

บทความวิชาการ

การประยุกต์ใช้แพลตฟอร์ม Arduino สำหรับเครื่องมือวัดทางฟิสิกส์

เอกพงศ์ บัวชุม^{1,2} สุระ วุฒิพรหม^{2*} และธนิดา สุจริตธรรม³¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี²ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี³ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

*E-mail: sura.w@ubu.ac.th

รับบทความ: 19 ธันวาคม 2562 แก้ไขบทความ: 25 ธันวาคม 2562 ยอมรับตีพิมพ์: 23 กุมภาพันธ์ 2563

บทคัดย่อ

Arduino เป็นแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์แบบโอเพนซอร์สประกอบด้วย บอร์ด Arduino และโปรแกรม Arduino Integrated Development Environment (IDE) บอร์ด Arduino มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นส่วนประกอบหลักสำคัญที่ติดตั้งอยู่บนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นที่ยึดขาอินพุตเอาต์พุต ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเชื่อมการทำงานกับคอมพิวเตอร์ผ่านการเขียนโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกควบคุมการทำงานโดยโปรแกรม IDE ซึ่งโปรแกรมจะทำหน้าที่สร้างคำสั่ง จากนั้นโปรแกรมจะส่งคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แพลตฟอร์ม Arduino สามารถนำไปใช้งานได้อย่างอิสระโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ส่งผลให้ผู้ผลิตเอกชนทั่วโลกผลิตฮาร์ดแวร์ที่สามารถใช้ร่วมกับ Arduino ได้ในราคาถูก และมีมาตรฐาน อีกทั้งยังเพิ่มคุณสมบัติและขีดความสามารถของ Arduino อีกมากมาย โปรแกรม IDE สามารถติดตั้งได้กับระบบปฏิบัติการที่หลากหลายเช่น Linux, Macintosh OSX และ Windows ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นหลายประการดังที่กล่าวมานี้ Arduino จึงถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ coding เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีเหตุผลและทำงานอย่างเป็นขั้นตอน ด้วยการแปลงแนวคิดในการทำงานต่าง ๆ เป็นรหัสคำสั่งที่ชัดเจนและสามารถนำไปปฏิบัติผ่านกระบวนการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ที่ใช้ในการทดลองเรื่องต่าง ๆ เช่น แรงลอยตัว ไฟฟ้า เสียง แสง และการมองเห็น ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะขั้นพื้นฐานในการนำเทคโนโลยีไปสร้างนวัตกรรมอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ครอบครัว ชุมชน และประเทศชาติอย่างแท้จริง

คำสำคัญ: แพลตฟอร์ม Arduino ไมโครคอนโทรลเลอร์ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

อ้างอิงบทความนี้

เอกพงศ์ บัวชุม สุระ วุฒิพรหม และธนิดา สุจริตธรรม. (2563). การประยุกต์ใช้แพลตฟอร์ม Arduino สำหรับเครื่องมือวัดทางฟิสิกส์. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(1), 98 - 104.

Academic Article

Applying Arduino platform for physics measurement instruments

Akapong Buachoom^{1,2} Sura Wuttirom^{2,*} and Thanida Sujarittham³

¹Science Education Program, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

²Department of Physics, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

³Department of General Science, Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

*Email: sura.w@ubu.ac.th

Received <19 December 2019>; Revised <25 December 2019>; Accepted <23 February 2020>

Abstract

Arduino is an open source electronic platform composed of the Arduino board and the Arduino Integrated Development Environment (IDE). The Arduino board is a programmable microcontroller mounted on a circuit board which provides convenient access to the microcontroller input/output pins and connected to a personal computer for programming and user interaction. The microcontroller is programmed via the Arduino IDE, in which the user creates the program instructions to operate the microcontroller and then downloads the program to the microcontroller. Arduino platform is freely available for anyone to use or modify. As a result, private manufacturers all around the world produce and offer inexpensive, standardized Arduino-compatible hardware with an extensive supply of features and capabilities. The IDE for programming and interacting with the Arduino board is available for download and installation for several computer operating systems (GNU/Linux, Mac OS X, and Windows). Arduino is also used to learn coding for students to practice thinking logically and work systematically by converting various working concepts into coding and it can be implemented through the process of creating the physics measurement instruments used in experiments such as buoyant force, electricity, sound, light and vision. Moreover, it can be promoted the basic skills in using technology to create innovation with creativity, causing benefits to oneself, families, communities, and the nation.

Keywords: Arduino platform, microcontroller, coding.

Cite this article:

Buachoom, A. Wuttirom, S. and Sujarittham, T. (2020). Applying Arduino platform for physics measurement instruments (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 3(1), 98 - 104.

การเรียนรู้ Coding มีความสำคัญอย่างไร

ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของคนในทุกช่วงวัย ในทุกด้านไม่ว่าจะเป็นด้าน การเกษตร การเงิน การแพทย์ อุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้และทักษะที่ไม่เพียงแต่สามารถ ใช้งานเทคโนโลยีได้เท่านั้น แต่จะต้องเป็นผู้สร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยใช้เทคโนโลยีได้ด้วย (Jansoon and Rakbamrung, 2019) จึงมีความจำเป็นต้องมีการจัดรูปแบบการเรียนรู้และใช้เครื่องมือที่เหมาะสม หนึ่งในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิด คือ การเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Coding) เนื่องจากการเขียนเป็นการถ่ายทอดความคิดให้ผู้อื่นรับรู้ และเข้าใจสิ่งที่ ผู้เขียนต้องการจะสื่อหรือเผยแพร่ การเขียนโปรแกรมก็เช่นกัน เพราะสามารถเขียนสัญลักษณ์หรือรหัสคำสั่งเพื่อบอกผู้อื่นให้ ทำงานตามที่ต้องการ หรือสั่งให้คอมพิวเตอร์ปฏิบัติตามคำสั่ง การเขียนโปรแกรมที่ดีจึงต้องมีการคิดวิเคราะห์และเขียนอย่าง ชัดเจนเป็นขั้นตอน ส่งผลทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผล ทำให้เกิดทักษะการแก้ไขปัญหาได้ดี ยิ่งขึ้น (Krongthong, 2017)

ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เล็งเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ Coding จึงได้นำบอร์ด Arduino ซึ่งเป็น บอร์ดที่พัฒนาขึ้นเพื่อพัฒนากระบวนการคิด ทั้งการคิดเชิงระบบ การคิดเชิงวิเคราะห์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ เริ่มจากนักเรียน คิดการเขียนโปรแกรมขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาหรือใช้งาน ช่วงนี้จะเกิดการคิดเชิงสร้างสรรค์ขึ้น และเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวก็ จะเกิดการคิดเชิงระบบ โดยมีการกำหนดลำดับขั้นตอนของการทำงาน ขั้นตอนใดควรมาก่อนขั้นตอนใดควรมาทีหลัง พร้อมกัน นั้นก็เกิดความคิดว่าจะปรับขั้นตอนอย่างไรให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดลำดับการทำงานแบบใหม่ที่ดีกว่าเดิม ซึ่งการปรับ ขั้นตอนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นก็เป็นส่วนกระตุ้นให้เกิดความคิดเชิงสร้างสรรค์ ส่วนการคิดเชิงวิเคราะห์จะเกิดขึ้นในขั้นตอน ทดสอบการทำงานหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม ว่าสาเหตุของการทำงานที่ผิดพลาดเกิดขึ้นได้อย่างไรและปรับปรุงแก้ไข โปรแกรมให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง (Science and Technology Development Agency, 2018)

บอร์ด Arduino ไม่เพียงเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมการเรียนรู้ Coding แต่ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ซึ่งความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ทางฟิสิกส์ที่มีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ต้องอาศัยเครื่องมือวัดที่ เพียงตรง แม่นยำ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีการนำบอร์ด Arduino มาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ที่ทันสมัยใน การจัดการเรียนการสอนเรื่องต่าง ๆ กันอย่างแพร่หลาย เช่น แรงลอยตัว ไฟฟ้า เสียง แสง และการมองเห็น ซึ่งเป็นการพัฒนา นักเรียนให้เป็นผู้สร้างและสามารถต่อยอดเทคโนโลยีได้ด้วยการเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญใน การส่งเสริมการคิดแบบมีเหตุมีผล ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และช่วยให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในสิ่งที่ต้องการได้ (Dengwansri et al., 2019)

แพลตฟอร์ม Arduino คืออะไร

Arduino เป็นแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์แบบโอเพนซอร์ส คือ เปิดเผยข้อมูลทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และด้านซอฟต์แวร์ ที่นักพัฒนาด้านไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ในด้านธุรกิจและการศึกษา โดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ภายใต้ เงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งแผงวงจรหรือบอร์ด Arduino สามารถควบคุมการทำงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, จอแสดงผลหรือเซนเซอร์ อย่างง่าย เช่น การอ่านอินพุตจากเซนเซอร์แสง, ใช้รีโมทกดปุ่ม หรือส่งข้อความไปยัง Twitter และเปลี่ยนเป็นเอาต์พุตเปิดใช้ งานมอเตอร์, เปิดไฟ LED (Arduino, 2019) ไปจนถึงควบคุมการทำงานของระบบที่มีความซับซ้อนในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ หรือเผยแพร่ข้อมูลไปยังระบบอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย แพลตฟอร์ม Arduino ประกอบไปด้วย ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ ซอฟต์แวร์ (Software) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

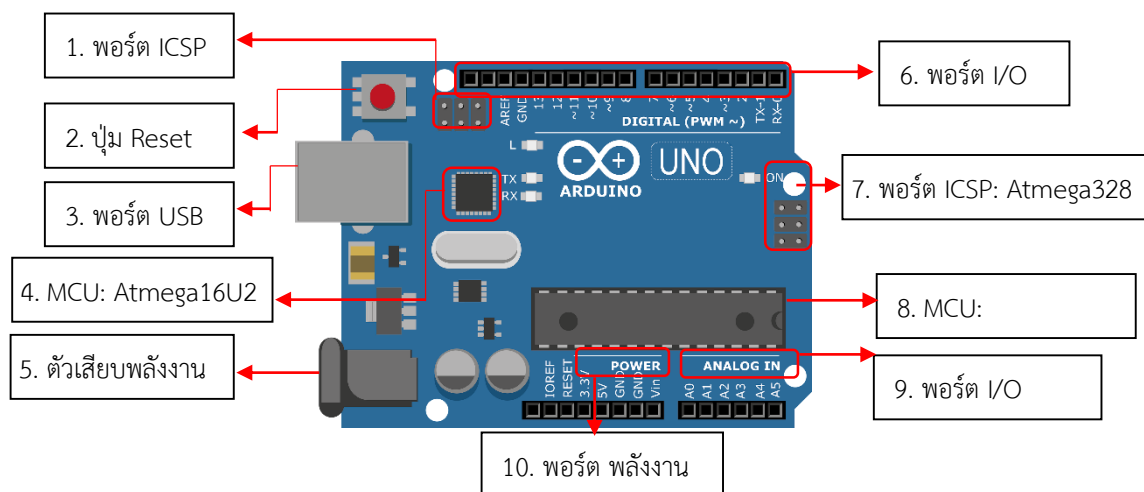
ฮาร์ดแวร์ เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นชิ้นส่วนหลัก ประกอบร่วมกับอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานหรือที่เรียกกันว่า “บอร์ด Arduino” โดยบอร์ด Arduino มีหลายรุ่นให้เลือกใช้ตาม ความเหมาะสมของงาน โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องขนาดหรือคุณสมบัติของบอร์ด เช่น บอร์ด Arduino Uno ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ (ภาพที่ 1) ดังนี้

1. พอร์ต ICSP ของไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port
2. ปุ่ม Reset เป็นปุ่มใช้กดเมื่อต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เริ่มการทำงานใหม่
3. พอร์ต USB ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega16U2 ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ คอมพิวเตอร์

ผ่าน Atmega16U2

5. ตัวเสียบพลังงาน (Power) เป็นช่องรับพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่บอร์ด Arduino ซึ่งสามารถขับเคลื่อนผ่านตัวปรับ สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงหรือแบตเตอรี่ โดยใช้แรงดันไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 7 V ถึง 12 V

6. พอร์ต I/O เป็นช่องรับส่งสัญญาณดิจิทัลตั้งแต่ช่อง D0 ถึง D13 นอกจากนี้บางช่องจะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ช่อง 0, 1 เป็นสัญญาณ Tx, Rx Serial, ช่อง 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นสัญญาณ PWM
7. พอร์ต ICSP Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
8. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328 ทำหน้าที่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หลักในการควบคุมบอร์ด Arduino
9. พอร์ต I/O เป็นช่องรับส่งสัญญาณดิจิทัลหรือเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อกตั้งแต่ช่อง A0 ถึง A5
10. พอร์ต พลังงาน ทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับวงจรภายนอกประกอบด้วย ช่องแรงดันไฟฟ้า 3.3 V, 5V, GND, V_{in}



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบบอร์ด Arduino Uno

ซอฟต์แวร์ เป็นภาษาที่ใช้เขียนโค้ดควบคุมบอร์ด Arduino เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมที่มีไวยากรณ์แบบเดียวกับภาษา C/C++ โปรแกรม Arduino IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่าง ๆ เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโค้ดโปรแกรม การคอมไพล์โปรแกรม (การแปลงไฟล์ภาษาซีให้เป็นภาษาเครื่อง) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ซึ่งใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายและมีเวอร์ชันที่รองรับระบบปฏิบัติการหลายแบบ (Suwanphet, 2017)

ทำไมต้อง Arduino

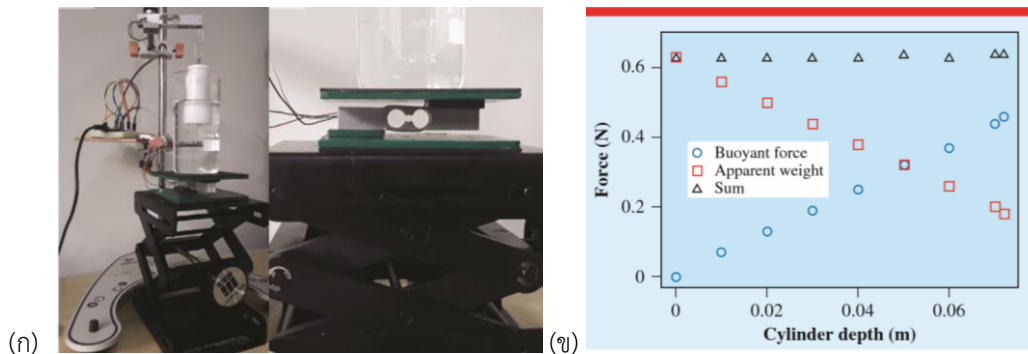
Arduino ได้ออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่าย ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างภายในชิพ โดยรู้เพียงว่าบอร์ด Arduino ที่เลือกมาใช้งานนั้นมีหน้าที่ใช้งานอะไรบ้าง มีคุณสมบัติต่าง ๆ อะไรบ้างก็สามารถใช้งานได้และยังมีข้อดีสำหรับครู นักเรียน และผู้ที่สนใจมากกว่าระบบอื่น ๆ เช่น

- 1) ราคาไม่แพง (Inexpensive) บอร์ด Arduino มีราคาถูกเมื่อเทียบกับแพลตฟอร์มไมโครคอนโทรลเลอร์อื่น ๆ โมดูล Arduino ที่มีราคาถูกที่สุดสามารถประกอบได้ด้วยมือและแม้แต่โมดูล Arduino ที่ประกอบไว้ล่วงหน้าก็มีราคาถูก
- 2) ข้ามแพลตฟอร์ม (Cross-platform) Arduino Software (IDE) ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows, Macintosh OSX และ Linux ซึ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนใหญ่จะสามารถใช้งานได้เพียงระบบปฏิบัติการ Windows
- 3) สภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมที่เรียบง่ายและชัดเจน (Simple and clear programming environment) Arduino Software (IDE) ใช้งานง่ายสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งานและมีความยืดหยุ่นเพียงพอสำหรับผู้ใช้งานสูง ในขณะเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ในแพลตฟอร์มอื่น ๆ และมักจะเป็นชุดคำสั่งสำเร็จรูปที่ไม่สามารถแก้ไขได้
- 4) ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สและส่วนขยาย (Open source and extensible software) ซอฟต์แวร์ Arduino เป็นเครื่องมือโอเพนซอร์สซึ่งสามารถใช้ได้กับผู้เริ่มต้นใช้งานไปจนถึงโปรแกรมเมอร์ที่มีประสบการณ์ ภาษานี้สามารถขยายได้ผ่านไลบรารี (Library) ภาษา C/C++
- 5) ฮาร์ดแวร์โอเพนซอร์สและฮาร์ดแวร์ที่ต่อขยายเพิ่มเติม (Open source and extensible hardware) แผนผังของบอร์ด Arduino ได้รับการเผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ผู้เริ่มต้นใช้งานหรือผู้ออกแบบวงจรที่มีประสบการณ์สามารถสร้างโมดูลของตัวเองและปรับปรุงได้ สามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมที่ <https://www.arduino.cc>

สร้างเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ด้วย Arduino ได้อย่างไร

ปริมาณทางฟิสิกส์ เป็นปริมาณที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือวัดโดยตรงหรือโดยอ้อม เช่น ปริมาตร มวล น้ำหนัก แรง ความเร็ว กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ อุณหภูมิ เป็นต้น แต่ยังไม่พบในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐานยังขาดเครื่องมือวัดที่สามารถเก็บข้อมูลได้เที่ยงตรงและแม่นยำ เนื่องจากเครื่องมือที่มีคุณสมบัติดังกล่าวมีราคาแพง ด้วยเหตุนี้ บอร์ด Arduino จึงถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการพัฒนาเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ที่ทันสมัยและมีราคาถูกในกิจกรรมการทดลองต่าง ๆ เช่น

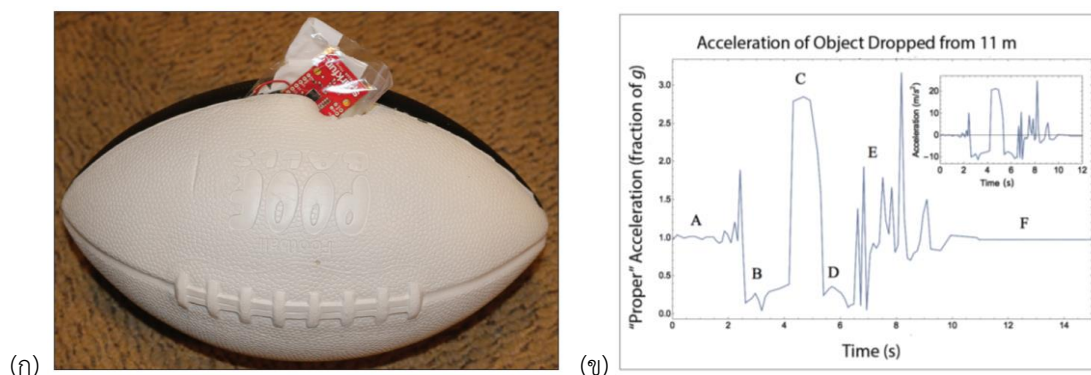
แรงลอยตัว จากหลักการอาร์คิมิดีส (Archimedes' principle) เป็นกฎพื้นฐานของฟิสิกส์ที่ใช้อธิบายกลศาสตร์ของไหล กล่าวไว้ว่า แรงลอยตัวขึ้นที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของเหลวไม่ว่าวัตถุนั้นจะจมทั้งส่วนหรือบางส่วนก็ตาม จะเท่ากับ น้ำหนักของของเหลวที่วัตถุแทนที่ และมีทิศทางขึ้นจากจุดศูนย์กลางของมวลของของเหลวที่ถูกแทนที่นั้น เพื่อแสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์นี้ Espindola et al. (2018) ทำการศึกษาแรงลอยตัว โดยใช้บอร์ด Arduino และเซนเซอร์วัดแรงลอยตัว



ภาพที่ 2 (ก) การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง (ข) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงลอยตัวและความลึกของวัตถุ (ที่มา Espindola et al., 2018)

ข้อมูลที่รวบรวมจากบอร์ด Arduino จะแสดงบนคอมพิวเตอร์โดยใช้ Serial Monitor ของ Arduino IDE ข้อมูลทั้งหมดถูกคัดลอกจาก Serial Monitor และบันทึกเป็นไฟล์ข้อความ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล จากการทดลองสามารถสังเกตเห็นความเชื่อมโยงระหว่างแรงลอยตัวกับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมได้ชัดเจน เมื่อนำไปคำนวณหาความหนาแน่นของน้ำ พบว่ามีค่าเป็น $(1.03 \pm 0.01) \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

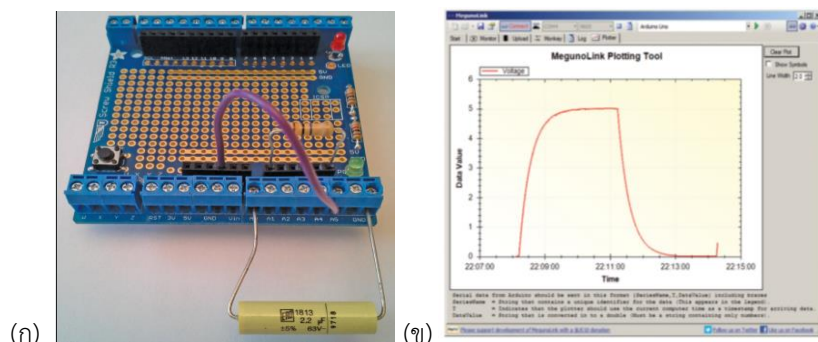
แรงโน้มถ่วง เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ทำให้วัตถุภายภาพทั้งหมดดึงดูดเข้าหากัน แรงโน้มถ่วงทำให้วัตถุภายภาพมีน้ำหนักและทำให้วัตถุตกสู่พื้นเมื่อปล่อย เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาตินี้ให้เข้าใจยิ่งขึ้น Bensky (2018) ได้ศึกษาการเคลื่อนที่ของลูกบอลในแนวตั้งโดยใช้เซนเซอร์ gyroscope ร่วมกับบอร์ด The Sparkfun Thing ซึ่งเป็นบอร์ดที่ใช้แพลตฟอร์ม Arduino มีขนาดเล็กและราคาถูก สามารถสร้าง Wi-Fi network ได้ในตัวบอร์ดและรวบรวมข้อมูลจากเซนเซอร์โดยใช้ web browser จากผลการทดลองที่ในภาพที่ 3 (ข) แสดงให้เห็นว่า การใส่เซนเซอร์ gyroscope สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับลูกบอลได้อย่างดี



ภาพที่ 3 (ก) การใส่เซนเซอร์ gyroscope ไว้ภายในลูกบอล (ข) กราฟแสดงความเร่งของลูกบอล (ที่มา Bensky, 2018)

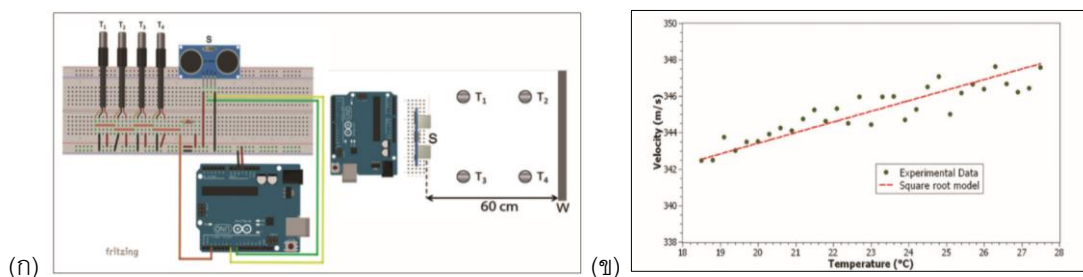
ไฟฟ้า การทดลองของการเก็บประจุหรือการคายประจุผ่านตัวต้านทานมีความสำคัญต่อการศึกษาไฟฟ้าพื้นฐาน ในขณะที่การทดลองแบบดั้งเดิมนั้นใช้โวลต์มิเตอร์และตัวจับเวลา แต่กระบวนการนี้ค่อนข้างน่าเบื่อและมีแนวโน้มที่จะเกิด

ข้อผิดพลาดของมนุษย์ Galeriu, Letson and Esper (2015) จึงได้พัฒนาวิธีการวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและเวลาทั้งหมดด้วยบอร์ด Arduino Uno เพื่อศึกษาหลักการทำงานของวงจร RC และให้นักเรียนได้เรียนรู้พื้นฐานของการเขียนโปรแกรมในการตรวจสอบวงจร RC โดยใช้บอร์ด Arduino Uno วัดแรงดันไฟฟ้า ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสามารถนำมาสร้างกราฟได้แบบเรียลไทม์ผ่านโปรแกรม MegunoLink Lite ที่แสดงให้เห็นพฤติกรรมการเก็บประจุของตัวเก็บประจุและการคายประจุตัวเก็บประจุ จากการศึกษาพบว่าการใช้บอร์ด Arduino Uno สามารถทดแทนการใช้โวลต์มิเตอร์หรือแม้แต่ออสซิลโลสโคป เพื่ออธิบายพฤติกรรมของตัวเก็บประจุได้เป็นอย่างดี



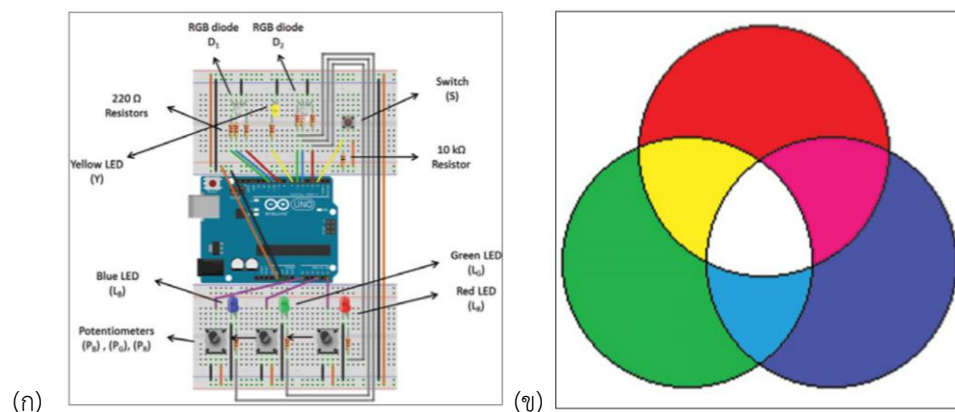
ภาพที่ 4 (ก) วงจร RC ที่ฝังอยู่ใน Arduino Screw Shield (ข) การชาร์จและการคายประจุแสดงตามเวลาจริง (ที่มา Galeriu, Letson and Esper, 2015)

เสียง เป็นคลื่นกลที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เมื่อวัตถุเกิดการสั่นสะเทือน จะทำให้เกิดการอัดตัว และขยายตัวของคลื่นเสียง จากนั้นถูกส่งผ่านตัวกลางที่เป็นสสารอยู่ในสถานะ ก๊าซ ของเหลว ของแข็ง ความเร็วของเสียงนั้นได้รับอิทธิพลจากตัวกลางของการแพร่กระจายและอุณหภูมิ Hahn, de Oliveira Cruz and Carvalho (2019) ศึกษาความเร็วของเสียงในอากาศโดยใช้บอร์ด Arduino Uno ร่วมกับเซนเซอร์อุณหภูมิในการวัดอุณหภูมิของอากาศในสภาพแวดล้อมที่กำหนดและใช้เซนเซอร์อัลตราซาวด์วัดความเร็วของเสียงในอากาศ โดยแสดงข้อมูลผลการทดลองแบบเรียลไทม์ จากการศึกษาพบว่าความเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 0 °C มีค่า 331.49 ± 0.12 m/s ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ใช้อ้างอิง



ภาพที่ 5 (ก) การติดตั้งอุปกรณ์ศึกษาความเร็วของเสียงในอากาศ (ข) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเสียงกับอุณหภูมิ (ที่มา Hahn, de Oliveira Cruz and Carvalho, 2019)

แสง และการมองเห็น การสอนเรื่องการผสมแสงสีโดยทั่วไปแล้วจะมุ่งเน้นเพียงการอธิบายสีที่ได้จากการผสมกันของแม่สีที่ประกอบไปด้วย สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินเท่านั้น แต่ยังขาดแนวความคิดเกี่ยวกับความเข้มของแสงสีที่ได้จากการผสมแสงสี Carvalho and Hahn (2016) จึงสร้างชุดกิจกรรมสำหรับการสอนเรื่องการผสมแสงสีโดยใช้ Arduino พบว่านักเรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับความเข้มของแสงสีที่ได้จากการผสมแสงสีมากขึ้น อีกทั้งช่วยกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 6 (ก) การติดตั้งอุปกรณ์ศึกษาการผสมแสงสี (ข) การผสมแสงสี (ที่มา Carvalho and Hahn, 2016)

สรุป

การเรียนรู้เขียนโปรแกรมโดยใช้แพลตฟอร์ม Arduino จะทำให้นักเรียนมีทักษะการใช้ตรรกะหรือการคิดอย่างมีเหตุผล จนทำให้เข้าใจเบื้องหลังการทำงานของโปรแกรมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานอื่น หรือสิ่งต่าง ๆ เช่น การสร้างเครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ในเรื่อง แรงลอยตัว ไฟฟ้า เสียง แสง และการมองเห็น ซึ่งสามารถกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ด้านการเขียนโปรแกรม ด้วยเครื่องมือสำเร็จรูปแบบง่ายและน่าสนใจ เพื่อปูทางให้นักเรียนมีความคิดที่จะเป็นนักพัฒนา สร้างสรรค์ซอฟต์แวร์หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ นอกจากนี้ยังเป็นผู้ที่มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพรวมทั้งสามารถต่อยอดการใช้งานแบบยั่งยืนได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- Arduino. (2019). Introduction to Arduino. Retrieved 8 November 2019, from <https://arduino.cc>
- Bensky, W. C. (2018). Wi-Fi-based Wireless Sensors for Data Acquisition. *The Physics Teacher*, 56(6), 393-397.
- Carvalho, P. S. and Hahn, M. (2016). A simple experimental setup for teaching additive colors with Arduino. *The Physics Teacher*, 54(4), 244-245.
- Dengwansri, N., Suntarak, P., Phonchaiya, S., and Wuttisela, K. (2019). Effects of cooperative learning incorporated with application on the Android operating system to learning achievement on periodic table for grade 10 students (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 1(1), 61-73.
- Espindola, P. R., Cena, C. R., Alves, D. C. B., Bozano, D. F. and Goncalves, A. M. B. (2018). Use of an Arduino to study buoyancy force. *Physics Education*, 53(3), 035010.
- Galeriu, C., Letson, C. and Esper, G. (2015). An Arduino investigation of the RC circuit. *The Physics Teacher*, 53(5), 285-288.
- Hahn, M. D., de Oliveira Cruz, F. A. and Carvalho, P. S. (2019). Determining the Speed of Sound as a Function of Temperature Using Arduino. *The Physics Teacher*, 57(2), 114-115.
- Jansoon, N., and Rakbamrung, N. (2019). TPACK in chemistry classroom using PhET interactive simulations (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 1(1), 109-121.
- Krongthong, T. (2017). Starting to teach 'Programming' is easy (in Thai). Retrieved 8 November 2019, from <http://oho.ipst.ac.th/intro-to-programming/>
- Science and Technology Development Agency. (2018). Enjoying 'Kids' and 'Code' with 'KidBright' (in Thai). Retrieved 8 November 2019, from <https://www.kid-bright.org/manual/article/46>
- Suwanphet, P. (2017). Learning and trying basic Arduino (in Thai). Retrieved 8 November 2019, from **Kroo Praphas Suwanphet**: <https://www.praphas.com/index.php/2008-11-03-14-25-25/51-arduino/96-2-arduino>