	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

หัวข้อเรื่องและงาน

8.1 น้ำมันเบรก

8.2 จาระบี

สาระสำคัญ

ในหน่วยนี้เป็นการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับน้ำมันเบรกและจาระบีรวมถึงวัสดุหล่อลื่นอื่นที่เป็นของแข็ง กึ่งของแข็ง ตลอดจนวิธีการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์หล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ วิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หล่อลื่น การใช้ผลิตภัณฑ์หล่อลื่นอย่างปลอดภัยและถูกวิธี เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันน้ำมันเบรก การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันเบรกอย่างเหมาะสม และปลอดภัย ตลอดจนการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ของจาระบี การผลิตจาระบี

สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)

1. บอกประเภทและมาตรฐานของน้ำมันเบรกได้
2. บอกคุณสมบัติที่ต้องการในน้ำมันเบรกได้
3. อธิบายวิธีระวังในการใช้น้ำมันเบรกได้
4. อธิบายขั้นตอนการผลิตจาระบีได้

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

8.1 น้ำมันเบรก

เนื่องจากรถยนต์สมัยใหม่สามารถเร่งความเร็วได้สูงมากและความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการขับเคลื่อนสูง อีกทั้งสภาพการจราจรในเมืองติดขัดมาก ทำให้ต้องมีการใช้น้ำมันเบรกที่มีคุณภาพสูง สามารถทนความร้อนและรับภาระหนักได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเบรกทำงาน จะทำให้เกิดความร้อนจำนวนมากออกมาอยู่ภายในระบบเบรกแล้วส่งผ่านไปยังน้ำมันเบรกในกระบอกเบรกแบบดิสก์เบรกจะทำให้น้ำมันเบรกมีอุณหภูมิสูง ดังนั้น น้ำมันเบรกที่ดีจึงต้องมีจุดเดือดสูง และเนื่องจากน้ำมันเบรกเป็นไฮกรอสคอปิก (Hygroscopic) ซึ่งสามารถดูดซึมน้ำได้เพียงเล็กน้อย มีผลทำให้คุณสมบัติในการใช้งานเสียไปและมีจุดเดือดต่ำลงมา น้ำมันปิโตรเลียมไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นน้ำมันเบรก เพราะเมื่อทำปฏิกิริยากับยางธรรมชาติแล้วจะทำให้ยางพองและเปื่อย

8.1.1 ประเภทของน้ำมันเบรก

น้ำมันเบรกตามมาตรฐานสากลเป็นสารเคมีสังเคราะห์จำพวกโพลีไกลคอลและอีเทอร์ซึ่งสามารถแบ่งน้ำมันเบรกออกได้ 3 ประเภท คือ

1. น้ำมันเบรกที่ผลิตจากสารสังเคราะห์ เป็นน้ำมันสังเคราะห์พวกอีเทอร์หรือไกลคอล สามารถทนอุณหภูมิสูงได้ดี ไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ มีคุณสมบัติเป็นไฮกรอสคอปิกที่ดี คือมีการดูดซึมกับน้ำและไอน้ำในอากาศได้ดีเป็นพิเศษแต่เป็นอันตรายต่อสีรถ

2. น้ำมันเบรกที่ผลิตจากน้ำมันแร่ เป็นน้ำมันที่ผลิตจากน้ำมันปิโตรเลียมทั่วไปที่ผลิตเป็นพิเศษสำหรับระบบเบรก โดยเพิ่มสารเคมีพิเศษที่จะทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างจากน้ำมันธรรมดา ไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง ไม่รวมตัวกับน้ำ และไม่เป็นอันตรายต่อสีรถ แต่มีคุณสมบัติที่อุณหภูมิสูงและต่ำมาก ๆ ไม่ค่อยดี

3. น้ำมันเบรกที่ผลิตจากซิลิโคน เป็นน้ำมันที่ผลิตจากซิลิโคนที่สังเคราะห์ขึ้นเป็นพิเศษ ทนความร้อนและอุณหภูมิสูงได้ดีเป็นพิเศษ แม้อุณหภูมิต่ำก็ไม่แข็งตัว ไม่เป็นอันตรายต่อสีรถ ไม่ดูดซับน้ำหรือไอน้ำ มีราคาแพงมาก

8.1.2 มาตรฐานน้ำมันเบรก

น้ำมันเบรกมีมาตรฐานมากมายเช่นเดียวกับน้ำมันเครื่อง และเนื่องจากเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยโดยตรง ทางสถาบันต่าง ๆ จึงได้ให้ความสำคัญเป็นพิเศษต่อมาตรฐานต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น มาตรฐานน้ำมันเบรกที่สำคัญ ๆ มีดังนี้

1. SAE, 70R3, J 1702, J 1703
2. US FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standard) 116, DOT3, DOT4
3. ISO 4925
4. JIS K2233

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

8.1.3 คุณสมบัติที่ต้องการในน้ำมันเบรก

น้ำมันเบรกต้องเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูงและมีมาตรฐานตรงตามที่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ต่าง ๆ กำหนดไว้เป็นสำคัญ จึงจะทำให้ระบบเบรกไฮดรอลิกทำหน้าที่ได้สมบูรณ์ ดังนั้น น้ำมันเบรกที่ดีต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. จุดเดือด (Boiling Point) จุดเดือดของน้ำมันเบรกเป็นจุดที่สำคัญที่จะบ่งบอกคุณภาพและประสิทธิภาพของน้ำมันเบรก เพราะเมื่อมีการเบรก ความร้อนจะเกิดขึ้นจากการเสียดสีของผ้าเบรกกับจานเบรกหรือดรัมเบรก ยิ่งการออกแบบในรถยนต์สมัยใหม่ที่มีสมรรถนะและความเร็วสูง การออกแบบระบบเบรกแบบดิสก์เบรกต้องให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้ความร้อนมากขึ้น และความร้อนดังกล่าวจะถูกถ่ายทอดโดยตรงไปยังน้ำมันเบรกทำให้น้ำมันเบรกมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าปกติ ทำให้ต้องใช้น้ำมันเบรกที่มีจุดเดือดสูงเป็นพิเศษ นอกจากนี้รถยนต์ที่ใช้เกียร์อัตโนมัติมีส่วนทำให้อุณหภูมิของน้ำมันเบรกสูงมากเพราะต้องใช้เบรกมากขึ้น เนื่องจากการเบรกด้วยเครื่องยนต์มีน้อยลง ดังนั้นสถาบันมาตรฐานต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญต่อจุดเดือดของน้ำมันเบรกและได้กำหนดเป็นมาตรฐานไว้ดังนี้

- SAE J 1703 กำหนดให้น้ำมันเบรกมีจุดเดือดสูงกว่า 205 องศาเซลเซียส
- US FMVSS DOT3 กำหนดให้น้ำมันเบรกมีจุดเดือดสูงกว่า 205 องศาเซลเซียส
- US FMVSS DOT4 กำหนดให้น้ำมันเบรกมีจุดเดือดสูงกว่า 230 องศาเซลเซียส

ความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบเบรกและจุดเดือดของน้ำมันเบรกเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้น้ำมันเบรกเกิดการเดือดจนกลายเป็นไอ ซึ่งทำให้เกิดฟองอากาศหรือเรียกว่าอาการเวเพอร์ล็อก (Vapour Lock) ขึ้นในระบบเบรกได้ ซึ่งเป็นอันตรายมากในการขับรถ ปัจจุบันน้ำมันเบรกธรรมดาจึงมีจุดเดือดสูงกว่า 200 องศาเซลเซียสขึ้นไป หรือมากกว่า 2 เท่าของน้ำ และมักผลิตมาจากพวกอีเทอร์และไกลคอล ซึ่งมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำและไอน้ำในอากาศได้ดีเป็นพิเศษ น้ำและไอน้ำที่ถูกดูดซับในน้ำมันเบรกผ่านเข้าไปทางท่อยาง ข้อต่อ หรือรูหายใจ จะทำให้จุดเดือดของน้ำมันเบรกลดลง อาการเวเพอร์ล็อกจะไม่เกิดขึ้น

2. ปฏิกิริยาต่อซีลยาง (Rubber Swelling) น้ำมันเบรกที่ดีต้องมีคุณสมบัติไม่ทำปฏิกิริยากับซีลยางและท่อยาง คือไม่ทำให้ซีลยางแข็งตัวหรืออ่อนตัว และที่สำคัญต้องไม่ทำให้ซีลยางเกิดการหดตัวหรือขยายตัวเกินขนาด หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่า ซีลบวม เพราะหากขนาดของซีลยางเปลี่ยนไป ระบบเบรกอาจรั่วซึมได้ง่าย

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

3. การกัดกร่อน (Corrosion) น้ำมันเบรกที่ดีต้องมีคุณสมบัติที่ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดง ทองเหลือง และอะลูมิเนียม และน้ำมันเบรกต้องมีสารเพิ่มคุณภาพในการป้องกันการกัดกร่อนกับโลหะ เนื่องจากเวลาน้ำมันเบรกดูดซึมน้ำเข้าไป จะทำให้น้ำทำปฏิกิริยากับโลหะต่าง ๆ ได้ง่าย

4. การหล่อลื่น (Lubrication) น้ำมันเบรกที่ดีต้องช่วยหล่อลื่นชิ้นส่วนที่เกิดจากการเคลื่อนที่ได้ และช่วยลดแรงเสียดทานอันจะทำให้ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่เกิดการสึกหรอได้น้อยลง

5. ความสามารถในการผสมกันได้ (Compatibility) น้ำมันเบรกที่เป็นมาตรฐานเดียวกันและผลิตมาจากฐานเดียวกันต้องสามารถรวมตัวกันได้ดี โดยไม่ทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ในระบบเบรกเสียหายอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาจากการผสมกันของน้ำมันเบรกเหล่านั้น แสดงได้ดังตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 คุณสมบัติของน้ำมันเบรกตามมาตรฐานของ DOT, SAE J 1703

เบอร์	ความข้นใสที่ –40 °F	จุดเดือด (°C, °F)	
		แบบแห้ง (Day)	แบบเปียก (Wet)
SAE J 1703f	1800 cSt	190 (374)	–
DOT3	1500 cSt	205 (408)	140 (234)
DOT4	1800 cSt	230 (446)	155 (311)
DOT5	900 cSt	260 (500)	180 (355)

คุณสมบัติบางอย่างของน้ำมันเบรกบางชนิดและบางบริษัทแสดงได้ดังตารางที่ 8.2

ตารางที่ 8.2 คุณสมบัติบางประการของน้ำมันเบรกของ ปตท. DOT3

คุณสมบัติ	ข้อกำหนด
จุดเดือด °C, °F (สูงกว่า)	254 (490)
ความข้นใส ที่ –40 °C, –40 °F	ต่ำกว่า 1500
(cSt)	สูงกว่า 1.5
ที่ 100 °C, 212 °F (cSt)	7.0–11.5
ค่า pH	ต่ำกว่า 0.5
สีแบบ ASTM	

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

8.2 จาระบี

จาระบี (Grease) เป็นผลิตภัณฑ์หล่อลื่นชนิดหนึ่ง มีลักษณะกึ่งของแข็งกึ่งของเหลวเหมาะสำหรับใช้ในการหล่อลื่นในที่ที่ซึ่งน้ำมันไม่สามารถหล่อลื่นได้อย่างสมบูรณ์ เช่น แบริ่ง บูช หรือตลับลูกปืนบางชนิด เพราะการใช้น้ำมันเพื่อการหล่อลื่นเช่นนี้ย่อมมีปัญหาเกี่ยวกับการรั่วไหลของน้ำมัน หรือน้ำมันกระเด็นออก หรืออาจมีฝุ่นผงเข้าไปเจือปนทำให้การหล่อลื่นไม่ได้ผล และอาจเกิดการเสียหายแก่ชิ้นงานได้ ดังนั้นจาระบีจะใช้ได้ดีกว่าน้ำมันหล่อลื่นภายใต้สภาวะดังต่อไปนี้

1. ในที่น้ำมันหล่อลื่นไม่สามารถให้การหล่อลื่นได้อย่างสมบูรณ์ เช่น ลูกปืนล้อหรือเกียร์เปิด
2. ความเร็วของเพลาช้ามาก
3. การจับเกาะชิ้นงานได้ดี
4. เหมาะกับแบริ่งที่รับภาระมากหรือใช้กับงานหนักมากๆ
5. ไม่ต้องเติมบ่อยครั้ง ทำให้การบำรุงรักษาเสียเวลาน้อยลง
6. บริเวณที่ไม่ต้องการความสะอาดมากเป็นพิเศษ เหมาะกับงานที่ไม่มีการป้องกันสิ่งสกปรกจากภายนอก เช่น ความชื้นหรือฝุ่นผง

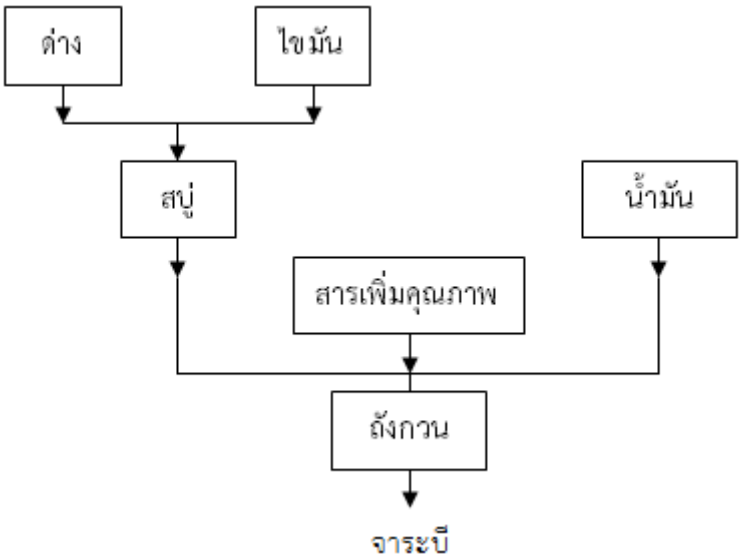
8.2.1 การผลิตจาระบี

โดยปกติน้ำมันเป็นวัสดุหล่อลื่นที่ดีที่สุดแต่น้ำมันมีสภาพเป็นของเหลว จึงไม่เหมาะกับงานบางจุด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้น้ำมันมีสภาพคงตัวไม่ไหล โดยการนำน้ำมันมาผสมกับสารที่ทำให้ ข้นเหนียว ได้แก่สารจำพวกสบู่ ซึ่งมีหลายชนิด และแต่ละชนิดของสารจะทำให้คุณสมบัติของจาระบีแตกต่างกันออกไป ในบางครั้งใช้สารอื่น เช่น ดินจำพวกคอลลอยแดลเคลย์ (Colloidal Clay) ซิลิกาเจล (Silica Gel) หรือคาร์บอนแบล็ก (Carbon Black) นอกจากนี้มีการเติมสารเคมีเพิ่มคุณภาพเพื่อให้เหมาะกับสภาพงานต่าง ๆ ที่จะนำจาระบีไปใช้หล่อลื่น

กระบวนการผลิตแสดงได้ดังรูปที่ 8.3 ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่การนำไฮดรอกไซด์ของโลหะหรือด่างมาผสมกับไขสัตว์หรือน้ำมันพืชให้เป็นสบู่ก่อน แล้วจึงผสมน้ำมันพื้นฐานกับสบู่ ขั้นต่อไปเป็นการเติมสารเพิ่มคุณภาพต่าง ๆ ตามที่ต้องการ กระบวนการทั้งหมดจะทำในภาชนะเดียวกันซึ่งเป็นถังเหล็ก (Kettle) ที่มีลักษณะกลมสูง ตอนล่างเป็นรูปกรวย ภายในถังจะมีเครื่องกวนหมุนอยู่ในแนวตั้ง เครื่องกวนจะทำให้น้ำมันและสบู่คลุกเคล้าเข้าด้วยกันภายใต้อุณหภูมิที่กำหนด

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี



รูปที่ 8.3 กระบวนการผลิตจาระบี

8.2.2 คุณสมบัติของจาระบีที่ใช้สารชนิดต่าง ๆ

คุณสมบัติของจาระบีขึ้นอยู่กับชนิดของสบู่หรือสารที่นำมาใช้ในการผลิต แสดงดังตารางที่ 8.3

ตารางที่ 8.3 คุณสมบัติของจาระบีที่ใช้สารชนิดต่าง ๆ

ชนิดของสารที่ใช้	คุณสมบัติของจาระบี	จุดหยด (^{o}F)
สบู่แคลเซียม	ทนน้ำ ไม่ทนความร้อน	200
สบู่โซเดียม	ทนความร้อน ไม่ทนน้ำ	350–400
สบู่อะลูมิเนียม	ทนน้ำ ไม่ทนความร้อน	200
สบู่แคลเซียมคอมเพล็กซ์	ทนน้ำและทนความร้อน	350–400
สบู่ลิเธียม	ทนน้ำและทนความร้อน	350
สบู่ลิเธียมคอมเพล็กซ์	ทนน้ำและทนความร้อนสูง	380
คอลลอยแคลเคลย์	ทนน้ำและทนความร้อนสูง	–

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

8.2.3 ประเภทของจาระบี การแบ่งประเภทของจาระบี ถ้าแบ่งตามชนิดของส่วนผสมจะได้ดังนี้

1. จาระบีที่มีส่วนผสมของสบู่แคลเซียม จาระบีชนิดนี้จะป้องกันน้ำได้ดี คือไม่รวมตัวกับน้ำ (Water Proof) แต่ไม่สามารถใช้กับงานที่ใช้ระยะยาวและที่อุณหภูมิสูงเกิน 160 องศาฟาเรนไฮต์ การนำจาระบีชนิดนี้ไปใช้งาน จะบรรจุเข้าไปในถ้วยหรือใช้ปืนอัดจาระบี (Pressure Gun) สำหรับการหล่อลื่นตามจุดต่าง ๆ ดังนั้นจึงนิยมใช้จาระบีชนิดนี้ในงานที่มีอุณหภูมิปกติและมีภาระปานกลาง และบริเวณที่มีความชื้นได้ เช่น ใช้อัดลูกหมากเครื่องล่างของรถยนต์ เป็นต้น

2. จาระบีที่มีส่วนผสมของสบู่โซเดียม เป็นจาระบีชนิดที่ทนความร้อนได้สูง แต่ละลายน้ำได้ มีคุณสมบัติในการป้องกันการผุกร่อนและกันสนิมได้ เพราะจาระบีสามารถดูดซับความชื้นได้ แต่ไม่เหมาะกับงานที่ใช้แบริ่งที่มีความเร็วรอบสูง ๆ เพราะเส้นใยของจาระบีจะถูกเหวี่ยงออกไปอยู่ภายนอกได้ การจับเกาะของจาระบีไม่ดีพอ แต่ใช้กับแบริ่งที่มีความเร็วรอบต่ำ ๆ ได้ บางชนิดของจาระบีแบบนี้สามารถใช้กับแบริ่งที่มีความเร็วรอบสูงได้

3. จาระบีที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม จาระบีชนิดนี้ไม่เหมาะกับงานที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 180 องศาฟาเรนไฮต์ แต่จาระบีมีคูณสมบัติพิเศษในการจับเกาะ (Adhesive) กับชิ้นงานได้ดีเป็นพิเศษ ไม่ละลายกับน้ำ เหมาะกับงานที่ต้องใช้แรงเหวี่ยงมาก ๆ เช่น เพลาลูกเบี้ยว โซ่หรือลูกปืนล้อต่าง ๆ ที่ใช้ความเร็วรอบสูงและมีแรงเหวี่ยงมาก

4. จาระบีที่มีส่วนผสมของแบเรียม เป็นจาระบีที่มีคุณสมบัติหลายอย่าง เหมาะที่จะนำไปใช้ทำจาระบีอเนกประสงค์ สามารถทนต่อแรงเฉือนได้ดี ไม่ละลายกับน้ำ และสามารถใช้กับงานที่มีอุณหภูมิสูงถึง 275 องศาฟาเรนไฮต์ (จุดหยดประมาณ 350 องศาฟาเรนไฮต์) ซึ่งจะนำไปใช้หล่อลื่นเครื่องล่างรถยนต์ หรือใช้หล่อลื่นแบริ่งพวกที่มีความเร็วรอบสูง ๆ ได้

5. จาระบีที่มีส่วนผสมของลิเธียม เป็นจาระบีที่มีคุณสมบัติพิเศษหลายอย่างเช่นเดียวกันกับจาระบีชนิดที่มีส่วนผสมของแบเรียม ซึ่งในงานบางอย่างจะใช้ได้ดีกว่า จาระบีนี้จัดว่าเป็นจาระบีชนิดที่ดีที่สุดสามารถทนแรงเฉือนได้ดี ไม่ละลายกับน้ำ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 275 องศาฟาเรนไฮต์ (จุดหยดประมาณ350 องศาฟาเรนไฮต์) เหมาะกับงานที่มีอุณหภูมิสูง ๆ และสามารถใช้กับงานที่อุณหภูมิต่ำ 100 องศาฟาเรนไฮต์ และจาระบีชนิดนี้ทนต่อแรงอัด แรงกระแทก ทนต่อแรงกดดันสูง ดังนั้นจึงนิยมนำไปใช้หล่อลื่นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องบิน

6. จาระบีที่มีส่วนผสมของสบู่หลายชนิด จาระบีชนิดนี้มีคุณสมบัติเพิ่มขึ้นคือใช้ทั้งกันน้ำ ทนความร้อน โดยราคาถูกกว่าจาระบีชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน อย่างไรก็ตามคุณภาพของจาระบีที่ได้จะสู้จาระบีที่ใช้สบู่ชนิดเดียวไม่ได้ เหมาะที่จะใช้กับงานที่มีความชื้นไม่มากและอุณหภูมิไม่สูงเกินไป

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

7. จาระบีที่ทำจากสบู่คอมเพล็กซ์ สบู่คอมเพล็กซ์เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างด่างกับไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงพร้อมกันกับกรดอินทรีย์อ่อน ๆ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก เป็นต้น จาระบีชนิดนี้มีคุณสมบัติพิเศษเช่นเดียวกันกับจาระบีที่มีส่วนผสมของสบู่แคลเซียม สารคอมเพล็กซ์จะทนความร้อนได้สูง และสามารถรับแรงกดได้สูงกว่าจาระบีชนิดผสมสบู่แคลเซียมธรรมดา

8. จาระบีอเนกประสงค์ เป็นจาระบีที่ใช้สบู่ชนิดเดียว เป็นส่วนผสมแบบธรรมดา ราคาถูก เหมาะกับสภาพงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ แต่ในกรณีที่สภาพงานมีการเปลี่ยนแปลงเสมอหรือมีการเปลี่ยนแปลงมาก แทนที่ในแต่ละครั้งจะใช้จาระบีหลายชนิด ซึ่งเป็นการยุ่งยากและเสียเวลามาก ในทางปฏิบัติกระทำได้ยาก ทำให้มีจาระบีชนิดเดียวที่สามารถใช้งานได้หลายแบบเพื่อความสะดวกในการใช้ จาระบีชนิดนี้เรียกว่า จาระบีอเนกประสงค์ ซึ่งมีคุณสมบัติทนความร้อน ไม่ละลายน้ำ และสามารถรับแรงกดได้สูง

9. จาระบีชนิดรับแรงกดสูง จาระบีชนิดนี้เหมาะที่จะใช้กับงานหนักที่เครื่องจักรต้องรับแรงกดหรือมีแรงกระแทกสูง จาระบีชนิดนี้มีสารเพิ่มคุณภาพประเภทกำมะถัน ฟอสฟอรัส คลอรีน ตะกั่ว อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน สำหรับสารเพิ่มคุณภาพที่ใช้ผสมในจาระบีบางชนิด เช่น จาระบีชนิดสบู่คอมเพล็กซ์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการรับแรงกระแทกได้ดีอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องเติมสารเพิ่มคุณภาพเหล่านี้ และในบางครั้งใช้โมลิบดีนัมไดซัลไฟด์ (Molybdenum Disulfide) หรือโมลี (Moly) ผสมในจาระบีเพื่อเพิ่มคุณภาพในการหล่อลื่น ป้องกันการสึกหรอ แต่ราคาจะสูงตามไปด้วย

10. จาระบีที่ไม่มีส่วนผสมของสบู่ จาระบีชนิดนี้ไม่มีส่วนผสมของสบู่ดังที่กล่าวมาแล้ว แต่จะใช้ส่วนผสมของดินเหนียว ซิลิกาเจน หรือเบนโทน (Bentone) หรือผงถ่านเป็นส่วนประกอบแทนสบู่ จาระบีชนิดนี้มีคุณสมบัติเฉพาะคือ ทนความร้อนได้สูงและป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศเมื่อมีความร้อนสูงได้ โดยทั่วไปจาระบีชนิดนี้มีราคาแพงกว่าจาระบีชนิดที่ทำมาจากส่วนผสมของสบู่

8.2.4 ความอ่อนแข็งของจาระบี (Consistency Penetration)

ความอ่อนแข็ง ความเหนียว หรือความคงตัว ของจาระบี เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของจาระบี เพื่อที่ผู้ใช้จะได้เลือกใช้จาระบีที่มีความแข็งหรือความอ่อนให้เหมาะสมกับชนิดของงาน ซึ่งสถาบันจาระบีแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Lubricating Grease Institute; NLGI) เป็นผู้กำหนดมาตรฐานขึ้น โดยได้กำหนดเบอร์ของจาระบีไว้จากการวัดค่าความแข็งหรือความอ่อนของจาระบีโดยใช้เครื่องมือทดสอบที่เรียกว่า เพเนโทรมิเตอร์ (Penetrometer)

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

ตารางที่ 8.4 การเทียบเบอร์จาระบีตามมาตรฐาน NLGI

เบอร์จาระบี (Consistency Number)	ระยะจมของกรวยทดสอบที่ 25 °C (ASTM Worked Penetration, 77 °F, 1/10 mm)
000 อ่อนมาก	445–475
00	400–430
0	355–385
1	310–340
2	265–295
3	220–250
4	175–205
5	130–160
6 แข็ง	85–115

ตัวอย่าง การทดสอบหาค่าความอ่อนแข็งของจาระบีได้ระยะจมของกรวยทดสอบเป็น 241 เพเนเตรชั่น อุณหภูมิของจาระบีขณะทดสอบเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส เมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับเบอร์ของจาระบีในตารางที่ 8.4 จะได้ว่าจาระบีที่นำมาทดสอบคือ เบอร์ 3

8.2.5 จุดหยด ASTM D 566

จุดหยด ASTM D 566 คือ จุดที่จาระบีหมดความเหนียวหรือความคงตัวกลายเป็นของเหลว จุดนี้วัดอุณหภูมิเป็นองศา จุดหยดของจาระบีทำให้ทราบว่าจาระบีนั้นทนความร้อนได้ในอุณหภูมิสูงแค่ไหน จุดหยดนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสบู่หรือสารพิเศษที่ผสมอยู่ในจาระบีนั้น ๆ

8.2.6 การเลือกใช้จาระบี

การเลือกใช้จาระบีจะขึ้นอยู่กับชนิดและความเร็วของชิ้นงานของเครื่องจักรกล อุณหภูมิ ระดับความชื้น วิธีการใช้งานของเครื่องจักรกล และสภาพแวดล้อมของเครื่องจักรนั้น หากสภาพแวดล้อมมีน้ำไม่เพียงแต่จะต้องใช้จาระบีทนน้ำอย่างเดียว แต่ควรหาวิธีการป้องกันไม่ให้น้ำชะล้างจาระบีได้โดยตรง ถ้าสภาพการใช้งานมีอุณหภูมิสูง นอกจากต้องใช้จาระบีที่ทนความร้อนแล้ว ต้องทำการอัดจาระบีให้ถี่ขึ้น และคำนึงถึงวิธีการนำไปใช้งาน เช่น ในเครื่องหล่อลื่นอัตโนมัติแบบมีจุดจ่ายกลาง (Centralized System) ควรใช้จาระบีอ่อนประมาณ เบอร์ 0 ถึงเบอร์ 1 หากใช้อัดด้วยปืนอัดจาระบีอาจใช้จาระบีเบอร์ 2 และเบอร์ 3 ได้

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

การเลือกใช้จาระบีมักคำนึงถึงราคาด้วย และจะต้องพิจารณาสิ่งอื่นด้วย เช่น การเก็บรักษา การจัดอุปกรณ์ต่าง ๆ การสูญเสียจาระบีที่ตกค้างในภาชนะบรรจุ การเสียแรงงานควบคุม หรือการใช้จาระบีผิดชนิด ฯลฯ จะเห็นได้ว่าหากใช้จาระบีอเนกประสงค์เพียงอย่างเดียว จะทำให้ประหยัดกว่า เป็นต้น

การเลือกชนิด เบอร์ ความแข็งหรือความอ่อนของจาระบีให้เหมาะสมกับงานและวิธีการอัดจาระบี

1. **ชนิดของจาระบี** ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานต่าง ๆ ต่อไปนี้
   (1) ต้องการทนความร้อนปานกลาง
   (2) ต้องการทนน้ำ ความชื้น
   (3) ต้องการทนทั้งความร้อนและน้ำ
   (4) ต้องการทนต่อแรงกดสูงหรือแรงกระแทก
   (5) ต้องการการเกาะติดดี
2. **เบอร์จาระบี** เบอร์ของจาระบีมีส่วนเกี่ยวพันกับงานและวิธีอัดจาระบี คือ
   (1) กระปุกเฟืองเกียร์หมุนเร็ว ควรใช้จาระบีอ่อน ๆ เบอร์ 0 หรือเบอร์ 1
   (2) ปืนอัดจาระบี ถ้วยอัดจาระบี หรือแพ็กจาระบีด้วยมือ อาจใช้จาระบีเบอร์ 2, 3 หรือ 4
   (3) แบริ่งธรรมดาหมุนช้า โหลดสูง ๆ อาจใช้เบอร์ 4 หรือเบอร์ 5
   (4) การอัดจาระบีแบบอัตโนมัติ (Centralized System) อาจใช้เบอร์ 0 หรือเบอร์ 1 เพื่อให้จาระบีไหลอัดได้เร็ว
3. **วิธีการอัดจาระบี** แบ่งเป็นวิธีต่าง ๆ ได้ดังนี้
   (1) ด้วยมือ (Hand Pack) เช่น แพ็กจาระบีลูกปืน เมื่อแพ็กจาระบีเต็มตลับลูกปืนแล้ว ในการประกอบเข้าไปพร้อมกับฝาปิดหัวท้าย ควรมีที่ว่างให้กับจาระบีบ้าง เพราะหากไม่มีที่ว่างเลย เมื่อแบริ่งทำงาน จาระบีจะทะลักออกมาทางแกนและเพลาได้ง่าย
   (2) ถ้วยอัดจาระบี (Grease Cup) ปรับอัตราการอัดให้เหมาะสมกับงาน
   (3) ปืนอัดจาระบี (Grease Gun) การที่จะอัดจาระบีได้ดีและประหยัดขึ้นอยู่กับสภาพปืนอัดจาระบี เช่น ลูกยางปลายแหลมและจำปา 3 กลีบที่ปลายปืนอัดจาระบี ถ้ามีสภาพดีสามารถอัดจาระบีเข้าได้ง่ายและไม่ล้นทะลักออกไปมาก และสภาพของหัวอัดจาระบีที่แบริ่ง ถ้าเกิดการอุดตันจะอัดจาระบีเข้าไม่ได้ ทำให้สูญเสียจาระบีเปล่า ๆ ทั้งยังขาดการหล่อลื่น
   (4) แบบอัตโนมัติ ความสะอาดของจาระบีเป็นสิ่งสำคัญที่สุด เพราะสิ่งสกปรกอาจอุดตันตามท่อทางเดินของจาระบีที่จะไปยังที่ต่าง ๆ ได้

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

4. อัตราการอัดจาระบี ควรปรับอัตราการอัดจาระบีให้เหมาะสมกับสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

(1) ความร้อน

(2) เสียงดัง

(3) น้ำชะล้างหรือซีลเพลาชำรุด

5. การใช้ชนิด เบอร์ และยี่ห้อจาระบีต่างกัน

(1) ไม่ควรใช้จาระบีต่างชนิดปนกัน เพราะสารเพิ่มคุณภาพในจาระบีต่างชนิดกันอาจทำปฏิกิริยากันทำให้เกิดการเสียหายได้

(2) ใช้ต่างเบอร์แต่ชนิดเดียวกันได้

(3) การใช้จาระบีต่างยี่ห้อปนกัน หากเป็นประเภทสบู่เช่นเดียวกันสามารถทำได้

8.2.7 จาระบีจากปิโตรเลียม

จาระบีชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้วัตถุดิบจากกาก (Residuum) ที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันดิบ ซึ่งได้แก่ พวกแอสฟัสติกแมทีเรียล (Asphaltic Material) ซึ่งมีแรงเกาะติดกันดีมาก จึงนิยมนำไปใช้กับงานประเภทเกียร์เปิดที่รับภาระสูง ๆ และพวกลวดสลิง สารที่จะนำไปใช้เติมเพื่อเพิ่มคุณภาพของจาระบีนี้ได้แก่ พวกใยหิน แกรไฟต์ และพวกไขมันบางชนิด บางครั้งอาจนำไปรวมกับจาระบีชนิดอื่น ๆ

ตารางที่ 8.5 คุณสมบัติบางอย่างของจาระบีจากผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ EP

(EP ENERGREASE LS–EP)		
คุณสมบัติ	**LS–EP 2**	**LS–EP 3**
ชนิดของสบู่	ลิเธียม	ลิเธียม
การจมลงในเนื้อจาระบี หลังจากเครื่องทำงาน 60 รอบ ที่ @ 25 °C	265/295	220/250
0.1 mm	190	190
จุดหยด (°C)	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน
สี	45	45
การทดสอบค่าทิมเก็น (lbs)		
การทดสอบของ SKF : R2F Rig	ผ่าน	ผ่าน
Proc. A	ผ่าน	ผ่าน
Proc. B –130 °C		

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 4 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง/ชื่องาน น้ำมันเบรกและจาระบี

แบบทดสอบ หลังเรียน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (✕) ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. อาการเวเพอร์ล็อกในน้ำมันเบรกเกิดขึ้นจากสาเหตุข้อใดมากที่สุด
   - ก. การได้รับแรงกดสูง
   - ข. ระบบหล่อลื่นเกิดการอุดตัน
   - ค. ความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบ
   - ง. การเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจน
2. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติที่ต้องการในน้ำมันเบรก
   - ก. เกิดปฏิกิริยาต่อซีลยาง
   - ข. สามารถผสมกันได้ดี
   - ค. ช่วยในการหล่อลื่น
   - ง. มีจุดเดือดสูง
3. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของจาระบีที่มีส่วนผสมของสบู่แคลเซียม
   - ก. ป้องกันน้ำได้ดี ไม่ทนความร้อน
   - ข. ทนความร้อนได้ดี ละลายกับน้ำได้
   - ค. เกาะยึดชิ้นงานได้ดี ทนความร้อนได้ดี
   - ง. รับแรงกดได้สูง ละลายกับน้ำได้
4. ข้อใดเป็นวิธีการอัดจาระบีที่ต้องคำนึงถึงสภาพของหัวอัดจาระบี
   - ก. อัดด้วยมือ
   - ข. อัดด้วยเครื่องอัตโนมัติ
   - ค. อัดด้วยปืนอัดจาระบี
   - ง. อัดด้วยถ้วยอัดจาระบี
5. ข้อใดไม่ใช่วิธีการใช้ผลิตภัณฑ์หล่อลื่นอย่างปลอดภัย
   - ก. ใช้เศษผ้าชุบน้ำมันเช็ดอุปกรณ์–เครื่องมือโดยตรง
   - ข. ถ้าน้ำมันหกให้รีบทำความสะอาด
   - ค. สัมผัสน้ำมันโดยตรงได้ ถ้าจำเป็น
   - ง. อย่าใส่เสื้อผ้าที่เปียกชุ่มน้ำมัน
6. จาระบีมีน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานประมาณร้อยละเท่าไร
   - ก. 51–75
   - ข. 76–90
   - ค. 0–25
   - ง. 28–50
7. EP Additives หมายถึงข้อใด
   - ก. สารรับแรงกดสูง
   - ข. สารป้องกันอันตรายออกซิเดชั่น
   - ค. ขับน้ำ
   - ง. เกาะติด
8. สารอุ้มน้ำมันมีผลต่อการใช้จาระบีด้านใด
   - ก. ด้านการใช้งานและอุณหภูมิการผลิต
   - ข. ด้านอุณหภูมิการใช้งานและอายุการใช้งาน
   - ค. ด้านอุณหภูมิ
   - ง. ด้านการหล่อลื่น

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 2 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง น้ำมันเบรกและจาระบี

9. จาระบีชนิดทนน้ำคือข้อใด

ก. จาระบีสบู่อะลูมิเนียม
ข. จาระบีดินเหนียว
ค. จาระบีสบู่แคลเซียม
ง. จาระบีสบู่โซเดียม

10. จาระบีชนิดทนน้ำ ทนความร้อนคือข้อใด

ก. จาระบีสบู่แบเรียม
ข. จาระบีสบู่ลิเซียม
ค. จาระบีสบู่แคลเซียม
ง. จาระบีสบู่โซเดียม

	หน่วยที่ 8	**หน่วยที่ 8**
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 2 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง น้ำมันเบรกและจาระบี

กิจกรรมการเรียนการสอน

นำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูให้ผู้เรียนลงมือทำข้อสอบในเรื่องพลังงานและ (10 นาที)
2. ครูให้ผู้เรียนส่งข้อสอบพร้อมกระดาษคำตอบ
3. กล่าวนำเข้าสู่บทเรียนโดยพูดคุยถึงเรื่องน้ำมันเบนซิน (5 นาที)
4. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนการสอนการหน่วยที่ 8 (เรื่องน้ำมันเบนซิน) และครูสุ่มถามทบทวนเรื่องที่เรียนในสัปดาห์ที่แล้ว (10 นาที)

ขั้นให้ความรู้

1. ครูอธิบายรายละเอียดตามเอกสารประกอบการสอนครั้งที่ 8 พร้อมแผ่นใส และตั้งคำถามเป็นระยะๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน มีความกระตือรือร้นอยู่ตลอดเวลาและจดบันทึกย่อส่ง (40 นาที)
2. ครูให้ผู้เรียนสรุปเรื่องที่สอนมาส่งรายบุคคล (40 นาที)

ขั้นสรุป

1. ครูและผู้เรียน ช่วยกันสรุปเนื้อหาตามที่ครูได้ทำการสอนมา แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อสงสัย (15 นาที)

ขั้นประเมินผลและวัดผล

1. ครูประเมินความรู้ของผู้เรียนโดยการสุ่มถาม
2. ครูให้ผู้เรียนทำใบงานเรื่องที่สอนเพื่อประเมินความเข้าใจในเรื่องที่สอน
3. ครูมอบหมายแบบฝึกหัดให้กลับไปทำเป็นการบ้านส่งก่อนเข้าเรียนครั้งต่อไป
4. แจกเอกสารประกอบการเรียนครั้งที่ 8 ให้ผู้เรียน ไปอ่านเตรียมเรียนในครั้งต่อไป
5. ครูให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

	หน่วยที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น รหัสวิชา 20101-2006	**สอนครั้งที่ 8**
	ชื่อหน่วย น้ำมันเบรกและจาระบี	**จำนวน 2 ชั่วโมง**

ชื่อเรื่อง น้ำมันเบรกและจาระบี

สื่อการเรียนการสอน

สื่อสิ่งพิมพ์

1. แผนการสอนรายวิชาเชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น
2. เอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 8 ในหัวข้อ เรื่องน้ำมันเบนซิน
3. แผ่นใสประกอบการสอนในหัวข้อเรื่องน้ำมันเบนซิน

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตความสนใจผู้เรียน
2. ความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย
3. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน
4. ให้ทำแบบทดสอบ
5. ตรงต่อเวลา

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน…….....

……

……

……

……

……

……

ผลการเรียนของนักเรียน……..

……

……

……

……

……

……

……

ผลการสอนของครู…….

……

……..

……..

…….

…….

……..