 100 °C, permanencia durante dos minutos y posterior enfriamiento hasta temperatura ambiente. Ordenar estos tratamientos térmicos según valores decrecientes de dureza del producto final. Explicar brevemente la respuesta.
17. Describa el tratamiento térmico de recocido completo para un acero de carbono ordinario. ¿Qué tipo de microestructuras se producen por recocido completo?
- a) de un acero eutectoide
b) de un acero hipoeutectoide
18. ¿Qué tipo de microestructuras se producen en las distintas etapas del revenido de un acero al carbono? ¿Cuáles son las características mecánicas que presenta cada una de las etapas?
19. Describa el proceso de martempering y represéntelo gráficamente en un Curva S.
20. Describa el proceso de austempering y represéntelo gráficamente en una Curva S.
21. Explique el sistema de numeración usado por la AISI y SAE para los aceros al carbono.
22. Defina la templabilidad de un acero.
23. ¿Qué utilización industrial presentan las curvas Jominy de templabilidad?

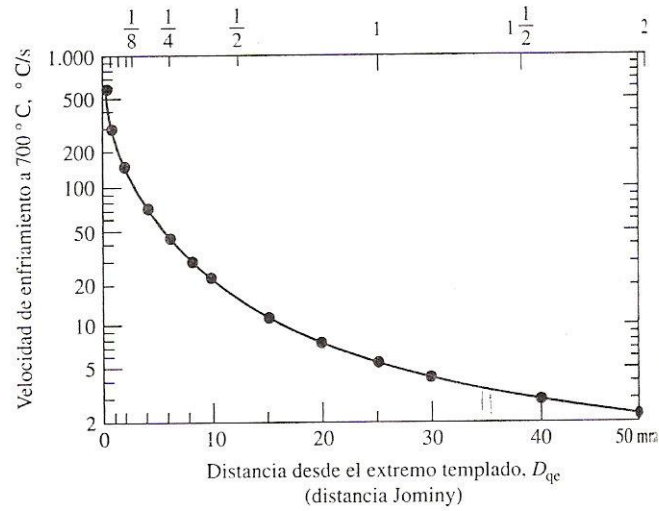


FIGURA 6.20. La velocidad de enfriamiento de la barra Jominy (véase la Figura 6.19) varía a lo largo de su longitud. Esta curva es aplicable a casi todos los aceros al carbono y de baja aleación. (De L. H. Van Vlack, *Elements of Materials Science and Engineering*, 4th. Ed., Addison-Wesley Publishing Co., Inc., Reading, Mass., 1980.)

FIGURA 6.22. Curvas de templabilidad para varios aceros con el mismo contenido en carbono (0,40 por 100 en peso) y distinto contenido en elementos aleantes. Los códigos que designan las composiciones de las aleaciones se definen en la Tabla 7.1. (De W. T. Lankford et al., *The Making, Shaping, and Treating of Steel*, 10th Ed., United States Steel, Pittsburg, Pa., 1985. Copyright 1985 by United States Steel Corporation.)

