บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจและศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในจังหวัดสกลนคร ที่สามารถนำมาประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล 2) ศึกษาความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการเรียนการสอน 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องสมดุลกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น มาประกอบการเรียนการสอน เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้แก่ แผนการสอนโดยนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล แบบวัดความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล ที่มีการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประกอบการเรียนการสอน ได้ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการ สำรวจและศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในจังหวัดสกลนคร ที่สามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล

ผลการสำรวจภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สามารถนำมาประกอบการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล ในจังหวัดสกลนคร โดยการสอบถามและสัมภาษณ์ปราชญ์ชาวบ้านที่มีความรู้ในผลงานหรือชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ใช้ในการประกอบอาชีพและการดำเนินชีวิตประจำวัน รวมทั้งครูในท้องถิ่นที่สอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกลและมีความรู้เกี่ยวกับผลงานภูมิปัญญาในท้องถิ่นที่สามารถนำมาประกอบการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งพบว่าผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สามารถนำมาประกอบการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล มีทั้งหมด 19 รายการ และผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนตามการวิจัยในครั้งนี้ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเด็น คือ

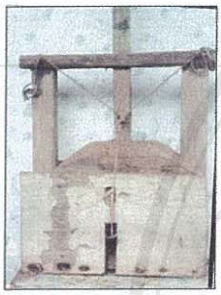
1.1 การวิเคราะห์วิธีการประดิษฐ์และการใช้งาน

1.2 การวิเคราะห์หลักการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

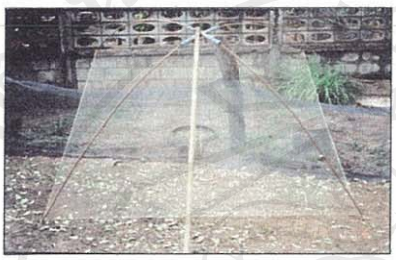
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.1 การวิเคราะห์วิธีการประดิษฐ์และการใช้งาน โดยทำการวิเคราะห์ชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่น ถึงวิธีการประดิษฐ์ การใช้งานและเทคนิควิธีการต่างๆ ของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ใช้ในการสร้างสรรค์ผลงาน รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข

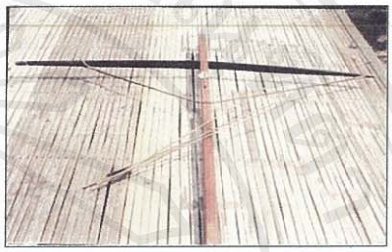
ผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่นำมาประกอบการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล มีทั้งหมด 19 รายการ แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



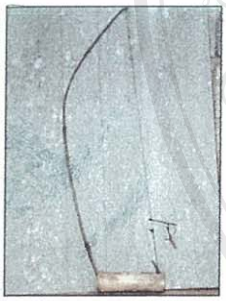
กะต่ำหรือขะต๊ำ



สะดุ้ง

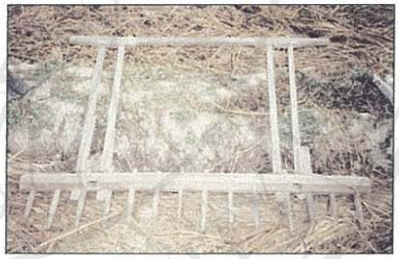


หน้าไม้



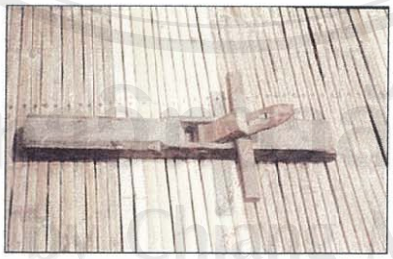
หน่วงหรือด้วง

ว่าว



คราด

ไถ

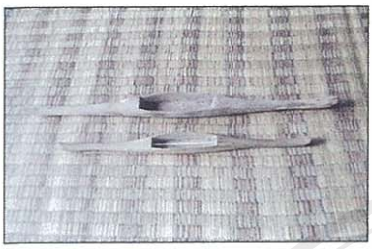


กบไสไม้

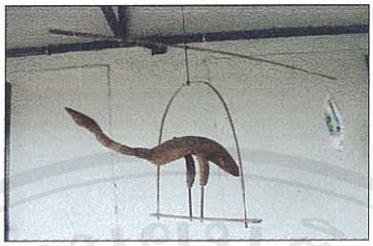
เครื่องฮีดตอก

ภาพ 4.1 แสดงชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่นำมาประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
© by Chiang Mai University
All rights reserved



กระสวย



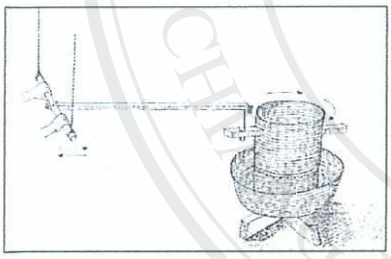
นกกระเรียนแขวน

ไม้คาน

ลูกข่าง

คันหลาว

กระโซ่



เครื่องสีข้าว

ถัดทา

คันต่อง

คกมองหรือครกกระเดื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 4.1 (ต่อ) แสดงชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่นำมาประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

โดยรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการประดิษฐ์ การใช้งานและเทคนิควิธีการต่างๆ ของผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นทั้ง 19 รายการนั้น ผู้วิจัยได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข รายละเอียดสรุปได้ ดังนี้

1. กะตั่มหรือขะตั๊ม เป็นอุปกรณ์ที่ชาวบ้านใช้ในการดักหนู ทำจากไม้จริง อาศัยหลักการแรงโน้มถ่วงของโลก ชาวบ้านจะใช้กะตั่มดักหนูในที่ต่าง ๆ ที่มีหนูชุกชุม เช่น บนยุ้งข้าว ในห้องเก็บของ โดยการนำกะตั่มไปตั้งไว้ในที่ที่ต้องการแล้วขัดสลักท่อนไม้ไว้และนำอาหารไปเก็บเสียบไว้กับสลักอีกด้าน เมื่อหนูเข้าไปกัดกินอาหาร สลักจะหลุดและท่อนไม้ขนาดใหญ่จะหล่นลงมาทับหนูทันที ซึ่งกะตั่ม หากพิจารณาขณะอยู่นิ่งโดยรั้งเชือกเพื่อตั้งกลไกการทำงานไว้ ขณะนั้นกะตั่มจะอยู่ในภาวะสมดุลและสามารถหาแรงลัพธ์ในเส้นชือกได้โดยการสร้างรูป

2. หน้าไม้ ตัวหน้าไม้ทำจากไม้เนื้อแข็ง ลักษณะคล้ายธนู สายทำด้วยป่านและมีลูกดอกทำจากไม้ไผ่ หน้าไม้เป็นอุปกรณ์ที่ชาวบ้านสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการล่าสัตว์เป็นอาหาร อาศัยแรงดีดตัวของลูกดอกที่มีปลายแหลมและอาบยาพิษ แต่ในปัจจุบันการล่าสัตว์ด้วยหน้าไม้มีให้เห็นน้อยลง เนื่องจากชาวบ้านหันมาใช้ปืนและหนังสติ๊กแทน โดยแรงลัพธ์ที่เกิดจากการโก่งคันหน้าไม้สามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องการหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูป แต่ในการให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยการหาค่าแรงตึงในเส้นเชือกของหน้าไม้ด้วยเครื่องชั่งสปริงนั้นค่อนข้างจะมีปัญหา เนื่องจากไม่สามารถปลดเชือกออกจากตัวหน้าไม้เพื่อทำการวัดแรงด้วยเครื่องชั่งสปริงได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนวิเคราะห์แรงที่เกิดจากการโก่งหน้าไม้ และวาดรูปแสดงแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นเมื่อหน้าไม้อยู่ในภาวะสมดุล

3. สะดุ้ง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการดักปลา ตัวสะดุ้งทำมาจากด้ายไนล่อนถักเป็นตาข่าย เวลาใช้งานจะต้องนำสะดุ้งมาประกอบเข้ากับขาและคันสะดุ้งที่ทำจากไม้ไผ่ บางท้องที่เรียกสะดุ้งว่า ยอ แต่สำหรับจังหวัดสกลนครและพื้นที่ใกล้เคียง สะดุ้งกับยอจะเป็นอุปกรณ์คนละชนิดกัน แต่มีลักษณะเช่นเดียวกันและใช้ในการดักปลาเหมือนกัน แต่ยอจะมีขนาดใหญ่กว่าสะดุ้งมาก การใช้งานจึงต้องกางยอทิ้งไว้ในแม่น้ำ ไม่สามารถยกไปไหนมาไหนได้สะดวกเหมือนสะดุ้ง การพิจารณาแรงในขณะที่กางสะดุ้งนั้นสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องการหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูป

4. หน่วงหรือด้วง เป็นอุปกรณ์ดักหนูชนิดหนึ่งทำมาจากไม้ไผ่ โดยชาวบ้านจะใช้ดักหนู ตามท้องนาเพื่อนำมาประกอบอาหารซึ่งจะต่างกับกะตั่ม ปัจจุบันในการใช้หน่วงดักหนูยังคงมีให้เห็นกันบ้าง แต่ส่วนหนึ่งการดักหนูก็ถูกแทนที่ด้วยกับดักเหล็กที่มีวางขายตามท้องตลาด เพราะเหล็กสามารถเก็บไว้ได้นานหลายปี ขณะตั้งกลไกการทำงานของหน่วงนั้น จะมีแรงตึงเชือกที่กระทำต่อหน่วงและทำให้หน่วงอยู่นิ่งในภาวะสมดุล โดยค่าของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงตึงเชือกที่เกิดขึ้นทั้งหมด สามารถนำมารวมกันได้โดยวิธีสร้างรูป ซึ่งสามารถนำไปอธิบายประกอบการเรียนการสอนได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

590.0712
ก476 ค
เลขหมู่.....
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. ว่าว เป็นเครื่องเล่นที่ทำมาจากกระดาษ ส่วนโครงว่าวทำด้วยไม้ไผ่และติดว่าวเข้ากับโครงด้วยข้าวเหนียวหรือใช้การต้มแป้งเปียกแทนกาว ในจังหวัดสกลนครบางท้องที่จะมีการแข่งขันการเล่นว่าวในช่วงที่มีการเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จใหม่ๆ ซึ่งมีการแข่ง 2 ประเภทคือ ว่าวที่ลอยอยู่ในอากาศได้นานหลายวัน กับแข่งว่าวชะนู คือว่าวที่ส่งเสียงได้เวลาลอยในอากาศเพื่อดูว่าว่าวของใครจะมีเสียงดังที่สุดเมื่อมีลมพัดและจะได้เป็นผู้ชนะ ซึ่งการพิจารณาแรงตึงในเส้นเชือกที่ใช้ดึงว่าวสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนในเรื่องการแยกแรงและการหาแรงลัพธ์ได้

6. คราด เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคราดผิวดิน ทำจากไม้จริงโดยที่นาที่ทำการไถแล้วจะทำการคราดเพื่อให้เนื้อดินแตก ร่วนและซี่คราดจะช่วยในการคราดเอาเศษหญ้า เศษไม้ที่ฝังอยู่ในดิน ช่วยให้ชาวนาสามารถเก็บเอาขยะขึ้นจากที่นาได้ง่ายขึ้น การใช้คราดสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องแรงเสียดทานได้

7. ไถ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการกลบหน้าดินเตรียมดินก่อนทำการคราดเพื่อดำนา คันไถและพืดไถ(ส่วนที่เป็นคมไถ) เป็นไม้ท่อนเดียวกัน ทำจากรากไม้โดยชาวบ้านต้องออกเสาะหารากไม้ ที่มีลักษณะโค้งงอได้รูป เหมาะสำหรับนำมาทำไถ เมื่อพบรากไม้ตามลักษณะที่ต้องการแล้วขอแรงเพื่อนบ้านมาช่วยขุดรากไม้นั้น แล้วนำไปเหลาจนได้คันไถและส่วนของคมไถหรือที่เรียกว่าพืดไถ แต่ในปัจจุบันไถที่ทำจากไม้นั้นหาดูได้ยาก เพราะชาวบ้านนิยมซื้อไถเหล็กที่หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด ลักษณะการใช้ของไถในการไถนา สามารถนำมาอธิบายประกอบการเรียนการสอนเรื่องแรงเสียดทานได้

8. กบไสไม้โบราณ ทำจากไม้ประดู่ มีคานสำหรับใช้มือจับเพื่อออกแรงไสไม้ยื่นออกด้านข้าง ปัจจุบันมักใช้กบไสไม้เฉพาะกรณีที่ต้องการไสไม้ปรับแต่งเล็กน้อย สำหรับงานที่มีปริมาณไม่มากเพราะหากต้องการไสไม้ที่มีปริมาณมาก การใช้กบไฟฟ้าจะสะดวกและรวดเร็วกว่า ลักษณะการใช้งานของเครื่องมือชนิดนี้สามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องแรงเสียดทานได้

9. เครื่องฮีดตอก เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจักตอก โดยคุณปู่พัน บุญชอบ ในอำเภอวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร ซึ่งมีอาชีพจักตอกขาย เป็นคนคิดค้นขึ้นโดยดัดแปลงจากการเห็นในรายการทีวีและได้แนะนำให้ชาวบ้านใกล้เคียงนำไปทำใช้เอง ซึ่งทำมาจากเหล็ก สามารถจ้างช่างเหล็กในหมู่บ้านทำก็ได้ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน โดยใบมีดที่ใช้จักตอกนั้นถูกออกแบบให้มีลักษณะเอียงเพื่อให้เกิดมุมเสียดทานระหว่างคมมีดและไม้ไผ่ จึงจะได้ตอกที่บางเรียบ ซึ่งหลักการที่ว่านี้สามารถนำไปประกอบการเรียน การสอนเรื่องแรงเสียดทานได้

10. กระสวยทอผ้า เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการทอผ้า ทำจากแก่นไม้น้ำเกลี้ยง มีลักษณะเบา กระสวยเป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะนำด้ายพุ่งสอดเส้นด้ายให้กลายเป็นผืน กระสวยทอผ้าสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องแรงเสียดทานได้ ซึ่งชาวบ้านมีวิธีลดแรงเสียดทาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่เกิดขึ้นระหว่างกระสวยกับผ้าทอ โดยการเลือกใช้ไม้น้ำเกลี้ยงที่มีลักษณะเบามาทำกระสวยและการใช้ขี้ผึ้งทากระสวย

11. ลูกข่าง ลูกข่างเป็นของเล่นทำจากไม้เนื้อแข็ง โดยการนำไม้มาเหลาให้มีรูปทรงที่สมดุล ก้นแหลม เมื่อนำมาปั่นสามารถทรงตัวหมุนอยู่ได้เป็นเวลานาน หากลูกข่างที่ทำออกมาไม่ได้รูปทรงที่สมดุลเวลานำมาปั่นจะทรงตัวอยู่ได้ไม่นาน เด็กๆ มักทำลูกข่างเพื่อนำมาเล่นแข่งกันเอง โดยลูกข่างของใครที่ปั่นแล้วหมุนอยู่ได้นานจะเป็นผู้ชนะ การหมุนตัวและการทรงตัวของลูกข่างสามารถนำไปประกอบการเรียน การสอนเรื่องศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง รวมทั้งเรื่องเสถียรภาพของสมดุลได้

12. นกกระเรียนแขวน เป็นของเล่นหรือของประดับอย่างหนึ่งทำจากกะลามะพร้าว ที่ชาวบ้านมักทำแขวนไว้หน้ากระท่อมนาหรือที่ชาวบ้านอีสานเรียกว่า เถียงนา เมื่อมีลมพัดมา นกกระเรียนก็จะโอนเอนและผงกหัวโยกเยก ซึ่งเรียกเสียงหัวเราะของเด็กๆ ได้ เทคนิคในการใช้เชือกมัดที่ส่วนต่างๆ ของร่างกายนก เพื่อให้นกกระเรียนสามารถทรงตัวอยู่อย่างสมดุลได้นั้น สามารถนำไปอธิบายประกอบการเรียนการสอนเรื่องศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงได้

13. เครื่องสีข้าว เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสีเปลือกข้าวให้ร่อนออกจากเมล็ดเรียกว่าข้าวกล้อง แล้วนำไปใส่ครกตำ ทำให้ข้าวขาวเป็นข้าวสาร ทำมาจากไม้ไผ่สาน เมื่อประมาณ 10-15 ปีให้หลัง เกือบทุกครัวเรือนยังคงมีใช้ให้เห็นกันอยู่ แต่ปัจจุบันเครื่องสีข้าวที่ว่านี้ไม่มีใช้แล้วในท้องถิ่นทั่วไป แต่ยังคงหาดูได้ตามบ้านเรือนบางหลังที่ยังเก็บไว้พอให้ลูกหลานได้ดู ซึ่งก็อยู่ในสภาพที่ไม่สามารถใช้งานได้แล้ว หลักการโมเมนต์สามารถนำมาอธิบายการทำงานของเครื่องสีข้าวได้เป็นอย่างดี เครื่องสีข้าวซึ่งเป็นผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นชนิดนี้จึงสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องสมดุลต่อการหมุนได้

14. ไม้คาน ทำด้วยไม้ไผ่ผ่าซีกใช้สำหรับหาบหรือคอนกระบุงเพื่อเดินทางไปยังไร่นา ไม้คานถือเป็นของใช้ที่จำเป็นสำหรับชาวไร่ ชาวนาและมีใช้กันเกือบทุกครัวเรือน นอกจากจะใช้หาบสิ่งของแล้ว เวลาไปไหนมาไหนคนเฒ่าคนแก่มักถือติดตัวไปด้วย ทั้งนี้เพื่อช่วยในการพยุงตัวและช่วยป้องกันตัวเองได้ด้วย ขณะที่ใช้ไม้คานหาบสิ่งของนั้นจะเกิดโมเมนต์รอบตำแหน่งที่หาบซึ่งช่วยผ่อนแรงในการยกสิ่งของได้ จึงสามารถนำไปประกอบการสอนเรื่องสมดุลต่อการหมุนได้

15. คันหลาว ทำจากไม้ไผ่ลำตรงๆ คันหลาวแต่ละอันมีความยาวประมาณ 2 เมตร ชาวบ้านจะนำไม้ไผ่ไปผึ่งแดดให้แห้งหรืออาจลนไฟก็ได้ เหลาข้อไม้ไผ่ให้เรียบไม่ให้มีเสี้ยน จากนั้นจะใช้มีดเสี้ยมปลายไม้ไผ่ทั้งสองข้างให้แหลม ใช้สำหรับเสียบกลางฟ่อนข้าวเพื่อใช้หาบข้าวจากที่นาขึ้นลาน การใช้งานของคันหลาวมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการใช้ไม้คานหาบสิ่งของ ซึ่งสามารถนำไปอธิบายประกอบการเรียนการสอนเรื่องสมดุลต่อการหมุนได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

16. กระโซ่หรือที่โพงน้ำ เป็นเครื่องมือสำหรับวิดน้ำเพื่อทำการเพาะปลูกพืชพรรณต่างๆ หรือวิดน้ำจับปลาไว้เป็นอาหาร กะโซ่ทำจากไม้ไผ่จักเป็นตอกและนำมาสาน มีลักษณะคล้ายเรือครึ่งท่อนและมีด้ามสำหรับจับวิดน้ำเพื่อช่วยในการผ่อนแรงในการวิดน้ำ ซึ่งสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องสมดุลต่อการหมุนได้

17. คันต่องฟาดข้าวหรือไม้นวดข้าว เป็นเครื่องมือของชาวนาที่ใช้สำหรับรัดฟ่อนข้าวเพื่อทุบหรือตีรวงข้าวที่มัดอยู่ในฟ่อนให้เมล็ดข้าวกระเด็นออกมาจากรวง คันต่องมักทำจากไม้ไผ่ที่มีเนื้อแน่น ไม้แก่จัด ข้อสั้น ลำต้นเล็ก ขนาดมือกำได้รอบ ซึ่งคันต่องสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องสมดุลต่อการหมุน

18. ถัดทา เป็นไม้สำหรับชักดึงเมล็ดข้าวเปลือกให้กองรวมกัน เพื่อสะดวกต่อการตวงหรือขนใส่ยุ้งฉาง ถัดทามีลักษณะคล้ายกับคราดมือ แต่ถัดทามีที่คราดเป็นแผ่นไม้หนาทึบทำจากไม้จริง โดยลักษณะการใช้งานของถัดทาสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องสมดุลต่อการหมุน

19. คกมองหรือครกกระเดื่อง เป็นของใช้พื้นบ้านซึ่งใช้สำหรับตำข้าว ตำถั่ว ตำข้าวโพด และตำแป้ง เป็นต้น นิยมตั้งไว้ใต้ถุน ยุ้งข้าวหรือใต้ถุนเรือน คกมองมีบทบาทสำคัญกับวิถีชีวิต ซึ่งจะเป็นแหล่งที่บรรดาหนุ่มๆ ได้มาพบกับสาวๆ ในเวลาตำข้าว ปัจจุบันนี้คกมองได้ลดบทบาทไปเพราะถูกแทนที่ด้วยโรงสีข้าว ลักษณะการวางตัวของคกมองหรือครกกระเดื่องนี้ สามารถพิจารณาได้ทั้งลักษณะของการสมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุน จึงสามารถนำมาประกอบการเรียนการสอนเรื่อง สมดุลสัมบูรณ์และเสถียรภาพของสมดุล

โดยผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นทั้ง 19 รายการนั้น สามารถนำมาประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล ในหัวข้อต่างๆ ดังที่แสดงไว้ตามตาราง 4.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 แสดงรายการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่นำมาประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

บทเรียนเรื่อง	ภูมิปัญญาที่นำมาประกอบการเรียนการสอน
บทที่ 1 สมดุลกล	กะตั๋มหรือขะตั๋ม
บทที่2 การหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูป	สะดุ้ง หน้าไม้ กะตั๋ม หน่วงหรือด้วง
บทที่ 3 การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์	ว่าว หน้าไม้ หน่วง
บทที่ 4 แรงเสียดทาน	กบไสไม้ คราด ไถ เครื่องฮีดตอก กระสวยทอผ้า
บทที่ 5 ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง	นกกระเรียนเดิน ลูกข่าง
บทที่ 6 สมดุลต่อการหมุน	ไม้คาน คันหลาว กระโซ่ เครื่องสีข้าว ถัดทา คันต่อง
บทที่ 7 สมดุลสัมบูรณ์และเสถียรภาพของสมดุล	ลูกข่าง คกมองหรือดรกกระเดื่อง

จากตาราง 4.1 จะเห็นว่า ชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นแต่ละรายการ สามารถนำมาประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกลได้ โดยชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นชนิดหนึ่ง ๆ นั้น สามารถนำมาประกอบการเรียนการสอนในบทเดียวกันได้หลายหัวข้อ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาและการคัดเลือกส่วนของหลักการในชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นชนิดนั้นว่าผู้สอนต้องการดึงหลักการสำคัญส่วนใดจึงจะเหมาะสมกับเนื้อหาที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 การวิเคราะห์หลักการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยทำการวิเคราะห์หลักการประดิษฐ์และการใช้งานหรือการทำงานของชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นแต่ละรายการที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับหลักการทางวิทยาศาสตร์สาขาวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการนำมาประกอบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ว 022 เรื่องสมดุลกล มีเนื้อหา ทั้งหมด 7 หัวข้อ ได้แก่ บทที่ 1 สมดุลกล บทที่2 การหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูป บทที่ 3 การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์ บทที่ 4 แรงเสียดทาน บทที่ 5 ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง บทที่ 6 สมดุลต่อการหมุน และบทที่ 7 สมดุลสัมบูรณ์และเสถียรภาพของสมดุล โดยแต่ละหัวข้อสามารถนำภูมิปัญญาท้องถิ่นทั้ง 19 รายการ มาจัดทำแผนประกอบการเรียนการสอน ได้ดังแสดงในภาคผนวก ซ ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์หลักการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบการเรียนการสอน วิชาฟิสิกส์ ว 022 เรื่องสมดุลกล ในแต่ละหัวข้อได้ดังนี้

1.2.1 เรื่อง สมดุลกล

วัตถุเมื่อถูกแรงมากระทำและมีผลลัพธ์เป็นศูนย์วัตถุจะคงสภาพการเคลื่อนที่เดิม การที่วัตถุคงสภาพเดิมของการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า วัตถุอยู่ในสมดุลกล สมดุลกลของวัตถุถ้าจำแนกตามลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุจะจำแนกเป็น สมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุน แต่ถ้าจำแนกตามลักษณะการคงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุจะจำแนกได้เป็น สมดุลสถิตและสมดุลจลน์

สมดุลสถิต คือ สมดุลของวัตถุในขณะที่วัตถุอยู่นิ่ง

สมดุลจลน์ คือ สมดุลของวัตถุในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวหรือกำลังหมุนด้วยอัตราการหมุนคงตัว

สมดุลต่อการเลื่อนที่ คือ การที่วัตถุคงสภาพนิ่งหรือมีความเร็วคงตัว ผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีหลักการทำงานและสามารถรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้อยู่ในสภาวะสมดุลต่อการเลื่อนที่ได้ ได้แก่ กะตั่ม สะดุ้ง หน้าไม้ หน่วง กบไสไม้ ดราด ไถ เครื่องฮีดตอก กระสวยทอผ้าและคกมอง เป็นต้น

สมดุลต่อการหมุน คือ การที่วัตถุไม่หมุนหรือหมุนรอบจุดที่คงที่หรืออัตราการหมุนคงตัว ผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีหลักการทำงานและสามารถรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้อยู่ในสภาวะสมดุลต่อการหมุนได้ ได้แก่ ลูกข่าง ไม้ดาน คันหลาว กระโซ่ เครื่องสีข้าว ถัดทา คันต่องและคกมอง

1.2.2 เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูป

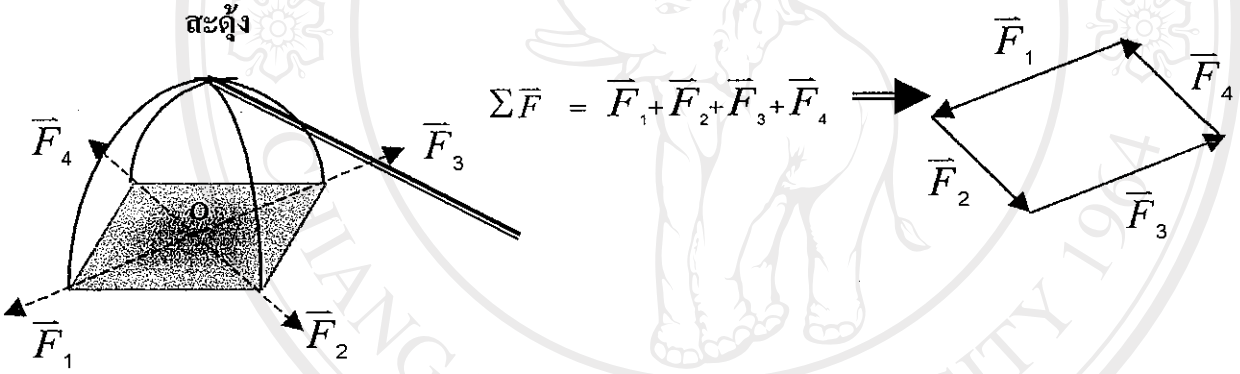
แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เขียนแทนด้วยลูกศร ความยาวลูกศรแทนขนาดเวกเตอร์ หัวลูกศรแทนทิศทางของเวกเตอร์นั้น ในการรวมแรงทำได้ 2 วิธีคือ

1. การสร้างรูป 2. การคำนวณ

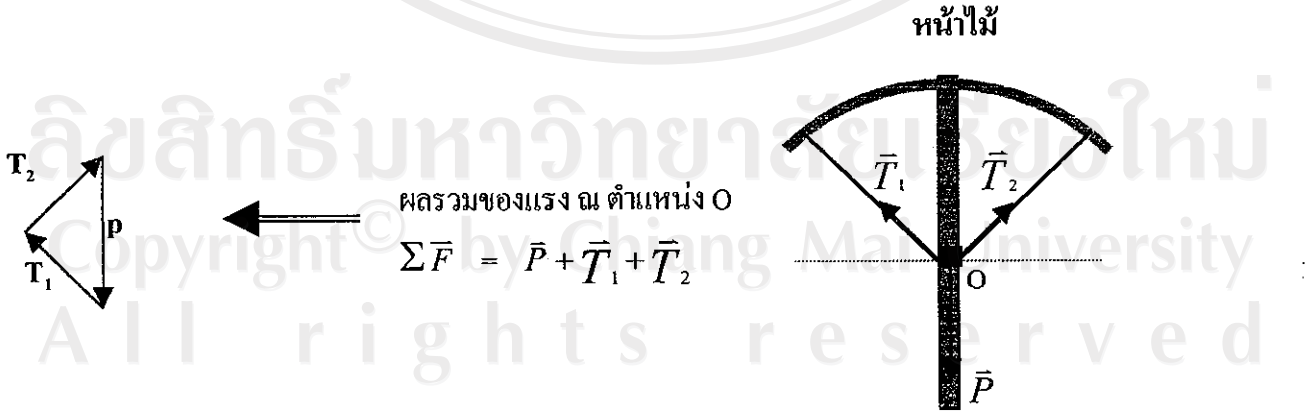
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูปโดยวิธีหางต่อหัวทำได้โดยการใช้หางของเวกเตอร์หนึ่งต่อหัวของอีกเวกเตอร์หนึ่งต่อเนื่องกันไป แล้วจะได้แรงลัพธ์หรือผลรวมของเวกเตอร์เป็นด้านปิดของรูปเหลี่ยม มีทิศพุ่งจากหางเวกเตอร์อันแรกสู่หัวเวกเตอร์อันสุดท้าย โดยลากเวกเตอร์ลัพธ์จากจุดเริ่มต้น (หางเวกเตอร์แรก) ไปยังจุดสุดท้าย (หัวเวกเตอร์สุดท้าย) กรณีที่วัตถุอยู่ในสภาวะสมดุล ผลรวมของแรงลัพธ์จากแรงทั้ง 3 ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์เมื่อเรานำเวกเตอร์ของแรงทั้ง 3 มารวมกันโดยวิธีสร้างรูปจะได้รูปเหลี่ยมปิด

เราสามารถพิสูจน์การหาแรงลัพธ์โดยวิธีการสร้างรูปได้โดยพิจารณาแรงลัพธ์จากชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่น ได้แก่ สะดุ้ง หน่วง กะตั๋ม หน้าไม้ ขณะที่อยู่ในสมดุลสถิต ซึ่งเราทราบแล้วว่าผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุแข็งเกร็งและทำให้วัตถุอยู่ในภาวะสมดุลผลรวมของแรงลัพธ์จะมีค่าเท่ากับศูนย์ซึ่งการบวกเวกเตอร์ด้วยวิธีการสร้างรูปจะได้รูปเหลี่ยมปิดเสมอ (พิจารณาผลรวมของแรง ณ จุด O)

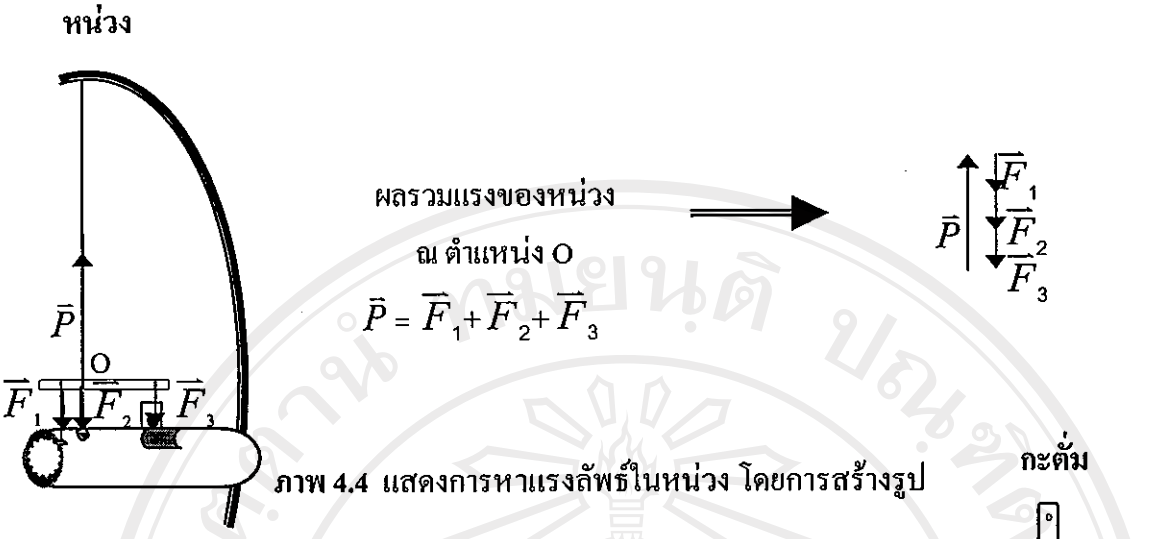


ภาพ 4.2 แสดงการหาแรงลัพธ์ในสะดุ้ง โดยการสร้างรูป

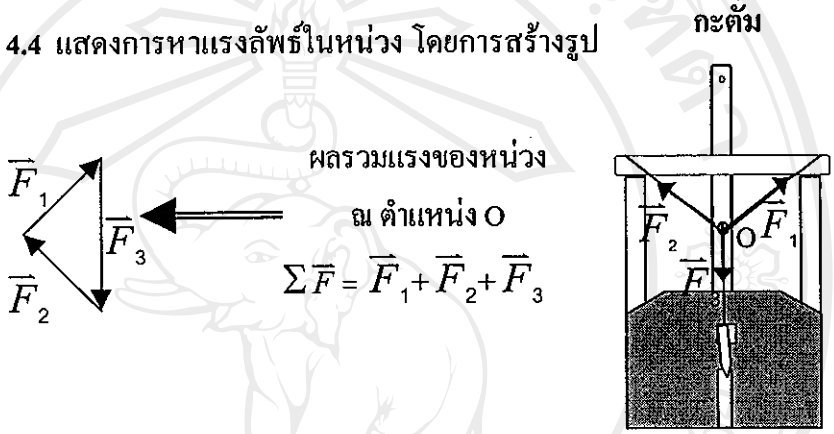


ภาพ 4.3 แสดงการหาแรงลัพธ์ในหน้าไม้โดยการสร้างรูป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



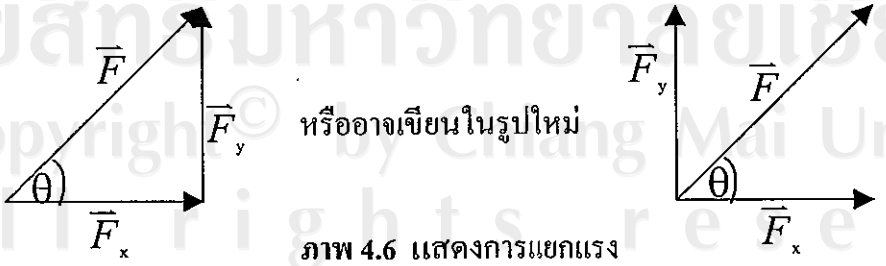
ภาพ 4.4 แสดงการหาแรงลัพธ์ในหน่วง โดยการสร้างรูป



ภาพ 4.5 แสดงการหาแรงลัพธ์ในกะตั่ม โดยการสร้างรูป

1.2.3 เรื่อง การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์

แรงหนึ่งแรงสามารถแยกออกเป็นแรงหลาย ๆ แรงได้ ซึ่งจะตั้งฉากกันหรือไม่ก็ได้แต่เนื่องจากการหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ จะคำนวณได้เมื่อแรงต่าง ๆ ทำมุม 0, 90, และ 180 องศา ดังนั้นจึงแยกแรงหนึ่งออกเป็นแรงประกอบย่อยสองแรงที่ตั้งฉากกันในแกนที่กำหนดให้ เช่น ถ้ามีแรงซึ่งทำมุม θ กับแกน X จะแยก $\vec{F}$ ไปในแกน X และแกน Y ได้ดังรูป



ภาพ 4.6 แสดงการแยกแรง

หาขนาดของแรง $F_x = F\cos\theta$

$F_y = F\sin\theta$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

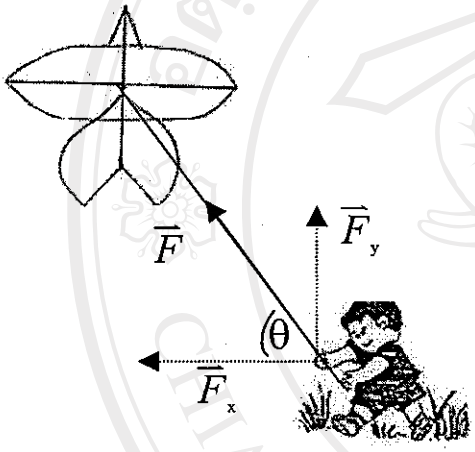
ผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สามารถอธิบายหลักการของการแตกแรงในบทนี้ ได้แก่ ว่าว หน้าไม้ หน่วง โดยพิจารณาดังนี้

ในขณะที่เราออกแรงดึงว่าว ด้วยแรง $\vec{F}$ แและทำมุม θ กับพื้นดิน ขณะที่ว่าวลอยอยู่บนท้องฟ้านั้นเสมือนกับมีแรงที่กระทำต่อว่าว อยู่ 2 แรง นั่นก็คือ แรงที่พยายามดึงว่าวให้ลอยอยู่ได้แก่ แรงของลม และแรงที่พยายามให้ว่าวหล่นลงมาได้แก่ แรงโน้มถ่วงของโลก

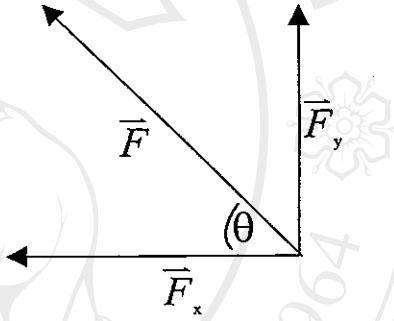
เราสามารถแยกแรงที่เราใช้ดึงว่าว $\vec{F}$ ออกเป็นแรงประกอบย่อย 2 แรง ได้แก่

แรงดึงว่าวเนื่องจากแรงลม $\vec{F}_x$ เป็นแรงประกอบในแนวแกน X

แรงเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก $\vec{F}_y$ เป็นแรงประกอบในแนวแกน Y



หรืออาจเขียนในรูปใหม่



ภาพ 4.7 แสดงการแยกแรงที่เกิดจากแรงตึงเชือกที่ใช้ในการดึงว่าว

จะได้

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

จากหลักการทางคณิตศาสตร์

$$\frac{\vec{F}_x}{F} = \cos\theta \quad \text{และ} \quad \frac{\vec{F}_y}{F} = \sin\theta$$

ขนาดของแรงประกอบหาได้จาก $\vec{F}_x = \vec{F}\cos\theta$

และ $\vec{F}_y = \vec{F}\sin\theta$

โดยหาขนาดของแรง $\vec{F}$ และมุม θ ซึ่งบอกทิศทางของ $\vec{F}$ ได้จาก

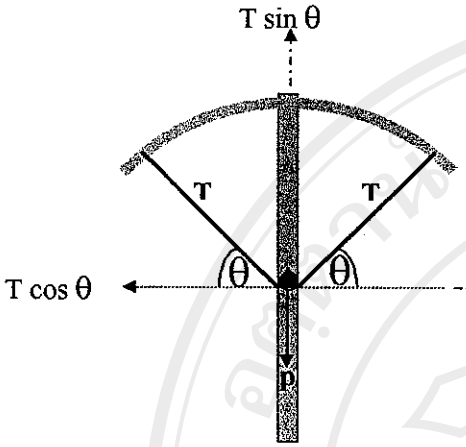
$$\sum F = \sqrt{\vec{F}_x + \vec{F}_y}$$

$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x} \qquad \text{และ} \qquad \theta = \tan^{-1}\frac{F_y}{F_x}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พิจารณาแรงตึงเส้นเชือกของหน้าไม้ ขณะขัดสลัก (ขึ้นห้าง) เพื่อรอยิงสัตว์ กำหนดให้แรงตึงในเส้นเชือกเป็น T และแรงดึงจากการขัดสลักเป็น P

จะได้ว่า $\vec{T} = \vec{T}_x + \vec{T}_y$



$$T_x = T\cos\theta$$

$$T_y = T\sin\theta$$

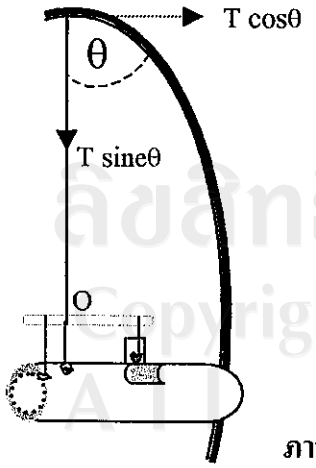
ขณะขึ้นห้างรอยิง หน้าไม้อยู่ในภาวะสมดุลต่อการเลื่อนที่

ดังนั้น $P = 2T\sin\theta$

ภาพ 4.8 แสดงการแยกแรงที่เกิดจากแรงตึงเชือกในหน้าไม้

ในการทำหน่วงดักหนูของชาวบ้าน พบว่าก่อนผูกเชือกเข้ากับไม้ขัดสลักที่ตำแหน่งใด ชาวบ้านจะต้องลองดึงเชือกเพื่อโก่งคันธนูจนรู้สึกว่ามีแรงตึงในเส้นเชือกมากพอที่จะรัดหนูไว้ได้ จึงทำการผูกไม้สำหรับรั้งเชือกที่ขัดสลักไว้ที่ตำแหน่งนั้น (ที่ตำแหน่ง O) ซึ่งจากการสำรวจพบว่าหน่วงที่ชาวบ้านทำขึ้นนั้น เมื่อทำการรั้งเชือกขัดสลักแล้ว มุมที่เชือกกระทำกับคันธนูที่โก่งจนเกือบอยู่ในแนวระดับ โดย θ มีค่าประมาณ 90 องศา

ให้แรงลัพธ์ที่เชือกรัดหนูเมื่อหนูมาติดหน่วงเป็น T



$$\vec{T} = \vec{T}_x + \vec{T}_y$$

$$T = T\cos\theta + T\sin\theta$$

โดยแรงตึงในเส้นเชือกจะมีค่ามากที่สุด เมื่อ θ มีค่าเท่ากับ 90 องศา

เนื่องจาก $\cos 90^\circ = 0$

และ $\sin 90^\circ = 1$

ภาพ 4.9 แสดงการแยกแรงและการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงตึงเชือกในการตั้งกลไกหน่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.4 เรื่อง แรงเสียดทาน

แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดระหว่างพื้นผิวสัมผัส โดยแรงเสียดทานมี 2 ประเภทคือ แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ แรงเสียดทานสถิต เป็นแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ แต่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่ใช้สัญลักษณ์ f_s สำหรับวัตถุหนึ่ง ๆ แรงเสียดทานสถิตมีได้หลายค่าขึ้นอยู่กับขนาดของแรงที่ใช้ดึงเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยแรงเสียดทานจะมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานขณะที่วัตถุจะเคลื่อนที่นี้ว่า แรงเสียดทานสถิตสูงสุด แรงเสียดทานจลน์ เป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ ใช้สัญลักษณ์ f_k สำหรับวัตถุคู่หนึ่งๆ จะได้ว่า แรงเสียดทานสถิตสูงสุดจะมีค่ามากกว่าแรงเสียดทานจลน์เสมอ จากการทดลองจะพบว่าแรงเสียดทานมีค่าขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัสและแรงปฏิกิริยาตั้งฉากที่พื้นกระทำต่อวัตถุ อัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานต่อแรงปฏิกิริยาตั้งฉากที่พื้นกระทำต่อวัตถุ เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานและได้ว่าสำหรับวัตถุคู่หนึ่งๆ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตจะมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เสมอ

ในผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีหลักการของแรงเสียดทานจากการใช้งานของเครื่องใช้เหล่านั้น เช่นการไถนา คราดนาด้วยไถและคราด การทำตอกด้วยเครื่องฮีดตอก การทอผ้าโดยใช้กระสวยในการส่งด้ายเพื่อทอผ้าให้เป็นผืน ซึ่งพบว่า การใช้เครื่องมือเหล่านี้ล้วนต้องออกแรงกระทำเพื่อให้เครื่องมือเหล่านี้เคลื่อนที่บนผิวสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ในการไถหรือคราดที่นา เราต้องใช้แรงทั้งจากแรงคนและแรงควายเพื่อให้ไถหรือคราดเคลื่อนที่บนที่นาซึ่งเป็นพื้นดินที่เราต้องการให้ดินแตกร่วน โดยระหว่างนั้นจะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างไถหรือคราดกับก้อนดิน ในสมัยก่อนที่มีการทำไถและคราดด้วยไม้ จึงต้องเลือกไม้ที่มีเนื้อแน่นและแข็งแรงและนำมาเหลาปลายให้แหลม โดยส่วนปลายที่แหลมของไถจะมีลักษณะโค้งงอขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดแรงเสียดทานที่ไถกระทำต่อพื้นดินนั่นเอง

ในการทอผ้าโดยใช้กระสวย แม่บ้านต้องออกแรงในการผลักให้กระสวยบนส่วนของผ้าที่ทอเป็นผืนแล้ว โดยไม้ที่ชาวบ้านเลือกมาทำกระสวยจะเป็นไม้ที่น้ำหนักเบาเช่นไม้น้ำเกลี้ยง เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและเมื่อนำมาเหลาจะมีผิวเรียบทำให้ไม่เกาะเนื้อผ้าซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เนื้อผ้าเป็นขุย หากพิจารณาที่ปลายของกระสวยทั้งสองด้านจะโค้งงอขึ้นก่อนการนำกระสวยมาใช้งานต้องมีการถูท้องกระสวยและทาด้วยขี้ผึ้ง ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เพื่อเป็นการลดแรงเสียดทานระหว่างกระสวยกับเนื้อผ้า

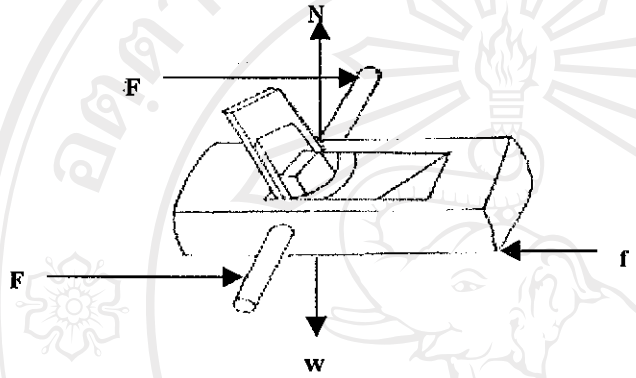
การทำตอก (หรือในภาษาอีสานเรียกว่าการจักตอก) ด้วยเครื่องฮีดตอก แรงเสียดทานระหว่างตอกไม้ไผ่กับคมจากเครื่องฮีดตอกจะทำให้ได้ตอกจากไม้ไผ่ขนาดใหญ่ได้เป็นตอกเส้นบาง เล็ก ผิวเรียบ รวมทั้งมุมของใบมีดจากเครื่องฮีดตอกที่สามารถปรับขนาดของมุมหรือความเอียงของใบมีด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่กระทำต่อไม้ไผ่ได้ เหล่านี้ล้วนมีผลต่อขนาด ความบางและผิวของตอกที่ได้ เช่นเดียวกับการไสไม้ให้เรียบด้วยกบไสไม้ โดยส่วนที่เป็นคมในการไสไม้ให้เรียบของกบไสไม้นั้น สามารถปรับมุมของใบมีดให้เอียงได้ตามต้องการ

การอธิบายหลักการของแรงเสียดทานที่เกิดจากหลักการทำงานของผลงานจากภูมิปัญญาท้องถิ่น อันได้แก่ ไถ ดราด กระสวยทอผ้า เครื่องฮีดตอกและกบไสไม้ สามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกัน โดยขอยกตัวอย่างด้วยกบไสไม้ ดังนี้

เราจะพิจารณาแรงเสียดทานขณะที่ออกแรงกระทำกับกบไสไม้ดังนี้



ภาพ 4.10 แสดงแรงเสียดทาน (f) ที่เกิดจากการใช้กบไสไม้โบราณ

F = แรงผลักที่กระทำต่อกบไสไม้

f = แรงต้านการเคลื่อนที่ของกบไสไม้ (แรงเสียดทาน)

W = น้ำหนักของกบไสไม้

N = แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อกบไสไม้ในแนวตั้งฉาก

ขณะออกแรงกระทำแต่กบไสไม้ยังไม่เคลื่อนที่ (ออกแรงกระทำแต่ยังหยุดนิ่ง) กบไสไม้หยุดนิ่งแสดงว่าอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่ จะได้ว่า ผลรวมของแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์

พิจารณาแรงในแนวดิ่ง วัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง จะได้ว่า

$$W = N$$

ซึ่งจากการทดลองพบว่า $W \propto f$

จะได้ $f = \mu N$ (เมื่อ μ เป็นค่าคงที่)

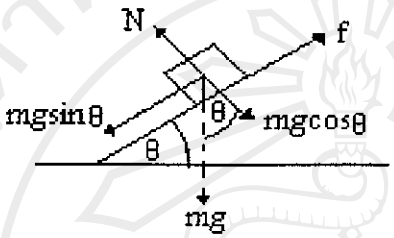
ดังนั้น $$\mu = \frac{f}{N}$$

เรียก μ ว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ยกตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่าผู้ประดิษฐ์หรือภูมิปัญญาท้องถิ่นได้ออกแบบการทำงานไว้ โดยสามารถปรับระดับมุมหรือความเอียงของเครื่องใช้ได้เวลาใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากมุมระหว่างผิวสัมผัสนั้นมีผลต่อปริมาณของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น เรียกมุมนี้ว่า มุมแห่งความเสียดทาน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

วัตถุที่ไถลตามพื้นเอียงด้วยความเร็วคงที่ โดยมุมที่พื้นระนาบเอียงกระทำกับแนวระดับคือมุมของความเสียดทาน(θ)



$$f = mg\sin\theta$$

$$N = mg\cos\theta$$

$$\frac{f}{N} = \frac{mg\sin\theta}{mg\cos\theta}$$

เมื่อ $f = \mu N$ และจะได้ว่า $\mu = \tan\theta$

ภาพ 4.11 แสดงการเกิดมุมแห่งความเสียดทาน (θ) ที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ

1.2.5 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง

มวล คือสมบัติของวัตถุในการต่อต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่

ศูนย์กลางมวล คือ ตำแหน่งที่เสมือนมวลทั้งหมดมารวมกัน ถ้าออกแรง 1 แรงกระทำต่อวัตถุโดยแนวแรงผ่านตำแหน่งนี้ วัตถุจะเคลื่อนที่ไปทั้งก้อนโดยไม่หมุน

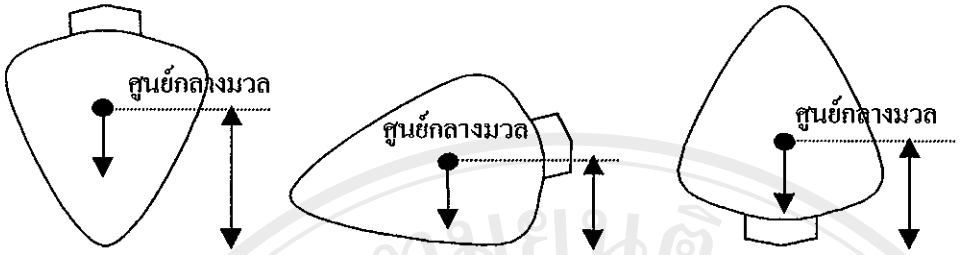
น้ำหนัก คือแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุ

ศูนย์ถ่วง คือตำแหน่งที่เสมือนโลกกระทำต่อวัตถุที่ตำแหน่งนั้นเพียงตำแหน่งเดียว ถ้าออกแรงหนึ่งแรงกระทำต่อวัตถุ โดยแนวแรงผ่านตำแหน่งนี้ วัตถุจะวางตัวนิ่งโดยไม่ตกลงมา

ผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีการละเล่นโดยอาศัยหลักการของศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง ได้แก่การเล่นลูกข่างและการเล่นนกกระเรียนเดิน

ในการเล่นลูกข่างเมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่และการวางตัวของลูกข่างในลักษณะต่างๆ ตลอดการเคลื่อนที่ของลูกข่าง ตั้งแต่เริ่มการหมุนและหยุดนิ่งนั้น เราจะพบว่าลูกข่างจะหมุนและทรงตัวได้นาน ที่สุดขณะที่หมุนบนเดือยของมัน ซึ่งบางครั้งเด็กจะใช้กติกานี้ในการแข่งขันการเล่นลูกข่างคือลูกข่างใครหมุนได้นานที่สุดจะเป็นผู้ชนะ แสดงให้เห็นถึงความสามารถของเจ้าของลูกข่างว่ามีฝีมือในการทำลูกข่าง เพราะการทำลูกข่างต้องอาศัยความชำนาญและฝีมือที่ปราณีตในการกลึงไม้ให้ได้รูปทรงที่สมดุลทรงตัวได้เป็นเวลานานเมื่อนำมาแข่งขันกัน เพราะเคล็ดลับของการหมุนและทรงตัวให้ได้นานที่สุดของลูกข่างอยู่ที่ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงนั่นเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลูกข่างจะเริ่มการหมุนบนเดือยของมัน ความลับของกลเม็ดนี้อยู่ที่ศูนย์กลางของความถ่วงที่อยู่ในตำแหน่งที่สูงขึ้น ลูกข่างที่กำลังหมุน จะมีเสถียรภาพสูงที่สุด

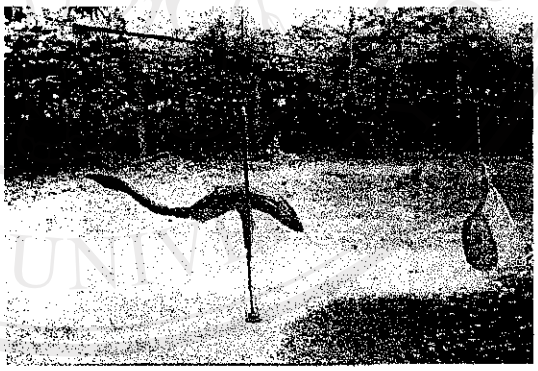
ศูนย์ถ่วงของลูกข่างอยู่ต่ำลงเมื่อลูกข่างเริ่มหมุนช้าลงและล้มไปในที่สุด

ศูนย์ถ่วงของลูกข่างถูกยกขึ้นขณะลูกข่างหมุนบนด้านข้างและต่อมาหงาย

ภาพ 4.12 แสดงศูนย์กลางมวลของลูกข่างเมื่อวางตัวในลักษณะต่างๆ กัน

ลักษณะเช่นเดียวกันกับการเล่นนกกระเรียนเดิน ซึ่งเป็นของเล่นที่สร้างสรรค์ขึ้นจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งแต่ก่อนทำมาจากไม้โสนแห้ง ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้เปลี่ยนไปโสนแห้งจึงกลายเป็นไม้ที่หายากการทำนกกระเรียนเดินในปัจจุบันจึงใช้กะลามะพร้าวแทน

นกกระเรียนที่แขวนไว้หน้าบ้าน เมื่อโดนลมพัด คอของมันจะโอนเอนไป-มาเหมือนนกมีชีวิตสามารถผงกหัวได้ เนื่องจากตำแหน่งที่แขวนเชือกที่หัวนกโดยใช้วัตถุถ่วงน้ำหนักของหัวนกไว้อีกด้านเป็นตำแหน่งที่แนวของเชือกผ่านศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์ถ่วงของหัวนกพอดี



ภาพ 4.13 นกกระเรียนแขวน

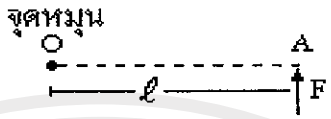
1.2.6 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน

วัตถุที่อยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุนจะได้ว่าผลรวมทางพีชคณิตของโมเมนต์ของแรงที่มากระทำต่อวัตถุรอบจุดใด ๆ จะเป็นศูนย์ เมื่อกำหนดให้โมเมนต์ของแรงมี 2ชนิดคือ โมเมนต์ชนิดตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ชนิดทวนเข็มนาฬิกา ซึ่ง กล่าวได้ว่าวัตถุที่สมดุลต่อการหมุนโมเมนต์ชนิดตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ชนิดทวนเข็มนาฬิกา จะมีค่าเท่ากัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โมเมนต์ = แรง x ระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง หน่วยเป็นนิวตัน - เมตร (N-m)

$M = F \times \ell$



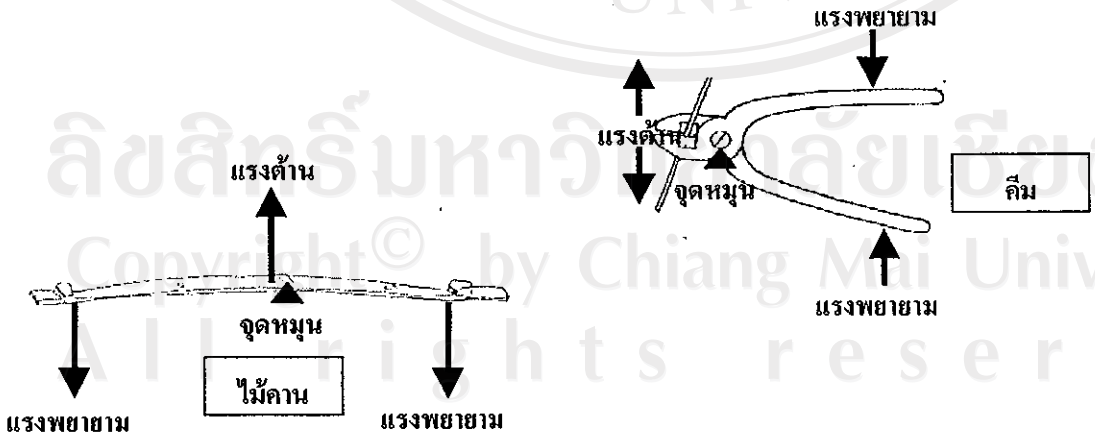
ภาพ 4.14 แสดงการหาค่าโมเมนต์ของแรง

หลักการของโมเมนต์เป็นประโยชน์มากในเครื่องกลเครื่องผ่อนแรงชนิดที่เรียกว่า **คาน** คานถูกกดลงด้วยแรงที่เรียกว่า แรงพยายาม และคานนี้หมุนได้รอบจุดหมุน โดยน้ำหนักที่ถูกยกขึ้นด้วยแรงพยายามเรียกว่า แรงต้านทาน

เครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นผลงานจากการสร้างสรรค์ของบรรพบุรุษเพื่อใช้อำนวยความสะดวกตอบสนองต่อการดำรงชีวิตในท้องถิ่นแสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้หลักการของคานมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว เช่น การทำไม้คานในการหาบน้ำ การใช้คันหลาวหาบข้าว การทำคัน ต่องในการฟาดข้าว การใช้กระโซ่วิดน้ำ การทำเครื่องสีข้าวด้วยมือ การทำไม้กวาด ถัดทา และอุปกรณ์ในการทอผ้าต่าง ๆ ฯลฯ ซึ่งเครื่องใช้เหล่านี้ล้วนใช้หลักการของคานทั้งสิ้น

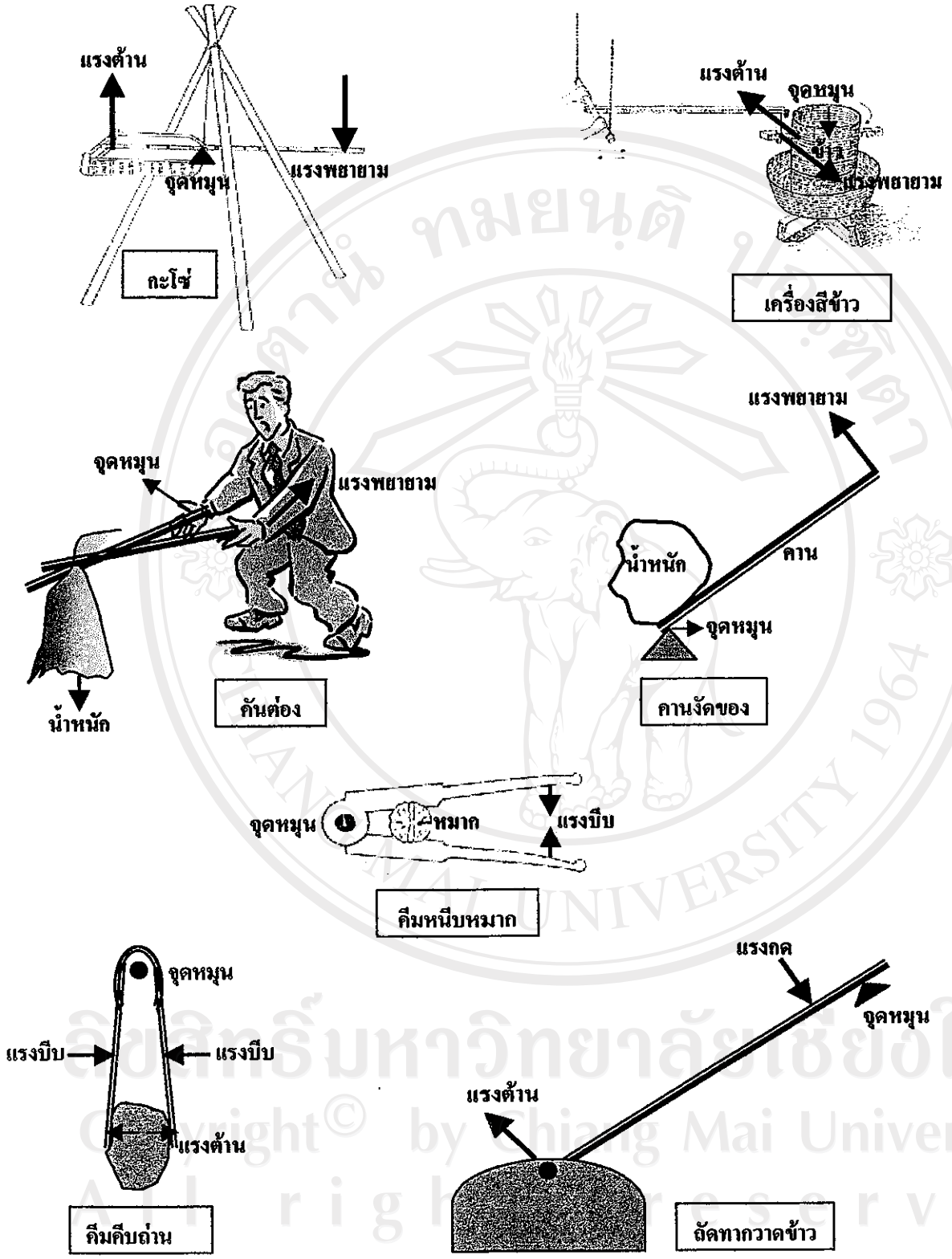
คานมี 3 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

1. คานประเภทที่หนึ่ง จุดหมุนอยู่ตรงกลางระหว่างแรงพยายามและน้ำหนัก เช่น ไม้คาน คันหลาว กะโซ่ เครื่องสีข้าว คีม
2. คานประเภทที่สอง น้ำหนักจะอยู่ระหว่างแรงพยายามและจุดหมุน เช่น การใช้คานในการงัดของ กรรไกรหนีบหมาก
3. คานประเภทที่สาม แรงพยายามอยู่ระหว่างจุดหมุนและน้ำหนัก เช่นการใช้ถัดทา กวาดข้าว คันต่องฟาดข้าว



ภาพ 4.15 แสดงการใช้งานของชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ทำให้เกิดคานชนิดต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



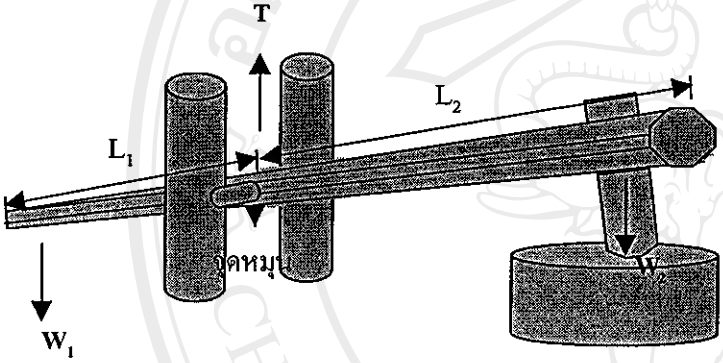
ภาพ 4.15 (ต่อ) แสดงการใช้งานของชิ้นงานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ทำให้เกิดคานชนิดต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.7 เรื่อง สมดุลสัมบูรณ์และเสถียรภาพของสมดุล

วัตถุที่อยู่ในสภาพสมดุลสัมบูรณ์จะต้องสมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุนพร้อมกัน โดยวัตถุจะสมดุลต่อการเลื่อนที่เมื่อผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์และวัตถุจะสมดุลต่อการหมุนเมื่อผลรวมของโมเมนต์ของแรงรอบจุดใด ๆ ต้องเป็นศูนย์ด้วย ถ้าวัตถุอยู่ในสมดุลใดสมดุลหนึ่ง ไม่จัดว่าวัตถุอยู่ในสมดุลสัมบูรณ์ วัตถุที่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์อาจวางตัวในลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้วัตถุมีเสถียรภาพของสมดุลที่แตกต่างกัน โดยแบ่งเสถียรภาพของสมดุลออกเป็น 3 แบบ ตามลักษณะการวางตัวของวัตถุ คือ สมดุลเสถียร สมดุลสะเทิน สมดุลไม่เสถียร

ผลงานภูมิปัญญาท้องถิ่นขณะที่วางตัวอยู่ในภาวะสมดุลสมดุลสัมบูรณ์ที่เห็นได้อย่างชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ได้แก่ คกมองหรือครกกระเดื่อง



ภาพ 4.16 แสดงแรง ณ ตำแหน่งต่างๆ ของคกมองหรือครกกระเดื่องขณะอยู่ในภาวะสมดุลสัมบูรณ์ (กรณีที่ไม่คิดน้ำหนักคาน)

W_1 = แรงเนื่องจากน้ำหนักของสากมอง

W_2 = แรงเนื่องจากน้ำหนักของคานครก (ไม้มอง)

T = แรงต้านจากเสาแกน

พิจารณาคกมองหรือครกกระเดื่องขณะที่อยู่ในสมดุลสัมบูรณ์ เป็นไปตามเงื่อนไข 2 ประการ คือวัตถุต้องอยู่ในสภาวะสมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุนพร้อม ๆ กัน ผลลัพธ์คือ วัตถุจะอยู่นิ่งหรือมีความเร็วคงตัวและไม่หมุน ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไข 2 ประการคือ

1. สมดุลต่อการเลื่อนที่ ผลรวมของแรงต่าง ๆ ที่กระทำเป็นศูนย์

จะได้ $T + (-W_1) + (-W_2) = 0$

นั่นคือ $T = W_1 + W_2$

2. สมดุลต่อการหมุน ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์

จะได้ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

นั่นคือ $W_2 L_2 = W_1 L_1$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการเรียนการสอน

การศึกษาความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล ซึ่งทำการวัดก่อนการสอนและหลังการสอน ปรากฏผล ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่า t ของคะแนนความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์เรื่องสมดุลกล

ความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่น	ก่อนการสอน	หลังการสอน	t	P
ค่าเฉลี่ย	2.23	2.85	15.260	< .01
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.251	0.139		
จำนวนตัวอย่าง	36	36		

จากตาราง 4.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการเรียนการสอนก่อนการสอนมีค่าเท่ากับ 2.23 ซึ่งมีระดับความตระหนักอยู่ในขั้นการตอบสนอง โดยหลังการสอนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.85 ซึ่งมีระดับความตระหนักอยู่ในขั้นการเห็นคุณค่าและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการสอนและหลังการสอนมีค่าเท่ากับ 0.251 และ 0.139 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการเรียนการสอน มีความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประกอบการเรียนการสอน

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล ซึ่งทำการวัดก่อนการสอนและหลังการสอน ปรากฏผล ดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลต่างและการทดสอบค่า t ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ก่อนการสอน	หลังการสอน	t	P
ค่าเฉลี่ย	8.11	26.11	46.138	< .01
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.33	3.39		
จำนวนตัวอย่าง	36	36		

จากตาราง 4.3 จะเห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ก่อนการสอนและหลังการสอนเท่ากับ 8.11 และ 26.11 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนเท่ากับ 18.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.33 และ 3.39 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นประกอบการเรียนการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved