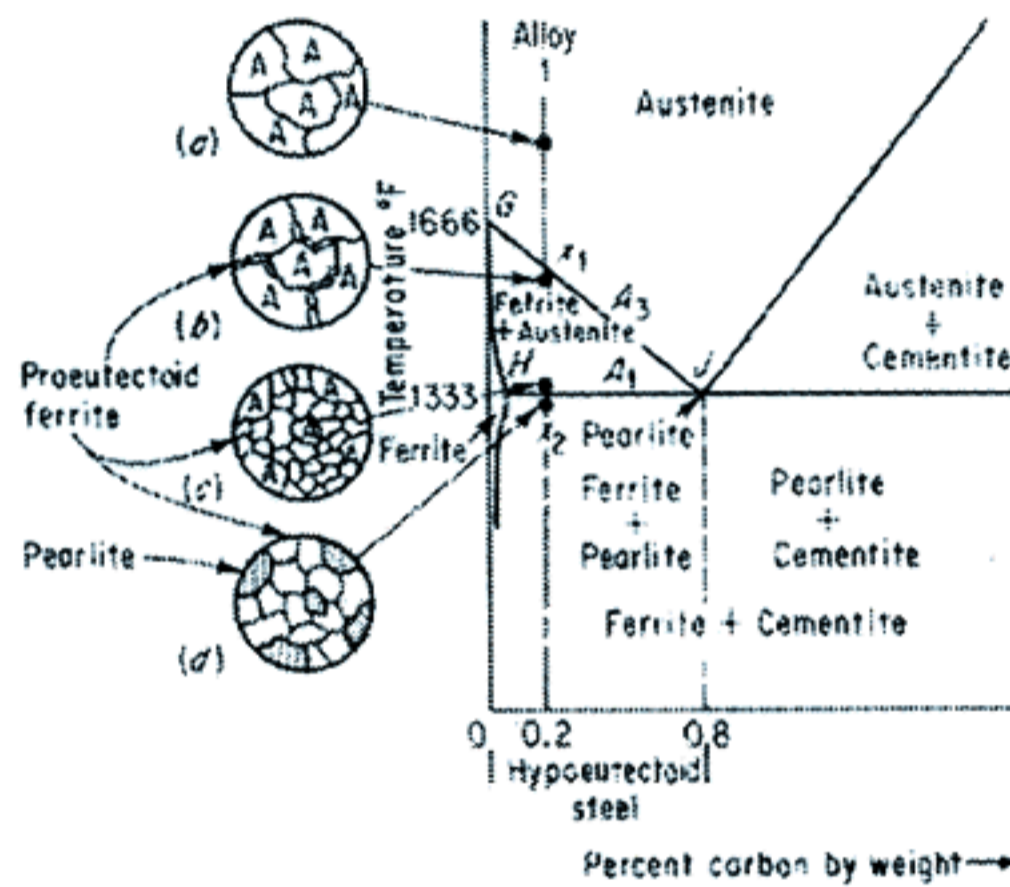


	<b>แผนการสอน</b>	รหัสรายวิชา 01-440-308	
	สมบัติและประโยชน์ของเหล็กกล้า	บทเรียนที่	42
		เวลา	100 นาที

- จุดประสงค์**
- 421 อธิบายการเริ่มต้นตัวของเหล็กกล้าในแผนภาพการสมดุลได้
- 422 อธิบายการเปลี่ยนอันธรูปของเหล็กกล้าบริเวณเส้นวิกฤต
- 423 อธิบายสมบัติของเหล็กกล้าที่ใช้ทำเครื่องมือ
- 424 จำแนกประเภทโลหะผสมของเหล็กกล้า

### การเริ่มต้นตัวของเหล็กกล้าเมื่ออุณหภูมิลดลงในสภาพสมดุล

จะศึกษาเฟสไดอะแกรมของเหล็ก-เหล็กคาร์ไบด์ ทางด้านซ้ายซึ่งเป็นบริเวณ "เหล็กกล้า" จะพิจารณาเหล็กกล้าสัดส่วนผสมต่าง ๆ 2-3 ชนิดตรงบริเวณดังกล่าว



**ภาพ** แสดงการเปลี่ยนโครงสร้างในช่วงการเริ่มต้นตัวของเหล็กกล้าผสมคาร์บอน 0.20 %

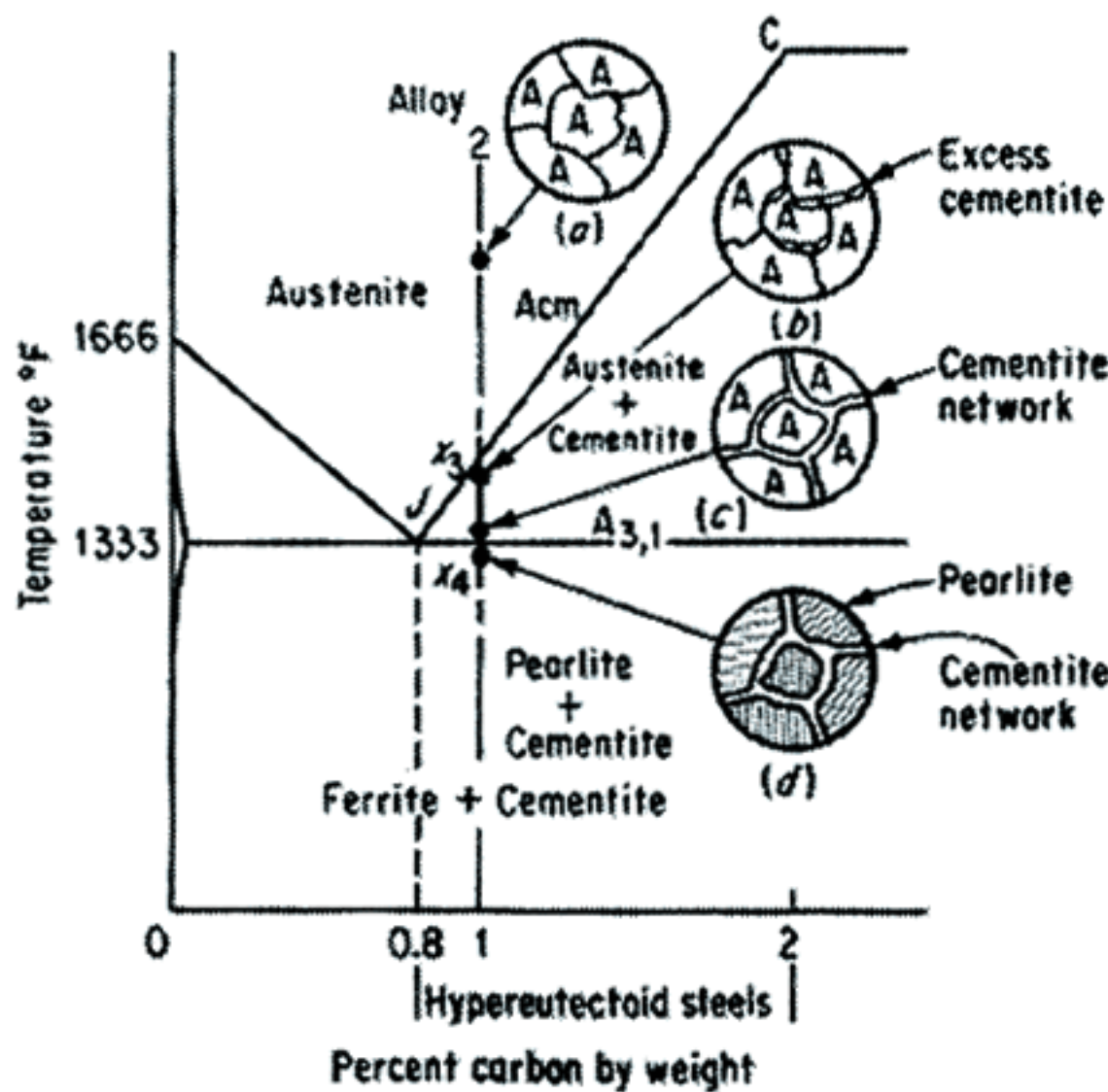
- (a) ออสเทนไนท์
- (b) การก่อตัวของเฟอร์ไรท์
- (c) เกรนของเฟอร์ไรท์โตขึ้น และออสเทนไนท์จะมีคาร์บอนผสมสูงขึ้นเป็น 0.8 %
- (d) ออสเทนไนท์เปลี่ยนโครงสร้างเป็นเพิร์ลไลท์ที่ 1333 °F

alloy 1 เป็นเหล็กกล้าไฮโปยูเทคตอยท์ที่มี C เป็นส่วนผสม 0.2 % ขณะที่โลหะผสมอยู่ในช่วงออสเทนไนท์จะมีลักษณะที่อะตอมของ C แทรกไปอยู่ตามช่องว่างของโครงผลึกของเหล็กซึ่งเป็นแบบ fcc สม่่าเสมอที่ทั้งชิ้นโลหะดังกล่าว เมื่ออุณหภูมิลดลงถึงจุด x<sub>1</sub> บนเส้น GJ เส้น GJ นี้เรียกว่าเส้นอุณหภูมิวิกฤตบน (upper critical temperature) เรียกสั้น ๆ ว่าเส้น A<sub>3</sub> จะบอกการเปลี่ยนแปลงอันธรูปของเหล็กจาก fcc เป็น bcc สำหรับเหล็กบริสุทธิ์เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ

1666 ° F อุณหภูมิจะลดต่ำลง ถ้ามีคาร์บอนเข้าไปผสมมากขึ้นตามการเอียงของเส้น  $A_3$  ที่จุด  $x_1$  โครงสร้างเฟอไรต์จะเริ่มเกิดขึ้นที่รอยต่อของเกรนของโครงสร้างออสเทนไนต์ เนื่องจาก C ละลายในเฟอไรต์ได้น้อย ตรงส่วนใดที่ออสเทนไนต์เปลี่ยนเป็นเฟอไรต์จะมีอะตอมของคาร์บอนหลุดออกมาจากสารละลายจำนวนหนึ่งก่อนที่จะเปลี่ยนรูปผลึกเป็น bcc ดังนั้น เมื่ออุณหภูมิลดลงเรื่อย ๆ ออสเทนไนต์ที่เหลืออยู่จะมีส่วนผสมที่เป็น C มากขึ้น ในที่สุดอุณหภูมิจะลดลงถึงเส้น HJ ที่จุด  $x_2$  เรียกเส้นนี้ว่า เส้นอุณหภูมิลดต่ำ (lower critical temperature) เรียกสั้น ๆ ว่า  $A_1$  เป็นเส้นที่แสดงปฏิกิริยายูเทคตอยด์ เหนือเส้น  $A_1$  เล็กน้อย โครงสร้างของเหล็กจะประกอบด้วยออสเทนไนต์ 25 % และเฟอไรต์ 75 % (ภาพ c) โดยออสเทนไนต์จะมีคาร์บอนปนอยู่ 0.8 % โครงสร้างส่วนนี้จะเกิดปฏิกิริยายูเทคตอยด์ ดังสมการ



อย่าลืมว่ามีแต่ออสเทนไนต์เท่านั้นที่เปลี่ยนแปลงที่เส้น  $A_1$  เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดลงจะได้โครงสร้างแบบ Pearlite 25 % และ Ferrite 75 %



ภาพ แสดงการเปลี่ยนโครงสร้างในช่วงการเย็นตัวของเหล็กกล้า

alloy 2 เป็นเหล็กกล้าไฮโปยูเทคตอยด์ ที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสม 1 % ในบริเวณออสเทนไนต์มีโครงสร้างเป็น fcc (ภาพ a) เมื่ออุณหภูมิลดลงถึงเส้น CJ จึงเป็นเส้นอุณหภูมิลดต่ำ เรียกว่า เส้น  $A_{cm}$  เป็นเส้นที่แสดงปริมาณคาร์บอนสูงสุดที่เข้าผสมในโครงสร้างออสเทนไนต์ เหนือเส้น  $A_{cm}$  โครงสร้างออสเทนไนต์เป็นสารละลายของแข็งที่ยังไม่อิ่มตัวบนเส้น  $A_{cm}$  ที่จุด  $x_3$  โครงสร้างออสเทนไนต์จะมีปริมาณคาร์บอนอิ่มตัว ปริมาณของคาร์บอนสูงสุดที่สามารถละลายในออสเทนไนต์ จะเลื่อนลงมาตามเส้น  $A_{cm}$  คาร์บอนส่วนเกินจากภาวะอิ่มตัวของออสเทนไนต์จะกลายเป็นซีเมนไทต์ตามของเกรน (ภาพ b และ c) ที่จุด  $x_4$

เป็นอุณหภูมิยูเทคตอยท์เส้นนี้เป็นเส้นอุณหภูมิวิกฤติล่างทางด้านไฮเปอร์ยูเทคตอยด์เรียกสั้น ๆ ว่า  $A_{3,1}$

พิจารณาเนื้อเส้น  $A_{3,1}$  เล็กน้อย โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นออสเทนไนท์ที่มีซีเมนไทต์ เกาะตัวกันเป็นโครงข่ายล้อมผลึกออสเทนไนท์

ปริมาณของซีเมนไทต์หาออกมาได้เป็น % ดังนี้

$$\% \text{ Cementite} = \frac{1.0 - 0.8}{6.67 - 0.8} \times 100 = 3.4\%$$

$$\% \text{ Austenite} = \frac{6.64 - 1.00}{6.67 - 0.8} \times 100 = 96.6\%$$

เมื่อผ่านเส้น  $A_{3,1}$  ออสเทนไนท์ที่มีโครงสร้างแบบ fcc จะเปลี่ยนอันรูปเป็นเฟอไรท์ มีโครงสร้างแบบ bcc และเป็นซีเมนไทต์ เรียกสารผสมนี้ว่า pearlite เมื่อวิเคราะห์โครงสร้างพบว่าโลหะผสมจะประกอบด้วย pearlite 96.6 % (ที่เกิดจากเส้นออสเทนไนท์ที่เส้น  $(A_{3,1})$  และมีซีเมนไทต์ที่เกิดขึ้นระหว่างเส้น  $A_{cm}$  กับเส้น  $A_{3,1}$  เป็นโปรยูเทคตอยด์

สมบัติทางกลของโลหะผสมขึ้นอยู่กับสมบัติของเฟสและลักษณะของเฟสต่าง ๆ ที่ผสมกันและก่อตัวเป็นโครงสร้าง เฟอไรท์ค่อนข้างอ่อนและทนต่อแรงดึงน้อย ส่วนซีเมนไทต์ แข็งแต่ทนแรงดึงได้ต่ำกว่าเฟอไรท์และซีเมนไทต์ ในรูปของของผสมยูเทคตอยด์ (pearlite) ทำให้โลหะผสมที่ได้ทนต่อแรงดึงได้สูงกว่าแต่ละเฟสเมื่อแยกกัน ปริมาณของ pearlite จะมากขึ้นถ้าผสมคาร์บอนลงไปเหล็กกล้าไฮโปยูเทคตอยด์มากขึ้น ปริมาณของ pearlite มาก ความแข็งแรงและความแข็งจะมีมาก ยิ่งสัดส่วนผสมเข้าใกล้ของผสมยูเทคตอยด์มากขึ้นเท่าใด เหล็กจะแข็งมากขึ้นเท่านั้น แต่ค่าความเหนียวซึ่งวัดด้วยเปอร์เซ็นต์ของ Elongation และการลดขนาดของพื้นที่หน้าตัด รวมทั้งการทนแรงกระแทกจะลดลง โลหะผสมที่มีส่วนผสมอยู่เกินจุดยูเทคตอยด์ จะมีความแข็งแรงลดลงเนื่องจากปริมาณซีเมนไทต์มากขึ้น แต่ความแข็งจะเพิ่ม

### เส้นอุณหภูมิวิกฤต

จากภาพแรก เส้นอุณหภูมิวิกฤตด้านล่างและด้านบน เป็นเส้นเดี่ยวภายใต้ภาวะสมดุล บางครั้งเรียกเส้น  $A_3$  และ  $A_1$  ใหม่เป็น  $A_{c3}$ ,  $A_{c1}$

ในทางปฏิบัติพบว่าเส้นอุณหภูมิวิกฤตทั้งสองไม่ได้มีเพียงเส้นเดียว และไม่ได้ปรากฏที่อุณหภูมิเดียวกัน เส้นอุณหภูมิวิกฤตที่เกิดจากการ Heating จะสูงกว่าเส้นอุณหภูมิวิกฤตที่เกิดจากการ cooling เส้นอุณหภูมิวิกฤตที่เกิดจากการ heating เรียกว่า  $A_c$  (c มาจากภาษาฝรั่งเศส chauffage หมายถึงทำให้ร้อน) ส่วนเส้นอุณหภูมิวิกฤตได้จากการ cooling เรียกเป็น เส้น  $A_r$  (r มาจากคำว่า refroidissement หมายถึง เย็น) ดังนั้นเส้นอุณหภูมิวิกฤตบน

อันเนื่องมาจากการให้ความร้อนหรือปล่อยให้เย็นตัวลงอย่างช้า ๆ เส้นทั้งสองจะยิ่งชิดกันมากขึ้น ถ้าอัตราการให้ความร้อนและความเย็นเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ที่สุด เส้นทั้งสองจะอยู่ที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน

### การจำแนกประเภทของเหล็กกล้า

มีอยู่หลายวิธีดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะของการผลิต เช่น Bessemer steel, open hearth steel, electric furnace steel, crucible steel etc.
2. แบ่งตามลักษณะการนำไปใช้งาน เช่น machine steel, spring steel, boiler steel, structural steel, tools steel
3. แบ่งตามสัดส่วนผสม โดยการให้หมายเลขเป็นชุด ๆ แก่เหล็กแต่ละชนิด ตัวเลขแต่ละตัวจะบอกถึงจำนวนของธาตุที่ผสมอยู่ในเหล็กโดยประมาณ

ระบบต่อไปนี้เป็นของสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งสหรัฐอเมริกา (AISI-American Iron and Steel Institute) และ SEA (Society of Automotive Engineers) โดยกำหนดเป็นตัวเลข 4 ตัว ตัวเลขตัวแรกจะบอกให้ทราบชนิดของเหล็ก เช่น เลข 1 หมายถึง carbon steel เลข 2 หมายถึง Nickel steel, เลข 3 หมายถึง Nickel-Chromium Steel ตัวเลขตัวที่สองหมายถึงเปอร์เซ็นต์ของธาตุที่สำคัญที่ปนอยู่ในเหล็ก ตัวเลขสองตัวหลังเป็นปริมาณของคาร์บอนเฉลี่ยเมื่อหารด้วย 100 เช่น 2520 หมายถึงเหล็กกล้าผสมนิเกิล มีนิเกิล 5 % และคาร์บอน 0.20 %

รายละเอียดเพิ่มเติมแสดงไว้ดังต่อไปนี้

10xx	Basic open-hearth and acid bessemer carbon steels
11xx	Basic open-hearth and acid bessemer carbon steels, high sulfur, low phosphorus
12xx	Basic open-hearth carbon steels, high sulfur, high phosphorus
13xx	Manganese 1.75
23xx	Nickel 3.50 (series deleted in 1959)
25xx	Nickel 5.00 (series deleted in 1959)
31xx	Nickel 1.25, chromium 0.60 (series deleted in 1964)
33xx	Nickel 3.50, chromium 1.50 (series deleted in 1964)
40xx	Molybdenum 0.20 or 0.25
41xx	Chromium 0.50, 0.80, or 0.95, molybdenum 0.12, 0.20, or 0.30
43xx	Nickel 1.83, chromium 0.50 or 0.80, molybdenum 0.25
44xx	Molybdenum 0.53
46xx	Nickel 0.85 or 1.83, molybdenum 0.20 or 0.25
47xx	Nickel 1.05, chromium 0.45, molybdenum 0.20 or 0.35
48xx	Nickel 3.50, molybdenum 0.25
50xx	Chromium 0.40
51xx	Chromium 0.80, 0.88, 0.93, 0.95, or 1.00
5xxx	Carbon 1.04, chromium 1.03 or 1.45
61xx	Chromium 0.80 or 0.95, vanadium 0.13 or 0.15 min.
86xx	Nickel 0.55, chromium 0.50, molybdenum 0.20
87xx	Nickel 0.55, chromium 0.50, molybdenum 0.25
88xx	Nickel 0.55, chromium 0.50, molybdenum 0.35
92xx	Silicon 2.00
93xx	Nickel 3.25, chromium 1.20, molybdenum 0.12 (series deleted in 1959)
98xx	Nickel 1.00, chromium 0.80, molybdenum 0.25 (series deleted in 1964)
94Bxx	Nickel 0.45, chromium 0.40, molybdenum 0.12, boron 0.0005 min.

Some Representative Standard-steel Specifications

SAE NO.	% S max	% P max	% Mn	% C	SAE NO.
PLAIN-CARBON STEELS					
1010	0.05	0.04	0.30-0.60	0.08-0.13	C1010
1015	0.05	0.04	0.30-0.60	0.13-0.18	C1015
1020	0.05	0.04	0.30-0.60	0.18-0.23	C1020
1025	0.05	0.04	0.30-0.60	0.22-0.28	C1025
1030	0.05	0.04	0.60-0.90	0.28-0.34	C1030
1035	0.05	0.04	0.60-0.90	0.32-0.38	C1035
1040	0.05	0.04	0.60-0.90	0.37-0.44	C1040
1045	0.05	0.04	0.60-0.90	0.43-0.50	C1045
1050	0.05	0.04	0.60-0.90	0.48-0.55	C1050
1055	0.05	0.04	0.60-0.90	0.50-0.60	C1055
1060	0.05	0.04	0.60-0.90	0.55-0.65	C1060
1065	0.05	0.04	0.60-0.90	0.60-0.70	C1065
1070	0.05	0.04	0.60-0.90	0.65-0.75	C1070
1074	0.05	0.04	0.50-0.80	0.70-0.80	C1074
1080	0.05	0.04	0.60-0.90	0.75-0.88	C1080
1085	0.05	0.04	0.70-1.00	0.80-0.93	C1085
1090	0.05	0.04	0.60-0.90	0.85-0.96	C1090
1095	0.05	0.04	0.30-0.50	0.90-1.03	C1095
FREE-MACHINING CARBON STEELS					
1112	0.16-0.23	0.07-0.12	0.70-1.00	0.13 max	B1112
1113	0.08-0.13	0.07-0.12	0.70-1.00	0.13 max	B1113
1115	0.08-0.13	0.04	0.60-0.90	0.10-0.16	C1110
1115	0.08-0.13	0.04	0.60-0.90	0.13-0.18	C1113
1120	0.08-0.13	0.04	0.70-1.00	0.18-0.23	C1120
1137	0.08-0.13	0.04	1.35-1.65	0.32-0.39	C1137
1141	0.08-0.13	0.04	1.35-1.65	0.37-0.45	C1141
1112	0.16-0.23	0.07-0.12	0.70-1.00	0.13 max	C1212
1113	0.24-0.33	0.07-0.12	0.70-1.00	0.13 max	C1213
12L14	0.25-0.35	0.04-0.09	0.80-1.20	0.15 max	C12L14†

\* Prefix AISI letters: B = acid bessemer carbon steel; C = basic open-hearth carbon steel.  
† Lead, 0.15 to 0.35 percent.

Some Representative Alloy-steel Specifications

SAE NO.	% V	% Mo	% Cr	% Ni	% Mn	% C	SAE NO.	TYPE
1330	...	...	...	...	1.60-1.90	0.28-0.33	1330	Mn steels
1340	...	...	...	...	1.80-1.90	0.38-0.43	1340	Mn steels
2315	...	...	...	3.25-3.75	0.40-0.60	0.15-0.20	2315	3% Ni steels
2320	...	...	...	3.25-3.75	0.60-0.80	0.28-0.33	2320	3% Ni steels
2515	...	...	...	4.75-5.25	0.45-0.60	0.09-0.14	2515	5% Ni steels
3115	...	...	0.50-0.75	1.10-1.40	0.40-0.60	0.12-0.17	3115	Ni-Cr steels
3130	...	...	0.55-0.75	1.10-1.40	0.60-0.80	0.28-0.33	3130	Ni-Cr steels
3140	...	...	0.55-0.75	1.10-1.40	0.70-0.90	0.38-0.43	3140	Ni-Cr steels
3310	...	...	1.40-1.75	3.65-3.75	0.45-0.60	0.08-0.13	3310	...
4023	...	0.20-0.30	...	...	0.70-0.90	0.20-0.25	4023	Mo steels
4037	...	0.20-0.30	...	...	0.70-0.90	0.35-0.40	4037	Mo steels
4419	...	0.45-0.60	...	...	0.45-0.60	0.18-0.23	4419	Mo steels
4118	...	0.08-0.15	0.40-0.60	...	0.70-0.90	0.18-0.23	4118	Cr-Mo steels
4130	...	0.15-0.25	0.60-1.10	...	0.40-0.60	0.28-0.33	4130	Cr-Mo steels
4140	...	0.15-0.25	0.80-1.10	...	0.75-1.00	0.38-0.43	4140	Cr-Mo steels
4150	...	0.15-0.25	0.80-1.10	...	0.75-1.00	0.48-0.53	4150	Cr-Mo steels
4320	...	0.20-0.30	0.40-0.60	1.65-2.00	0.45-0.60	0.17-0.22	4320	Ni-Cr-Mo steels
4340	...	0.20-0.30	0.70-0.90	1.65-2.00	0.60-0.80	0.38-0.43	4340	Ni-Cr-Mo steels
4720	...	0.15-0.25	0.35-0.55	0.80-1.20	0.50-0.70	0.17-0.22	4720	Ni-Cr-Mo steels
4820	...	0.20-0.30	...	1.65-2.00	0.45-0.60	0.17-0.22	4820	Ni-Mo steels
4825	...	0.15-0.25	...	1.70-1.00	0.45-0.65	0.24-0.29	4825	Ni-Mo steels
5120	...	...	0.70-0.90	...	0.70-0.90	0.17-0.22	5120	Cr steels
5130	...	...	0.80-1.10	...	0.70-0.90	0.28-0.33	5130	Cr steels
5140	...	...	0.70-0.90	...	0.70-0.90	0.38-0.43	5140	Cr steels
5150	...	...	0.70-0.90	...	0.70-0.90	0.48-0.53	5150	Cr steels
52100	...	...	1.20-1.60	...	0.25-0.45	0.96-1.10	52100	Cr steels
8118	0.12	...	0.50-0.70	...	0.50-0.70	0.16-0.21	8118	Cr-V steels
8150	0.15	...	0.60-0.10	...	0.70-0.90	0.48-0.53	8150	Cr-V steels
8620	...	0.15-0.25	0.40-0.60	0.40-0.70	0.70-0.90	0.18-0.23	8620	Low Ni-Cr-Mo steels
8630	...	0.15-0.25	0.40-0.60	0.40-0.70	0.70-0.90	0.28-0.33	8630	Low Ni-Cr-Mo steels
8640	...	0.13-0.25	0.40-0.60	0.40-0.70	0.75-1.00	0.38-0.43	8640	Low Ni-Cr-Mo steels
8720	...	0.20-0.30	0.40-0.60	0.40-0.70	0.70-0.90	0.18-0.23	8720	Ni-Cr-Mo steels
8740	...	0.20-0.30	0.40-0.60	0.40-0.70	0.75-1.00	0.38-0.43	8740	Ni-Cr-Mo steels
8822	...	0.20-0.40	0.40-0.60	0.40-0.70	0.75-1.00	0.20-0.25	8822	Ni-Cr-Mo steels
9290	...	...	...	1.60-2.20	0.75-1.00	0.56-0.64	9290	Si steel
9310	...	0.08-0.15	1.00-1.40	3.00-3.50	0.45-0.65	0.08-0.13	9310	Higher Ni-Cr-Mo steels
9840	...	0.20-0.30	0.70-0.90	0.85-1.15	0.70-0.90	0.38-0.43	9840	Ni-Cr-Mo steels
9850	...	0.20-0.30	0.70-0.90	0.85-1.15	0.70-0.90	0.48-0.53	9850	Ni-Cr-Mo steels
94830	...	0.20-0.30	0.70-0.90	0.85-1.15	0.70-0.90	0.48-0.53	94830	Boron steel

\* E = basic electric-furnace process. All others are normally manufactured by the basic open-hearth process.

วิธีการสอนและกิจกรรม	บรรยายและซักถาม	
	หนังสืออ้างอิง	1, 18
สื่อการสอน	เอกสารประกอบ	เอกสารโรเนียว
	วัสดุโสตทัศน	แผ่นใส และแผนภาพการเขียนตัวของเหล็กกล้า
งานที่มอบหมาย	ศึกษาดารงเหล็กกล้า	
การวัดผล	ซักถามความเข้าใจ	

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(	ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(	แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ)ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(	คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

