

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	(1)
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(2)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(3)
สารบัญ.....	(4)
สารบัญตาราง.....	(7)
สารบัญภาพ.....	(8)
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
<b>บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>5</b>
ความสว่างของดาวฤกษ์.....	5
กฎกำลังสองผกผัน.....	5
โชติมาตรปรากฏ.....	6
โชติมาตรสมบูรณ์.....	9
ความสัมพันธ์ระหว่างโชติมาตรปรากฏกับโชติมาตรสมบูรณ์.....	10
ความสัมพันธ์ระหว่างมวล-กำลังส่องสว่างและมวล-อายุขัย.....	11
แผนภาพแฮร์ทสปริง-รัสเซลล์.....	12
ดาวในแถบกระบวนหลัก.....	14

สารบัญญ (ต่อ)	หน้า
กฎการแผ่รังสีของสเตฟาน-โบลซ์มานน์.....	15
ดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุด.....	16
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>22</b>
การออกแบบและการสร้างเครื่องมือ: แผนภาพเฮช-อาร์.....	22
วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล.....	30
วิธีดำเนินงาน.....	30
สถานที่ทำการวิจัย.....	31
ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนภาพการดำเนินงานตลอดโครงการ.....	31
ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย.....	32
ผลผลิตผลลัพธ์ และผลกระทบจากงานวิจัย.....	33
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย.....</b>	<b>34</b>
ผลการศึกษาแนวคิดหลัก.....	34
กิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โมดูลแบบฝึก.....	34
ความสัมพันธ์ มวล-กำลังส่องสว่าง มวล-อายุขัย ของดาวฤกษ์.....	38
การประเมินโมดูลแบบฝึกการเรียนรู้.....	40
การประเมินการเรียนรู้ก่อนการใช้โมดูลแบบฝึกการเรียนรู้ (Pre-test).....	42
การเรียนรู้รายละเอียดตามโมดูลแบบฝึกการเรียนรู้.....	43
การประเมินการเรียนรู้หลังการใช้โมดูลแบบฝึกการเรียนรู้ (Post-test).....	43
การเปรียบเทียบผลการประเมินก่อนการเรียนรู้และหลังการเรียนรู้.....	44

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	46
สรุปผลการวิจัย.....	46
อภิปรายผลการวิจัย.....	46
ข้อเสนอแนะ.....	48
บรรณานุกรม.....	49
ภาคผนวก.....	51
ภาคผนวก ก แบบทดสอบ Pre-test และ Post-test.....	52
ภาคผนวก ข เอกสารรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์.....	57

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความแตกต่างของโชติมาตรและอัตราส่วนความสว่าง.....	7
2.2 แสดงถึงค่าโชติมาตรปรากฏของวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ บนท้องฟ้าที่น่าสนใจ.....	9
2.3 ดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุด 50 ดวง.....	17
3.1 ลำดับชั้นของกำลังส่องสว่าง (Luminosity Classes).....	23
3.2 คุณสมบัติของสเปกตรัม อุณหภูมิพื้นผิว และสีที่ปรากฏของดาว.....	24
3.3 ดาวในแถบกระบวนหลัก.....	25
3.4 ดาวในชั้นดาวยักษ์.....	26
3.5 ดาวฤกษ์ที่สว่างมากที่สุดในท้องฟ้า.....	26
3.6 ดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลก.....	27
3.7 สถานที่ทำวิจัย.....	31
3.8 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย.....	32
3.9 ผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบจากงานวิจัย.....	33
4.1 กิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โมเดลแบบฝึก.....	37
4.2 ดาวฤกษ์ 18 ดวงในแถบกระบวนหลักที่มีมวลระหว่าง $1M_{\odot}$ - $20M_{\odot}$ .....	38
4.3 รายละเอียดคำถามแต่ละข้อที่สอดคล้องกับแนวคิดหลักของโมเดลแบบฝึก.....	41
4.4 ผลประเมินการเรียนรู้ก่อนใช้โมเดลแบบฝึกการเรียนรู้ (Pre-test).....	42
4.5 ผลประเมินการเรียนรู้หลังใช้โมเดลแบบฝึกการเรียนรู้ (Post-test).....	44
4.6 การเปรียบเทียบผลประเมินก่อนการเรียนรู้และหลังการเรียนรู้.....	45
5.1 เปรียบความสัมพันธ์ระหว่าง มวล-กำลังส่องสว่างและมวล-อายุขัย.....	47

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กฎกำลังสองผกผันแสดงการลดลงของความสว่างปรากฏเมื่อระยะทาง เปลี่ยนไปโดยระยะทางยิ่งมาก ความเข้มแสงยิ่งลดลงตามกำลังสองของ ระยะทางเพิ่มขึ้น.....	6
2.2 แสดงนิยามของโชติมาตรสัมบูรณ์ .....	10
2.3 แผนภาพเฮช-อาร์ แสดงรายละเอียดของ Spectral class/อุณหภูมิผิวและ กำลังส่องสว่าง โดยมีรายละเอียดของประชากรดาวฤกษ์ที่รู้จักดีในกาแล็กซี่ ทางช้างเผือก.....	12
2.4 แผนภาพเฮช-อาร์.....	13
2.5 มวลมวลของดาวฤกษ์ที่อยู่ในแถบกระบวนหลัก ( $M_{\odot}$ =มวลดวงอาทิตย์).....	15
3.1 ตารางกราฟสำหรับการสร้างแผนภาพเฮช-อาร์.....	28
3.2 แผนภาพเฮช-อาร์แผนภาพเฮช-อาร์ ดาวในแถบกระบวนหลัก (จุดสีแดง) และดาวยักษ์ (จุดสีน้ำเงิน)....	29
3.3 แผนภาพเฮช-อาร์ ดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุด.....	29
3.4 แผนภาพเฮช-อาร์ ดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด.....	30
4.1 แผนภาพเฮช-อาร์ แสดงกำลังส่องสว่างสัมพันธ์กับอุณหภูมิสัมบูรณ์ที่ผิว ของดาว พื้นที่ส่วนที่แรเงาเป็นตำแหน่งของแถบกระบวนหลัก มหายักษ์ ยักษ์ และดาวแคระ แนวเส้นทแยงเป็นเส้นรัศมีของดาว คิดเป็นจำนวนเท่าของรัศมีดวงอาทิตย์.....	36
4.2 ความสัมพันธ์มวล-กำลังส่องสว่าง ของดาวฤกษ์ในแถบกระบวนหลัก 18 ดวง.....	39
4.3 ความสัมพันธ์มวล-อายุขัย ของดาวฤกษ์ในแถบกระบวนหลัก 18 ดวง.....	39
5.1 เปรียบเทียบผลลัพธ์การเรียนรู้ก่อน (Pre-test) และหลัง (Post-test) การเรียนรู้โมดูลแบบฝึก.....	48