

## การพัฒนาอุปกรณ์ใช้ในห้องปฏิบัติการด้วยโฟโตเกตเซ็นเซอร์เพื่อพิสูจน์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

### The development of experimental equipment for conservation of mechanical energy by photogate sensor

ดิเรก บุญธรรม สันติภาพ สรวบัว อุคมเดช กักดีและอภิชาติ ทองปลา

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ ทุ่งมหาเมฆ สาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ 02-287-9600 ต่อ 9731 E-Mail: peace\_srabua@hotmail.com, d\_dirck31@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันเป็นการตอบสนองต่อนโยบายเศรษฐกิจพอเพียงและสร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ในการพิสูจน์หลักของการอนุรักษ์พลังงานที่กล่าวว่าในกรณีของแรงอนุรักษ์ ที่กระทำต่อวัตถุ ทุกตำแหน่งของการเคลื่อนที่ผลรวมของพลังงาน ที่เรียกว่าพลังงานกลนั้นจะมีค่าคงที่เสมอ ในเงื่อนไขของการตกอิสระ ที่ความเร็วจะเพิ่มขึ้นขณะที่ความสูงของวัตถุจะลดลง คือพลังงานศักย์โน้มถ่วงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ตลอดเวลาของการเคลื่อนที่ โดยใช้ตัวเซ็นเซอร์แสงจับเวลาจากความกว้างของวัตถุที่เรียกว่า Picket Fence ที่มีค่าเท่ากับแค่ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ผ่านค่างั้น ในหลักการของการเพิ่มขึ้นของความเร็วอย่างคงที่โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้ Application ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ของบริษัท Microchip ตระกูล 8 บิต คือ PIC16 F819 ที่เป็นอุปกรณ์ที่ทำได้ง่ายราคาถูก และสามารถพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษาซีเป็นตัวประมวลผลและแสดงผลพร้อมทั้งจากผลการทดลองของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ใช้ชุดทดลองนี้ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ พบว่าผลลัพธ์ที่ได้สามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ได้เป็นอย่างดีและผลรวมของพลังงานที่ได้จากการทดลองที่เรียกว่าพลังงานกลหรือพลังงานรวมมีค่าคงที่

**คำสำคัญ:** พลังงานกล ,แรงอนุรักษ์ ,เซ็นเซอร์แสง , ภาษาซี

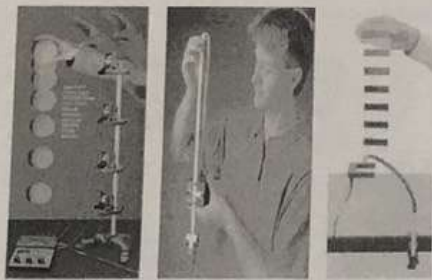
#### Abstract

The experimental equipment, from Sufficiency Economy, conservation of mechanical energy, is developed. The equipment was studied and tested by the student of the Rajamangala University of Technology Krungthep. One can then say that the gravitational potential energy is being transformed to kinetic energy as the object falls. The microcontroller was used with photo gate sensor which detected the time on the Picket Fence. Photo sensor which is detect for velocity in strip. The result of experiment has high accuracy and precision for conservation of mechanical energy. The result from the

student after using equipment was showed that the new equipment is easy measurement and give less error results.

#### 1. บทนำ

นวัตกรรมเป็นประเด็นสำคัญของการเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี เพราะความสามารถในการวิจัยพัฒนา รวมทั้งการดูดซับและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วให้ได้ประโยชน์สูงสุด เป็นแนวทางหนึ่งของการพัฒนามหาวิทยาลัยให้เข้มแข็ง คณะผู้วิจัยซึ่งเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ ตรีชนกในบทบาทดังกล่าวประกอบกับความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้องค์ความรู้ใหม่ ๆ จากแหล่งวิชาการอื่น ๆ ได้มากกว่าในอดีตที่ผ่านมา เช่น อินเทอร์เน็ต ทำให้มีความรู้กว้างขวาง เมื่อมาศึกษาในชั้นเรียนที่ใช้การทดลองในระบบออนไลน์ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้ อาจทำให้นักศึกษาขาดความสนใจเพราะสังคมรอบตัวของนักศึกษาได้เปลี่ยนไปเป็นระบบดิจิทัลแล้ว การสร้างความประทับใจด้วยการใช้เครื่องมือใหม่ในระบบดิจิทัลที่เป็นการประยุกต์ผลของการใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) หรือ คอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยว (Single chip computer) ในชุดการทดลองที่ได้มาตรฐานและให้ผลการทดลองที่ยอมรับได้ จะช่วยให้นักศึกษามีความสนใจและยอมรับในหลักการที่พิสูจน์ได้ จากแนวคิดดังกล่าวผสมกับนโยบายเศรษฐกิจพอเพียง คณะผู้วิจัยจึงได้ร่วมกันพัฒนาอุปกรณ์ใช้ในห้องปฏิบัติการโดยอาศัยสมบัติของแสงจากโฟโตเกตเซ็นเซอร์เพื่อพิสูจน์กฎทางฟิสิกส์ซึ่งเป็นฐานรากขององค์ความรู้ในเรื่องงานและพลังงานที่กำหนดไว้ว่า ในการเคลื่อนที่ของวัตถุทุกชนิดที่ถูกกระทำด้วยแรงอนุรักษ์ พลังงานผลรวมของวัตถุนั้นจะมีค่าคงที่เสมอหรือที่เรียกว่า กฎการอนุรักษ์พลังงาน (Law of Conservation of Energy) ที่สามารถวิเคราะห์ได้ชัดจากการตกอย่างอิสระของวัตถุในสนามแรงโน้มถ่วงของโลกที่เป็นแรงอนุรักษ์ ดังแสดงในรูปแบบที่ 1

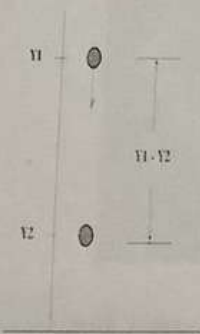


ก) ข) ก)

รูปที่ 1 การศึกษาผลของการตกอิสระของวัตถุ

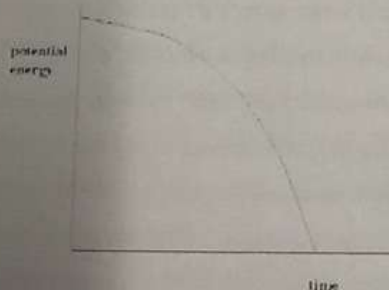
- ก) การทดลองในแนวตั้งของลูกบอล ในสนามแรงโน้มถ่วง
  - ข) การทดลองเพื่อศึกษาการอนุรักษ์พลังงานกลในปัจจุบัน
  - ค) การใช้ Picket Fence ในการทดลองเรื่องการตกอิสระ
- ที่คณะผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องการอนุรักษ์พลังงานกล

โดยอาศัยหลักการและแนวคิดของการตกของวัตถุ ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การตกอย่างอิสระของวัตถุ

โดยที่พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุ (gravitational potential energy) แสดงได้ด้วยกราฟในรูปที่ 3 ที่มีค่าสูงสุดเมื่อหยุดนิ่งก่อนตกและเมื่อออกมาค่าพลังงานศักย์จะมีค่าไต่ลงจนถึงระดับอ้างอิงที่มีค่าเป็นศูนย์



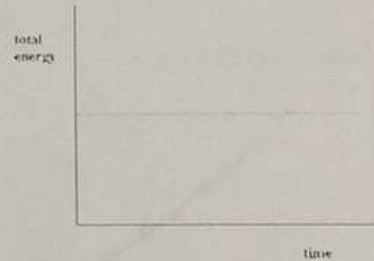
รูปที่ 3 พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุในการตกสู่ระดับอ้างอิง

ขณะที่พลังงานจลน์ของวัตถุ (Kinetic energy) สามารถแสดงได้ด้วยกราฟ ในรูปที่ 4 ที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วที่เพิ่มขึ้นตามลำดับของการตกด้วยค่าความเร่งที่คงที่



รูปที่ 4 พลังงานจลน์ของวัตถุในการตกสู่ระดับอ้างอิง

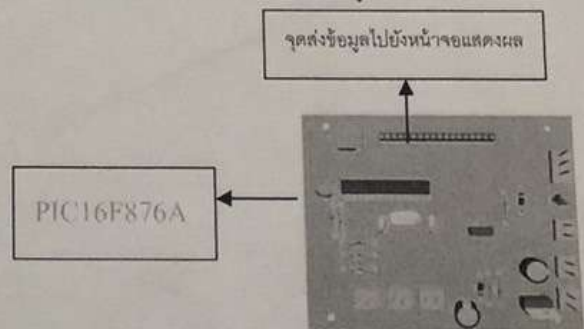
และสุดท้ายจะพบว่าพลังงานรวมของของการตกแบบอิสระนี้จะมีค่าคงที่ (Total energy of a freely-falling object) ดังรูปที่ 5



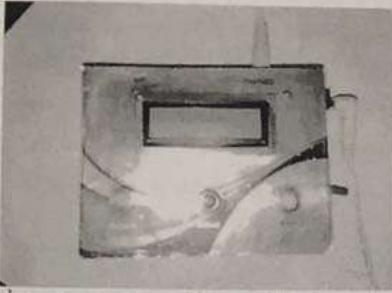
รูปที่ 5 พลังงานรวมของวัตถุในการตกสู่ระดับอ้างอิง

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ประกอบด้วย ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876A ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและแสดงให้เห็นจากหน้าจอ มีความถี่ในการทำงาน 20MHz ใช้ไฟที่กระแสแสดง 5V สำหรับปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 1 นอกจากนี้ยังประกอบด้วยตัวตรวจวัดการตกของวัตถุแบบ Photo gate ที่จะทำงานในช่วงความต่างศักย์ 0- 5 V ผลิตความต่างศักย์ได้ไม่เกิน 5 V และผลิตกระแสสูงสุด 10 mA ทำงานได้ในช่วงของ อุณหภูมิห้องปกติโดยใช้แทนฮีดวัตถุแบบนิปลอกเลื่อนได้เป็นตัวจับ สำหรับให้วัตถุตกผ่านในแนวตั้งฉากกับแสง ดังรูปที่ 6

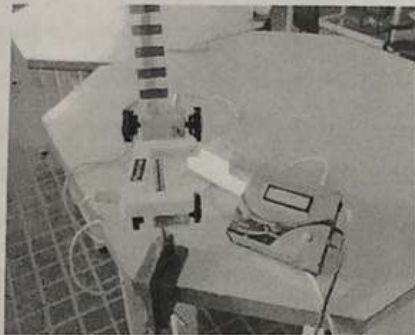


รูปที่ 6 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876A



รูปที่ 7 ตัวตรวจจับความเร็วการตกด้วยเซ็นเซอร์แสง

วิธีการสร้างอุปกรณ์คือเชื่อมสาย สัญญาณออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์กับ photo gate เข้าด้วยกันเมื่อ Picket Fence ตกผ่านจะมีการจับเวลาในช่วงที่แสงผ่านหรือไม่ผ่านไปยังตัวรับสัญญาณในแต่ละช่วง ซึ่งจะส่งเข้ามาที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อการประมวลผล ซึ่งการทำงานทั้งหมดนั้นทำงานภายใต้การสั่งที่โปรแกรมลงไว้บนไมโครคอนโทรลเลอร์ ภายที่ใช้คือภาษาซี กระบวนการการทำงานของอุปกรณ์ติดตามการตกอิสระของวัตถุนั้นแสดงได้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ชุดทดลองเพื่อพิสูจน์กฎการอนุรักษ์พลังงาน

### 3.วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองสำหรับนักศึกษาคือ นำ Picket Fence ที่เป็นอะครีลิกใส ชนิดแสงผ่านได้ที่มีความยาวประมาณ 30 เซนติเมตร บิดติดด้วยแผ่นใสที่สร้างเป็นแถบสลับสีดำกับแผ่นใสปกติ เรียกว่า Picket Fence ด้วยขนาดความกว้างประมาณ 1 เซนติเมตรเท่ากันเพื่อให้แสงเดินทางผ่านไปได้และไม่ได้สลับกัน คลงในแนวตั้งตั้งฉากกับแสงที่ส่งผ่านจาก photo gate เพื่อให้ตรวจจับความเร็วในการตกด้วยเซ็นเซอร์จับเวลาช่วงที่แสงผ่านหรือจำนวนเคลื่อนที่ผ่านแสงเป็นจำนวน 10 ช่วงเวลาในสถานการณ์ที่ระยะทางของ Picket Fence เท่ากันทุกแถบทั้งสีดำและใสตามปกติของแผ่นอะครีลิก ซึ่งจากการทดลองของนักศึกษากลุ่มหนึ่งที่ทำทำการทดลองโดยใช้เครื่องมือชุดนี้ปรากฏว่าได้ข้อมูลดังตารางที่ 1

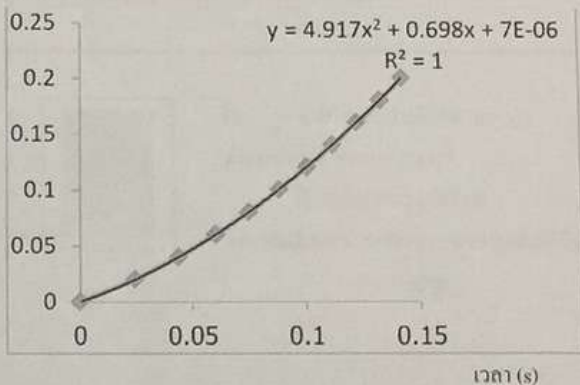
ตารางที่ 1: ข้อมูลจริงจากการทดลองของนักศึกษากลุ่มหนึ่ง

ปรากฏ ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

Sl	ค่าคงที่ เวลา y (ms)	ค่าคงที่ เวลา x (ms)	ค่า เฉลี่ย เวลา ตก (ms)	ความถี่ เฉลี่ย f (Hz)	ค่าคงที่ เวลา t (s)	ความเร็ว เฉลี่ย v (m/s)	ความเร่ง เฉลี่ย a (m/s <sup>2</sup> )
0	0	0					
1	0.00	0.0244	0.12	0.0244	0.0122	0.35931	1.7754
2	0.04	0.0438	0.16	0.0438	0.0219	0.53146	1.9079
3	0.08	0.0623	0.24	0.0623	0.03115	0.73461	1.9329
4	0.08	0.0743	0.32	0.0743	0.03715	0.93822	1.955
5	0.10	0.0884	0.40	0.0884	0.0442	1.09739	0.905
6	0.12	0.1095	0.48	0.1095	0.05475	1.34725	0.7904
7	0.14	0.112	0.56	0.112	0.056	1.52035	0.9278
8	0.16	0.1228	0.64	0.1228	0.0614	1.71467	0.2052
9	0.18	0.1331	0.72	0.1331	0.06655	1.88519	0.1876
10	0.20	0.1428	0.8	0.1428	0.0714	2.10424	0

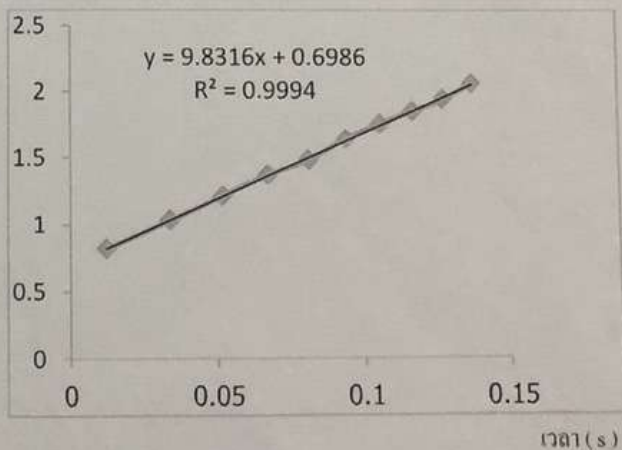
เมื่อนำข้อมูลระหว่างระยะทางกับเวลามาเขียนกราฟ พบว่าเป็นรูปพาราโบลาที่สนับสนุนวิธีการตกของวัตถุอย่างอิสระ ดังแสดงในกราฟ รูปที่ 1 ที่สอดคล้องกับสมการกำลังสองคือ  $y = ut + 0.5gt^2$



กราฟรูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา

เมื่อเขียนกราฟระหว่างความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่กับเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงพบว่าได้ค่าความชันเป็นค่า ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) ดังกราฟที่ 2 ที่สอดคล้องกับสมการ  $y = mx + b$  นั่นคือความชันแสดงค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (g)

ความเร็วเฉลี่ย (m/s)



กราฟที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับเวลา

จากผลการทดลองของนักศึกษากลุ่มนี้พบว่าค่าพลังงานรวมเฉลี่ยที่ได้มีค่า 0.05918 จูลหรือ 59.18 มิลลิจูล โดยที่ผลการทดลองดังกล่าวสนับสนุนกฎการอนุรักษ์พลังงานกลและสามารถเชื่อถือได้ เพราะมีความรู้ของการตกอิสระสนับสนุน (ในที่นี้มีค่าความคลาดเคลื่อนเพียง ร้อยละ 0.2 เท่านั้น).

#### 4. สรุป

จากผลการทดลองที่ได้จากนักศึกษพบว่า การใช้อุปกรณ์โฟโตเกเจอร์และแถบ Picket Fence เพื่อพิสูจน์กฎการอนุรักษ์พลังงานกลที่สร้างขึ้นนี้สามารถให้ผลการทดลองที่มีค่าความถูกต้อง และมีความแม่นยำค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ที่ใช้การวัดแบบนาฬิกา ( stop watch) คือการใช้แถบกระดาษคั่นเครื่องเคาะสัญญาณเวลา และใช้เวลาสำหรับการเก็บผลของทดลองน้อยกว่าด้วย นอกจากนี้ยังทำให้ให้นักศึกษาได้เข้าใจในเรื่องแรงอนุรักษ์ ( Conservation Force ) ที่ส่งผลกระทบต่อการเล่นที่แล้วยังแสดงว่า มันมีความสัมพันธ์กับพลังงานศักย์ทำนและพลังงานศักย์ของระบบก็คือ พลังงานที่พร้อมจะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ สังเกตได้จากสรุปผลการทดลองของนักศึกษา เป็นการสร้างอุปกรณ์การทดลองที่สามารถใช้ในการเรียนการสอน เหมาะสมกับการเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ที่ควรสร้างนวัตกรรมที่เป็นสิ่งประดิษฐ์ของตนเองได้โดยไม่ต้องสั่งซื้ออุปกรณ์หรือนำเข้าจากต่างประเทศ และยังเป็นการตอบสนองนโยบายเศรษฐกิจพอเพียงของประเทศไทย .

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] Halliday & Resnick. Fundamentals of PHYSICS. Eighth Edition. John Wiley & Son ( Asia ) Pte. Ltd.2008.
- [2] สันติภาพ สระบัว. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา13-080-151 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1.สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.กรุงเทพ 2549
- [3] อภิชาติ ภู่อธิ. เขียนโปรแกรมควบคุม Microcontroller ด้วยภาษา C, Assembly และ Visual Basic.บริษัท ไอคิชิ อินโฟลิสทริวิวิเคอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 1, 2552.
- [4] อาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์. 2554. คู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร . น. 33-38. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- [5] J.A. White, A. Medina, F.L. Roman, and S. Velasco., 2007. A Measurement of  $g$  Listening to Falling Balls, The Physics Teacher. 45: 175-177.
- [6] <http://onlincphys.com/kinematics1D.html>



ชื่อ ว่าที่ร้อยตรีสันติภาพ สระบัว  
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
หัวหน้าสาขาวิชาฟิสิกส์  
งานวิจัยที่สนใจ นวัตกรรมทุกชนิดที่เกิดขึ้น  
จากภูมิปัญญา