

การประมาณค่าความหนาแน่นของแตงโมจากการวิเคราะห์ภาพสองมิติเพื่อกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

The estimation of the watermelon density from the two-dimensional photograph for Physics learning activity

ชูจิต สารภาค

Choojit Sarapak

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จ. สุรินทร์ 32000

The faculty of Science and technology, Surindra rajabhat University, Surin Province 32000

E-mail: csarapak@gmail.com

Received: Feb 04, 2019

Revised: May 03, 2019

Accepted: Jun 06, 2019

บทคัดย่อ

ความหนาแน่นของแตงโมสามารถประมาณค่าจากหลักการเชิงเรขาคณิตโดยการถ่ายภาพแตงโมที่อยู่ในภาชนะบรรจุน้ำ ประกอบกับหลักการของอาร์คิมิดีส การประมาณค่าความหนาแน่นดังกล่าวไม่จำเป็นต้องทราบเส้นผ่าศูนย์กลางของผลแตงโม โดยแตงโมดังกล่าวจะถูกสมมติให้มีรูปร่างเป็นทรงกลม ผลจากทฤษฎีในการประมาณค่าจะสามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าจากการทดลองในห้องปฏิบัติการได้ กิจกรรมนี้สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ได้

คำสำคัญ: การประมาณค่าความหนาแน่น หลักการเชิงเรขาคณิต หลักการของอาร์คิมิดีส

Abstract

The density of a watermelon floating in a container of water can be estimated with the simplified method from the theoretical geometry in conjunction with Archimedes' principle without consideration of three – dimensional effects. The dimension or diameter of watermelon is not necessary to know. The watermelon is approximated as a sphere. The results of the theoretical geometry can be compared with the results from the laboratory. This experiment can be used in a Physics learning activity.

Keywords: Density estimation, Theoretical geometry, Archimedes' principle

1. บทนำ

การพัฒนากิจกรรมในห้องเรียนฟิสิกส์เกี่ยวกับเรื่องความหนาแน่นของวัตถุซึ่งสัมพันธ์กับการจมและการลอยนั้นสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนกับนักศึกษาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ได้ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขและตื่นตัวกับกิจกรรม ผู้วิจัยได้นำผลไม้หลายชนิดใส่ในภาชนะที่มีบรรจุน้ำอยู่ แล้วให้นักศึกษาลองหาความหนาแน่นของผลไม้ในแต่ละชนิด โดยผลไม้นี้มีขนาดต่างกัน สำหรับแตงโมนี้ผู้วิจัยจะถามคำถามให้ผู้เรียนตอบว่า แตงโมดังกล่าวจะจมหรือลอย แต่ถ้ากรณีที่ไม่นำแตงโมมาในชั้นเรียน ผู้ทดลองสามารถนำภาพถ่ายของแตงโมที่อยู่ในภาชนะบรรจุด้วยน้ำแสดงให้ผู้เรียนดูดัง Figure 1. แล้วถามคำถามว่า “แตงโมจมหรือลอย” ถ้าต้องการทราบความหนาแน่นของแตงโมนี้นี้จะอย่างไรแน่นอนว่า ผู้เรียนต้องมีการประมาณค่าคู่กับการคำนวณค่าไปพร้อมกัน [1] จากภาพ Figure 1. ดังกล่าวถ้ากำหนดให้ ความ

หนาแน่นและปริมาตรของแตงโมเป็น ρ_m และ V_m ตามลำดับ ดังนั้นมวลของแตงโม จะสามารถหาได้จาก

$$m_m = \rho_m V_m \quad (1)$$

ส่วนน้ำหนักก็สามารถหาได้จาก

$$w_m = \rho_m V_m g \quad (2)$$



Figure 1 Watermelon in water

ถ้าปล่อยลูกแตงโมลงในน้ำ นั่นคือ การนำเอาปริมาตรของแตงโมลงไปแทนที่ในปริมาตรของน้ำซึ่งแทนด้วย V_w และกำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำเป็น ρ_w ดังนั้นน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยลูกแตงโมจึงเป็น $w_w = \rho_w V_w g$ จะสอดคล้องกับหลักการของอาร์คิมิดีส (Archimedes' principle) เมื่อแตงโมลอยอย่างสมดุลในน้ำจะสามารถเขียนสมการได้เป็น $\rho_m V_m = \rho_w V_w$ ดังนั้นจึงสามารถหาความหนาแน่นของแตงโมจากสมการ

$$\rho_m = \frac{\rho_w V_w}{V_m} \quad (3)$$

เมื่อทราบความหนาแน่นของน้ำแล้วหมายความว่าผู้ทดลองจำเป็นต้องทราบเพียงอัตราส่วนของปริมาตรของแตงโมที่จมน้ำต่อปริมาตรของแตงโมทั้งหมดเพื่อที่จะทราบค่าความหนาแน่นของแตงโมดังกล่าว

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ใช้อุปกรณ์เพียงเล็กน้อย คือ

- (1) กล้องถ่ายรูป หรือกล้องถ่ายรูปจากโทรศัพท์มือถือ
- (2) แตงโม 5 ผล
- (3) ภาชนะที่บรรจุด้วยน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าลูกแตงโมเมื่อถ่ายภาพแตงโมแล้วให้นำภาพดังกล่าวมาพิจารณา (อาจจะแสดงบนเครื่องฉายภาพนิ่งเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณา) การพิจารณาครั้งนี้ให้ถือว่าแตงโมมีรูปร่างที่เป็นทรงกลมอย่างสมบูรณ์ดัง Figure 2. และ Figure 3

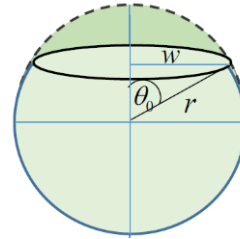


Figure 2 Geometry of sphere (watermelon)

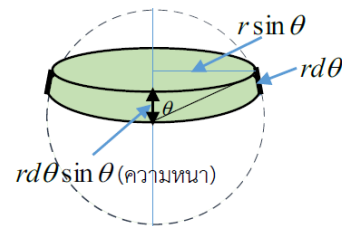


Figure 3 Slice of sphere

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การหาปริมาตรย่อยของทรงกลม

เพื่อที่จะหาสมการความสัมพันธ์ของปริมาตรของแตงโมที่ลงไปแทนที่ปริมาตรของน้ำ V_w กำหนดให้ r เป็นรัศมีของทรงกลมจะมีละติจูดตัดขวางที่มีมุม θ และระดับน้ำที่แตงโมจมอยู่มีละติจูดรัศมี w ซึ่งเป็นด้านตรงข้ามมุม θ_0 ดัง Figure. 2 ถ้ากำหนดให้ทรงกลมประกอบไปด้วยแผ่นบางๆ ที่ถูกเฉือนแบ่งออกเป็นแผ่นๆ [2] ดัง Figure 3. โดยรัศมีของแผ่นบางดังกล่าวเป็น $r \sin \theta$ ส่วนโค้งของขอบแผ่นบางมีขนาดเป็น $rd\theta$ และแผ่นดังกล่าวมีความหนาเป็น $rd\theta \sin \theta$ ปริมาตรของแผ่นดังกล่าวสามารถเขียนได้เป็น $\pi^3 \sin^3 \theta d\theta$ ดังนั้น

$$V_0 = \pi^3 \int_{\theta_0}^{\pi} \sin^3 \theta d\theta = \pi^3 \left[\frac{1}{3} \cos^3 \theta - \cos \theta \right]_{\theta_0}^{\pi}$$

$$V_0 = \frac{2}{3} \pi^3 (1 + \frac{1}{2} \cos \theta_0 (3 - \cos^2 \theta_0)) \quad (4)$$

3.2 การหาปริมาตรที่จมอยู่ในน้ำและความหนาแน่นของแตงโม

จาก Figure 1. ถ้าพิจารณารูปแตงโมนั้นมีความยากมากในการหาค่ามุม θ_0 ได้โดยตรงเพื่อลดความยุ่งยาก ดังนั้นจึงหาค่ามุมจากความสัมพันธ์ $\sin \theta_0 = \frac{w}{r}$ และกำหนดให้ μ เป็นอัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางของละติจูดที่มีรัศมี w แทนด้วย $D_w = 2w$ และเส้นผ่าศูนย์กลางตรงกึ่งกลางทรงกลม (เส้นศูนย์สูตร) คือ $D_r = 2r$ โดย $\mu = \frac{D_w}{D_r}$ แล้วแทนค่า $\cos \theta_0$ ด้วย $\sqrt{1 - \mu^2}$

ในสมการที่ 4 จะได้

$$V_0 = \frac{2}{3}\pi^3(1 + (1 + \frac{1}{2}\mu^2\sqrt{1-\mu^2})) \quad (5)$$

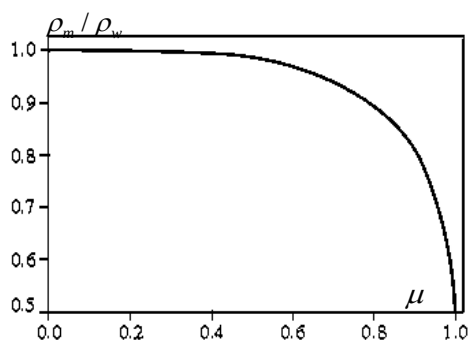


Figure 4 Graph of the relationship between $\frac{\rho_m}{\rho_w}$ and μ [3]

ถ้าปริมาตรของแตงโมเป็น $V_m = \frac{4}{3}\pi^3$

จะสามารถเขียนอัตราส่วนของปริมาตรที่จมในน้ำได้เป็น

$$\frac{V_w}{V_m} = \frac{1}{2}(1 + (1 + \frac{1}{2}\mu^2)\sqrt{1-\mu^2}) \quad (6)$$

ดังนั้นจึงสามารถเขียนสมการที่ 3 ใหม่ได้เป็น

$$\frac{\rho_m}{\rho_w} = \frac{1}{2}(1 + (1 + \frac{1}{2}\mu^2)\sqrt{1-\mu^2}) \quad (7)$$

ดังนั้นความแม่นยำในการหาอัตราส่วนปริมาตรของแตงโม และความหนาแน่นของแตงโมจึงขึ้นอยู่กับอัตราส่วน μ ดัง Figure 4. แสดงถึงกราฟอัตราส่วนของปริมาตรของแตงโมที่จมในน้ำกับปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่นั่นคือ $\frac{V_w}{V_m}$ หรือมีค่าเท่ากับ

$\frac{\rho_m}{\rho_w}$ คืออัตราส่วนความหนาแน่นของลูกแตงโมต่อความหนาแน่นของน้ำในฟังก์ชันของ μ อัตราส่วนดังกล่าวจะเริ่มที่ 1 เมื่อ $\mu=0$ ซึ่งนั่นคือแตงโมจมในน้ำอย่างสมบูรณ์ (ไม่มีส่วนที่อยู่เหนือน้ำ) อัตราส่วนระหว่าง $\frac{\rho_m}{\rho_w}$ จะลดลงอย่างช้าๆ ขณะที่

ค่า μ จะเพิ่มขึ้น จาก Figure 2. จะเห็นว่าถ้าค่า μ มีค่าน้อย แสดงว่าส่วนปริมาตรในส่วนที่อยู่เหนือน้ำจะมีค่าน้อยลง ถ้าเปรียบเทียบกับโลกก็คือจุดที่พิจารณาจะอยู่ใกล้กับขั้วโลกเหนือนั่นเอง (สังเกตส่วนที่เป็นเส้นประใน Figure 2.) อัตราส่วนดังกล่าวจะค่อยๆ ลดลงจนเมื่อ $\mu \approx 0.7$ และหลังจาก $\mu \approx 0.85$ อัตราส่วนจะลดลงอย่างรวดเร็ว [3]

ความจริงแล้วการคำนวณหาค่า μ นั้นมีความซับซ้อนมาก ถ้าพิจารณาจากรูปที่เป็นเพียง 2 มิติ นอกจากนั้น เส้นผ่าศูนย์กลาง D_w และ D_r นั้นไม่ได้อยู่ในแนวระนาบเดียวกัน นี่เป็นสิ่งที่เป็นข้อจำกัด อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าถ้าค่า $\mu \approx 0.7$ หรือน้อยกว่า สำหรับแตงโมนั้น ค่าความหนาแน่นที่ได้จะเกิดความคลาดเคลื่อน เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนในการวัดค่า μ ดังกล่าว

3.3 การประมาณค่าโดยไม่พิจารณาการหักเหของแสงในพื้นน้ำและส่วนที่แยกจากกันระหว่าง D_w และ D_r

สมมติว่ากำหนดให้ D_w และ D_r อยู่ในระนาบในแนวระนาบเดียวกัน โดยการวัด w และ r' จะทำบนภาพถ่ายที่ได้โดยใช้ไม้บรรทัดในการวัดค่า ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงตาม table 1 จะพบว่าค่า μ ที่ได้จะอยู่ประมาณ 0.83 เมื่อแทนค่า μ ลงในสมการที่ 7 จะได้เป็น

$$\frac{\rho_m}{\rho_w} = \frac{1}{2}(1 + (1 + \frac{0.68}{2})\sqrt{1-0.68})$$

$$\frac{\rho_m}{\rho_w} = \frac{1}{2}(1 + (1.34)\sqrt{0.32})$$

$$\rho_m = 0.87 \text{ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

Table 1 Estimation ρ_m without considering the refraction at water surface and the spatial separation between D_w and D_r

Watermelon	D_w	D_r	μ	ρ_m
w1	12	13.7	0.87	0.83
w2	10.3	11.6	0.88	0.82
w3	11	13	0.84	0.86
w4	11.2	13.5	0.83	0.87
w5	11.5	13.6	0.84	0.86

3.4 การประมาณค่าโดยไม่พิจารณาการหักเหของแสงในน้ำแต่พิจารณาส่วนที่แยกจากกันระหว่าง D_w และ D_r

ในกรณีที่กำหนดให้ D_w และ D_r ไม่ได้อยู่ในแนวระนาบเดียวกัน นั้นหมายความว่า D_r จะมีขนาดที่ยาวกว่า D_w นั่นคือค่า μ จะน้อย ดังนั้นแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนของปริมาตรที่จมน้ำและการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นของแตงโม จะสามารถอธิบายได้จาก Figure 5.

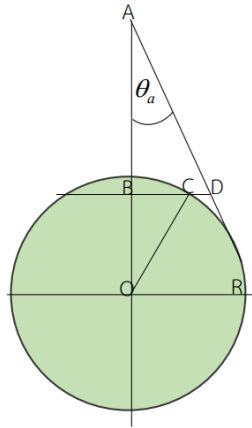


Figure 5 Radius on the photograph is BD while the camera is on A and no light refraction at D

ให้ A เป็นตำแหน่งของกล้องถ่ายรูป ซึ่งสมมติว่ามีความสูงจากระดับน้ำมาก จะแสดงให้เห็นว่าระนาบในแนวราบผ่านจุด B, C และ D ถ้ากล้องถ่ายรูปอยู่สูงพอจะทำให้เห็นว่า ละติจูดที่พิจารณานั้นอยู่ใกล้จุดกึ่งกลาง (บริเวณศูนย์สูตร) โดยไม่พิจารณาการหักเหของที่จุด D จาก Figure 5. กำหนดให้ $BC = w$ และ $OC = OR = r$ และ $BD = r'$ ซึ่งคือรัศมีปรากฏบนพื้นผิวน้ำ จะเห็นได้ว่ารัศมีจริงของแตงโมจะมีขนาดมากกว่ารัศมีที่วัดได้จากภาพ

เพื่อที่จะหาค่าความยาวของ D_w และ D_r ก่อนอื่นจะกล่าวถึงภาพขณะที่บรรจุหน้านั้นคือภาพที่ใช้ตามบ้านเรือนทั่วไป ซึ่งมีขนาดความสูงประมาณ 22 เซนติเมตร ระดับน้ำในภาชนะดังกล่าวเกือบจะเต็ม ดังนั้นเมื่อวัดค่า $w = 5.6$ เซนติเมตร และ $r' = 6.75$ เซนติเมตร ความสูงของภาชนะคือ 22 เซนติเมตร ข้อมูลทั้งหมดนี้จะถูกนำมาใช้หาระยะ AB นั่นคือ h เมื่อรัศมีของลูกแตงโมจากการวัดจากภาพ Figure 5. คือ การพิจารณา $\tan \theta_a$ ซึ่งเท่ากับ r'/h และ $r/(h^2 + \sqrt{r^2 - w^2})$ จากสามเหลี่ยม ABD และ AOR ตามลำดับ (สมมติว่าเส้น ADR คือด้านตรงข้ามมุมฉากของสามเหลี่ยม AOR และถ้าระยะ OA มีค่ามากจะมีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก) จาก Figure 5. สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$(h^2 - r'^2)r^2 - 2h^2r'r + r'^2(h^2 + w^2) = 0 \quad (8)$$

จะได้

$$r = \frac{h^2 \pm \sqrt{h^2(r'^2 - w^2) + r'^2w^2}}{h^2 - r'^2}r' \quad (9)$$

กรณีถ้าผู้ถ่ายภาพสูงประมาณ 153 เซนติเมตร และตั้งกล้องถ่ายภาพสูงจากพื้นเป็น 72 เซนติเมตร เนื่องจากภาชนะบรรจุน้ำสูง 22 เซนติเมตร ระยะ AB จึงเป็น $h = 50$ เซนติเมตร แทน

ค่า r' และ w ลงในสมการที่ 9 จะได้ r เป็น 7.40 เซนติเมตร ดังนั้น $\mu = \frac{w}{r} = \frac{5.6}{7.40} = 0.75$ (ใช้ r ที่มีค่า 7.20 เซนติเมตร เนื่องจาก r ต้องมีค่ามากกว่า r') ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงตาม table 2 จะเห็นว่าค่า μ มีค่าน้อยลง (สมมติว่าแนวกึ่งกลาง (แนวศูนย์สูตร) ของแตงโมอยู่ตรงระดับน้ำพอดี) ซึ่งแตงโมมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ดังนั้น $\mu^2 = 0.57$ แทนลงในสมการที่ 7 จะได้เป็น

$$\frac{\rho_m}{\rho_w} = \frac{1}{2} \left(1 + \left(1 + \frac{0.57}{2} \right) \sqrt{1 - 0.57} \right)$$

$$\rho_m = 0.92 \text{ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$



Figure 6 Diameters on the photograph as $D_w = 11.5$ cm and $D_r = 13.5$ cm

Table 2 Estimation ρ_m by considering the spatial separation between D_w and D_r but no the refraction at water surface and

Watermelon	w	r	μ	ρ_m
w1	6	7.5	0.80	0.89
w2	5.15	6.2	0.83	0.87
w3	5.5	7.1	0.77	0.91
W4	5.6	7.4	0.75	0.92
W5	5.75	7.4	0.77	0.91

3.5 การตรวจสอบความแม่นยำในการหาค่าความหนาแน่น

ปฏิบัติการนี้เป็นการตรวจสอบความแม่นยำในการหาค่าความหนาแน่นของแตงโมโดยการหาความหนาแน่นของแตงโมนี้จะทำในห้องปฏิบัติการ การหาปริมาตรในการจมน้ำของแตงโมทำได้โดยการเติมน้ำในภาชนะเดียวกับใน Figure 1. ให้เต็มแล้วค่อยปล่อยลูกแตงโมลงไปใต้น้ำ จากนั้นหาปริมาตรของน้ำที่ไหลล้นออกมา ส่วนน้ำหนักของแตงโมหาได้จากเครื่องชั่งดิจิตอล จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าความหนาแน่น ดังที่แสดงใน table 3 ซึ่งค่าที่ได้ค่อนข้างสอดคล้องกับการคำนวณโดยหลักการเชิงเรขาคณิต [4] ดัง table 4 ซึ่งจะเห็นว่าค่าที่ได้

ค่อนข้างใกล้เคียงกันเนื่องจากแตงโมที่เลือกมามีลักษณะค่อนข้างเป็นทรงกลม และความหนาแน่นของเนื้อแตงโมค่อนข้างที่จะเป็นเนื้อเดียวกัน (ใส่แตงโมไม่ขาด)ซึ่งแตงโมนั้นนี้มีเมล็ดกระจายอยู่กับเนื้อของแตงโมซึ่งจะไม่มีผลกับค่าความไม่แม่นยำของอัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลาง $\mu = \frac{D_w}{D_r}$ ตามที่ได้

กล่าวไปแล้ว

Table 3 Verification of watermelon density from Archimedes' principle

A(cm)	B(cm)	m(kg)	V(L)	ρ_m
16.42	16.71	2.12	2.177	0.97
14.64	14.80	1.53	1.450	1.05
16.48	16.56	2.04	2.225	0.92
15.92	16.24	2.14	2.177	0.97
16.57	16.65	2.16	2.22	0.97

A คือ ความยาวของแตงโมในแนวตามขวาง

B คือ ความยาวของแตงโมในแนวตามยาว

M คือ มวลของแตงโม

V คือ ปริมาตรของแตงโมจากการแทนที่น้ำ

Table 4 The density of watermelon from the experiments

Watermelon	ρ_{m1}	ρ_{m2}	ρ_{m3}
w1	0.83	0.89	0.97
w2	0.82	0.87	1.05
w3	0.86	0.91	0.92
W4	0.87	0.92	0.97
W5	0.86	0.91	0.97

ρ_{m1} คือ ความหนาแน่นของแตงโมจากการประมาณค่าโดยไม่พิจารณาการหักเหของแสงในพื้นน้ำและส่วนที่แยกจากกันระหว่าง D_w และ D_r

ρ_{m2} คือ ความหนาแน่นของแตงโมจากการประมาณค่าโดยไม่พิจารณาการหักเหของแสงในน้ำแต่พิจารณาส่วนที่แยกจากกันระหว่าง D_w และ D_r

ρ_{m3} คือ ความหนาแน่นของแตงโมจากหลักการอาร์คิมิดีส

จากผลการศึกษาดังกล่าวจะพบว่าค่าของความหนาแน่นที่ได้จากทั้งสามวิธีจะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เนื่องจากผู้วิจัยเลือกแตงโมที่มีลักษณะของผลค่อนข้างกลม ซึ่งจะพบว่าระยะ A และ B มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยในทางปฏิบัติแล้วการเลือกแตงโมที่มีลักษณะเป็นทรงกลมอย่างสมบูรณ์มาทดลองนั้นเป็นเรื่องที่ทำได้ไม่ยากนัก ในการทำนองเดียวกันประมาณค่าความหนาแน่นของวัตถุหรือผลไม้

จากภาพถ่ายของวัตถุหรือผลไม้ที่มีรูปร่างทรงกลมอย่างสมบูรณ์นั้นจะทำให้ได้ค่าความแม่นยำมากขึ้น แต่ถ้าใช้วิธีการประมาณค่าความหนาแน่นของวัตถุหรือผลไม้ที่มีรูปร่างเป็นวงรีมาๆวิธีการดังกล่าวไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่าอาจจะนำวิธีการวิเคราะห์ภาพเชิงเรขาคณิตตามหลักการของวัตถุที่มีรูปร่างเป็นแบบวงรี

4. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การหาค่าความหนาแน่นและปริมาตรโดยการแทนที่ในน้ำของแตงโมจากภาพถ่าย สามารถทำได้จากการประมาณค่าและการคำนวณโดยอาศัยหลักการทางเรขาคณิตเข้ามาช่วย แต่การหาค่าจากวิธีการดังกล่าวมีความยุ่งยากและซับซ้อนระดับหนึ่งทั้งยังต้องสมมติให้แตงโมดังกล่าวมีลักษณะเป็นทรงกลมอย่างสมบูรณ์ ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำมาเปรียบเทียบค่าจากการหาค่าในห้องปฏิบัติการซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวถือว่ามีความใกล้เคียงกันอย่างมาก เนื่องจากว่าแตงโมดังกล่าวมีลักษณะค่อนข้างเป็นทรงกลมอย่างสมบูรณ์ จากผลการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยได้นำไปบูรณาการในชั้นเรียน วิชาฟิสิกส์ 1 ฟิสิกส์ทั่วไป 1 และ ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 โดยให้นักศึกษาได้ทดลองหาค่าความหนาแน่นของแตงโม ซึ่งทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้เป็นอย่างมากเนื่องจาก เป็นผลไม้ที่ทำได้ทั่วไปและอยู่ในชีวิตประจำวัน แต่สามารถนำมาประกอบการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ได้ และหลังจากการทดลองดังกล่าวแล้ว แตงโมจะถูกนำมาผ่าออกเพื่อให้ได้เห็นลักษณะของเนื้อแตงโม และนักศึกษายังได้รับประทานอีกด้วย โดยแนวคิดในศึกษาเพื่อหาความหนาแน่นของวัตถุนี้ สามารถทำให้ผู้เรียนได้แนวคิดและทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยถือว่าเป็นวิธีการหนึ่งในการหาค่าความหนาแน่นของวัตถุ นักศึกษาสามารถนำแนวคิดดังกล่าวไปใช้ในการทำโครงการหรือวิจัยขนาดเล็กในระดับปริญญาตรีหรือชั้นมัธยมศึกษาได้

Reference

- [1]:a N and Hosein F.2011. **Determining the orange volume using image processing.** in 2011 International Conference on Food Engineering and Biotechnology IPCBEE, Singapore, IACSIT Press; vol.9 2011, Singapore.
- [2]:jid Rashidi and Keyvan Seyfi.2016 "Classification of Fruit Shape in Cantaloupe Using the Analysis of Geometrical Attributes". **Agricultural Engineering Research Journal.**6(3):26-30.
- [3]: Kit Foong and Chim Chai Lim. 2010. " Can you tell the density of the watermelon from this photograph?". **Physics Education.** 44(4): 352-356.

- [4] AB. 2007. "Determination of watermelon volume using ellipsoid approximation and image processing". **Postharvest Biology and Technology**, 45(3): 366-371.