

ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์
ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่องงานและพลังงาน

วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมที่
2

การหางาน จากพื้นที่ใต้กราฟ

ธีระพล ร่มสุบ

โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ



คำนำ

ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง งานและพลังงาน ชุดที่ 1 เรื่อง แรงและงาน รายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัส ว30202 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากทั้งหมด 7 ชุด ได้แก่ ชุดกิจกรรมที่ 1 แรงและงาน ชุดกิจกรรมที่ 2 การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ ชุดกิจกรรมที่ 3 พลังงานจลน์ ชุดกิจกรรมที่ 4 พลังงานศักย์ ชุดกิจกรรมที่ 5 กฎการอนุรักษ์พลังงาน ชุดกิจกรรมที่ 6 กำลัง และชุดกิจกรรมที่ 7 เครื่องกล

ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามกลวิธีเมตาคอกนิชันทั้งหมดสร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองหรือนำไปใช้ในการเรียนการสอนซ่อมเสริม หรือใช้ในการสอนแทนได้เป็นอย่างดี เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ มีกระบวนการคิดวิเคราะห์ในเรื่องแรงและงานอย่างคงทนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

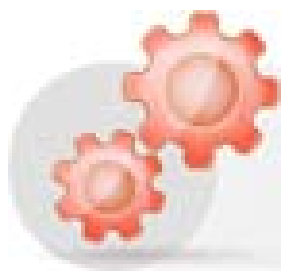
ครูผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน ชุดนี้จะทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เรื่องแรงและงานได้เป็นอย่างดี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงขึ้น และนักเรียนสามารถใช้เพื่อศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเอง เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ สามารถอำนวยความสะดวกต่อการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้

ธีระพล รมสุข



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำชี้แจง	1
แผนผังลำดับการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามกลวิธีในตำราเรียน	2
ผังการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามกลวิธีในตำราเรียน	3
ขอบข่ายของเนื้อหา	4
สาระสำคัญ	5
ผลการเรียนรู้	6
ผังมโนทัศน์ เรื่อง งานและพลังงาน	7
ผังมโนทัศน์ เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ	8
แบบทดสอบก่อนเรียน	9
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	14
คำถามชวนคิด	15
แนวคำตอบคำถามชวนคิด	16
ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ของงานกับพื้นที่ใต้กราฟ	18
ตอนที่ 2 การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ กรณีแรงกระทำมีค่าคงตัว	19
ตอนที่ 3 การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ กรณีแรงกระทำเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ	22
ตอนที่ 4 การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ กรณีแรงกระทำมีขนาดไม่คงตัว	25
ตัวอย่างการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามกลวิธีในตำราเรียน	28
กิจกรรมที่ 1	37
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 1	38
กิจกรรมที่ 2	39
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 2	53
กิจกรรมที่ 3	72
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 3	73
เกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง	74
แบบประเมินการแก้ปัญหา	75
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ	77



คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามกลวิธีเมตาคognition เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ เป็นชุดกิจกรรมที่ใช้ประกอบการเรียน ให้นักเรียนอ่านคำชี้แจงและปฏิบัติตามคำชี้แจงทุกขั้นตอน นักเรียนจะได้รับการพัฒนาความรู้ พัฒนาทักษะการเรียนรู้ และส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์เป็นไปตามวัตถุประสงค์โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาผลการเรียนรู้ในชุดกิจกรรมนี้ให้เข้าใจ เพื่อให้ทราบว่าเมื่อจบเนื้อหาแต่ละเรื่องแล้วนักเรียนสามารถเรียนรู้อะไรได้บ้าง

2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วตรวจคำตอบที่เฉลยไว้ เพื่อให้รู้ว่ามีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษามากน้อยเพียงใด

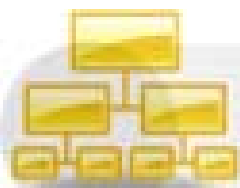
3. ศึกษาเนื้อหาจากใบความรู้และทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดพร้อมตรวจจากเฉลยแบบฝึกหัดเพื่อเป็นการทบทวนให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหายิ่งขึ้น ข้อใดที่เข้าใจผิดให้กลับไปทบทวนเนื้อหาหรือทำกิจกรรมซ้ำ เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง

4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าหลังเรียน โดยมีเกณฑ์การผ่าน ตามเป้าหมายการเรียนรู้ 80% จนกว่าจะเข้าใจ แล้วเริ่มทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้งจนกว่าจะได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

5. นักเรียนแต่ละคนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่เปิดดูเฉลยก่อนเรียน-หลังเรียน และเฉลยแบบฝึกกิจกรรมทุกกิจกรรม การศึกษาชุดกิจกรรมจะไม่บรรลุวัตถุประสงค์ ถ้านักเรียนขาดความซื่อสัตย์ ไร้ซึ่งคุณค่าแห่งตน

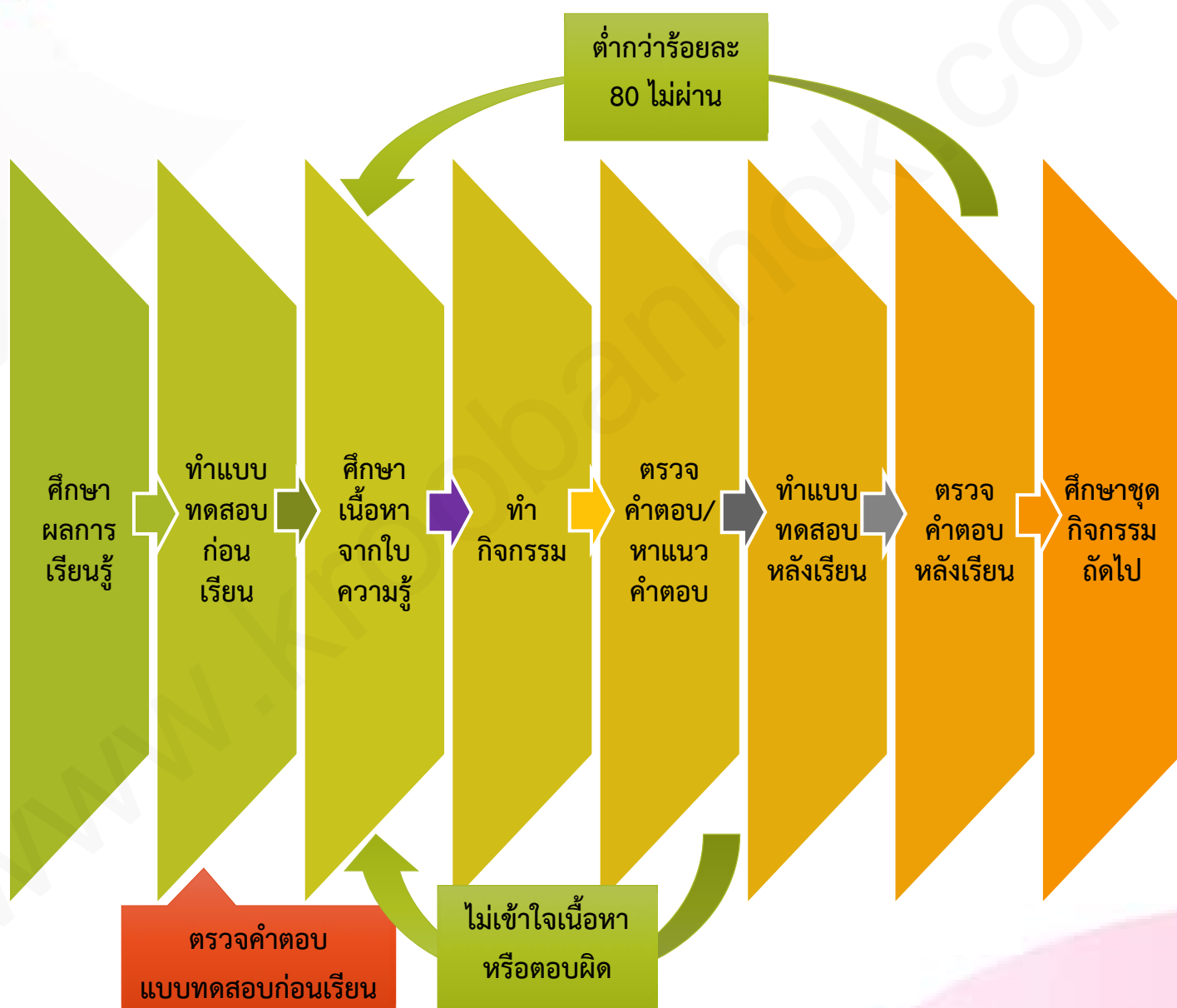
6. นักเรียนต้องมีความสนใจใฝ่รู้ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ มีความซื่อสัตย์ ความประหยัด ใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

7. ถ้านักเรียนต้องการข้อมูล หรือสาระเพิ่มเติมจากชุดกิจกรรมนี้ สามารถค้นคว้าได้จากเอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรมที่ให้ไว้ท้ายเล่ม



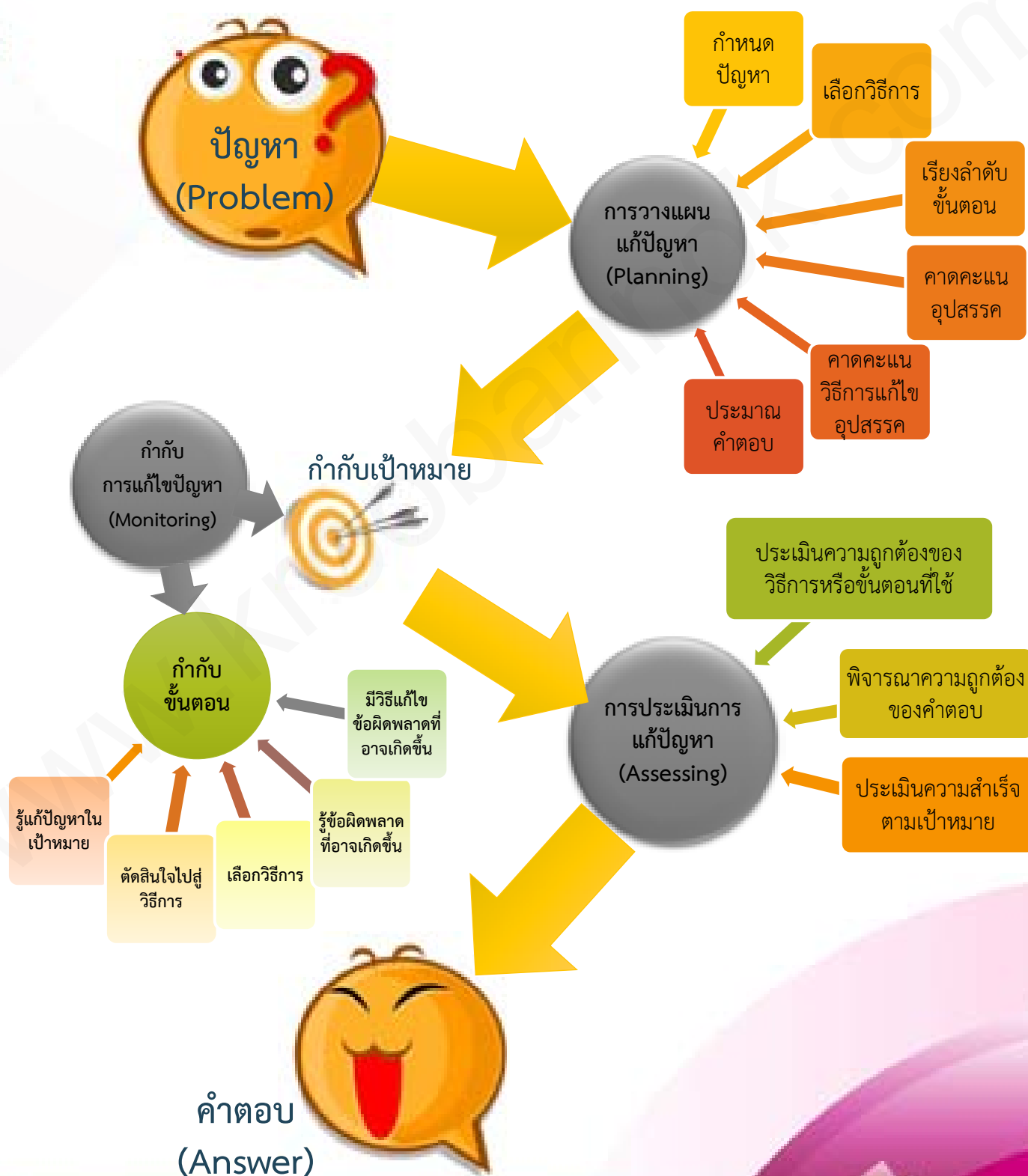
ผังลำดับการใช้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการจากนิทานพื้นบ้านภาคกลาง เรื่อง งานและนันทนาการ





ผังการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์
 ตามกลวิธีเมทาโคกนิซ





ขอบข่ายของเนื้อหา

ตอนที่ 1

ความสัมพันธ์ของงานกับพื้นที่ใต้กราฟ

ตอนที่ 2

การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ

กรณีแรงกระทำมีค่าคงตัว

ตอนที่ 3

การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ

กรณีแรงกระทำเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ

ตอนที่ 4

การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ

กรณีแรงกระทำมีขนาดไม่คงตัว

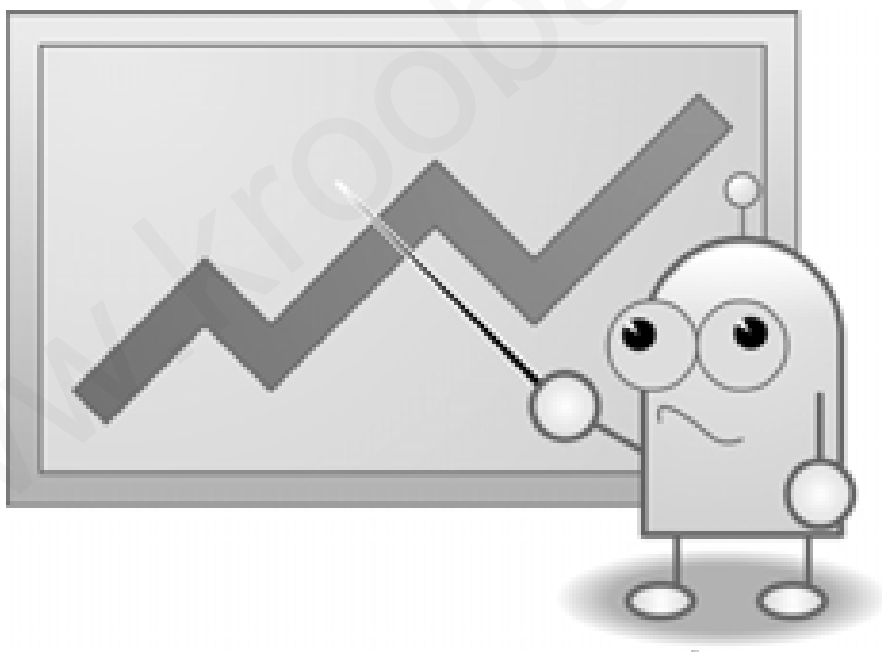


สาระสำคัญ

เนื่องจากงานเป็นผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงในกรณีที่แรงคงตัวกระทำต่อวัตถุสามารถหางานได้จากสมการ

$$W = \Sigma F \cos \theta \cdot s$$

ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดไม่คงตัว จะใช้สมการดังกล่าวข้างต้นไม่ได้ แต่จะใช้วิธีการหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ ระหว่างแรงและขนาดของการกระจัด (ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่) แทน





ผลการเรียนรู้

ด้านความรู้

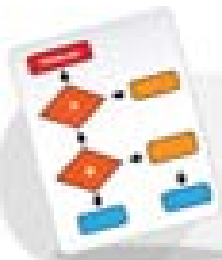
1. อธิบายวิธีการหางานจากกราฟระหว่างแรงและการกระจัด
2. หางานจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับการกระจัด

ด้านทักษะ / กระบวนการ

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการจำแนกประเภท
4. ทักษะการคำนวณ
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส, เวลากับสเปส
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

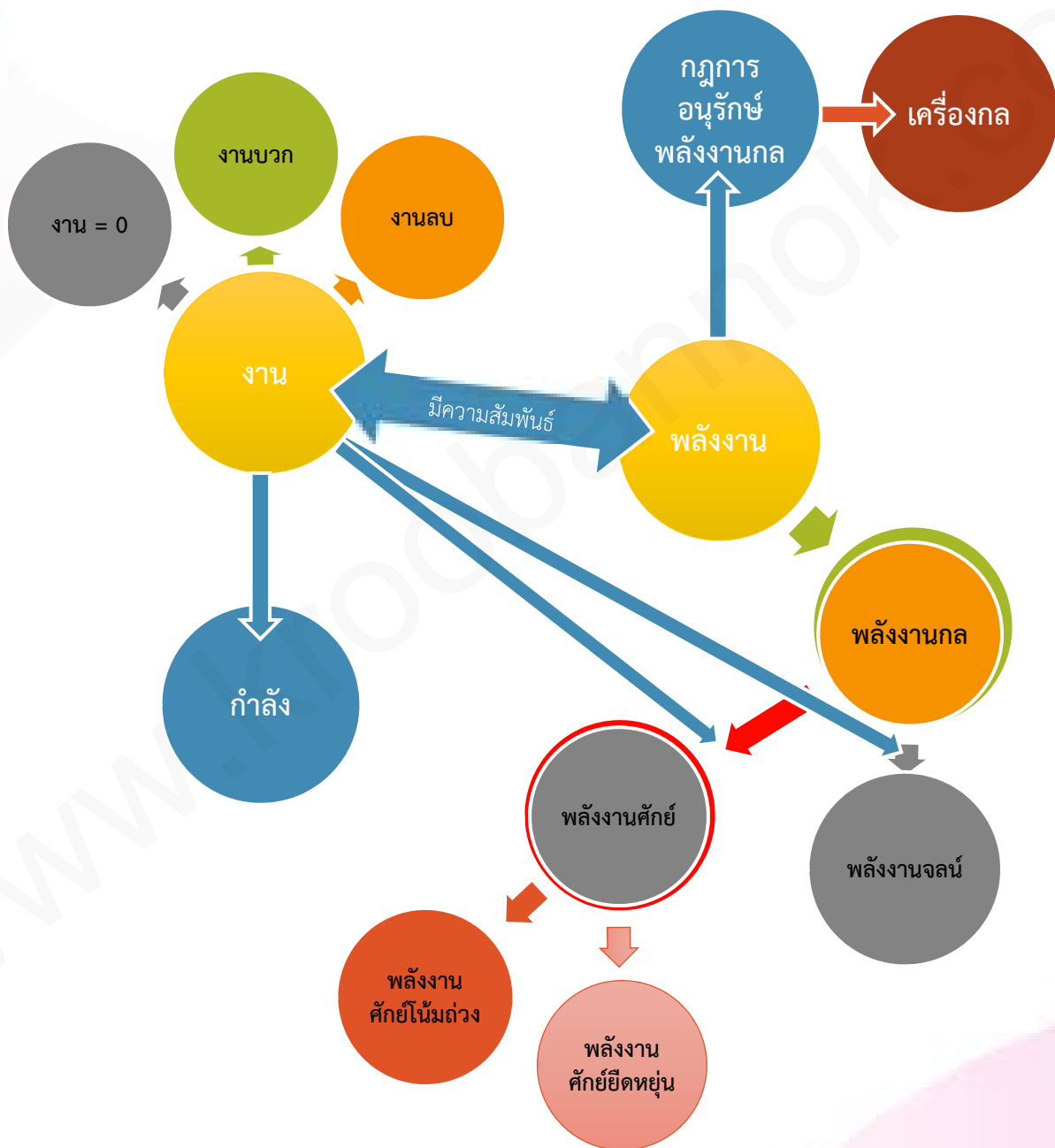
ด้านคุณลักษณะ

1. ความรับผิดชอบ
2. ความมีระเบียบวินัย
3. ทำงานอย่างเป็นระบบ



ผังมโนทัศน์

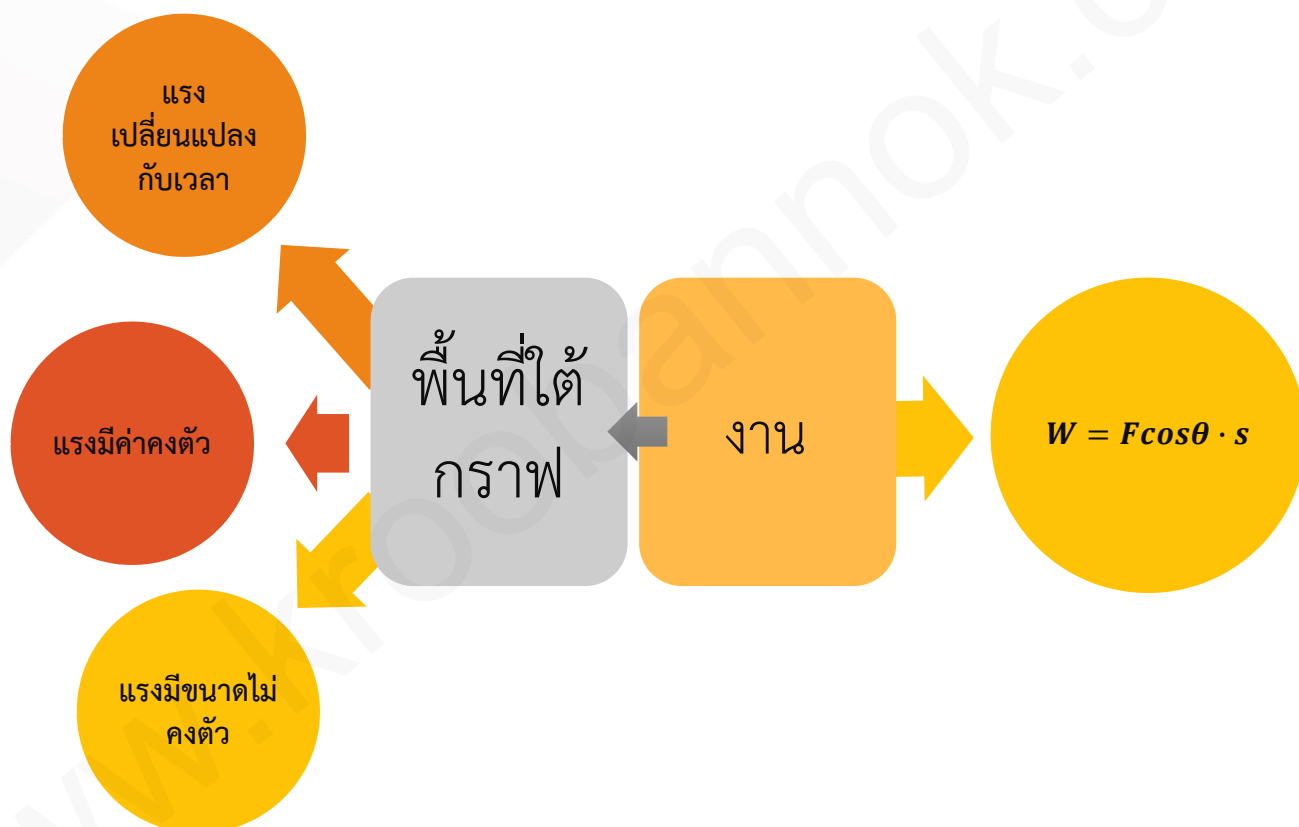
งานและพลังงาน





ผังมโนทัศน์

การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ





แบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ปริมาณใดหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟของแรงกับระยะทาง ?

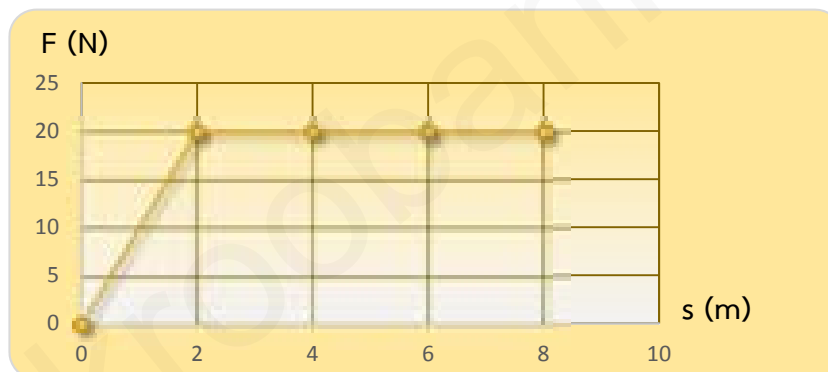
ก. งาน

ข. กำลัง

ค. พลังงานศักย์

ง. พลังงานจลน์

2. กราฟระหว่างแรง (F) กับระยะทาง (S) ของวัตถุหนึ่งเป็นดังรูป จงหางาน ?



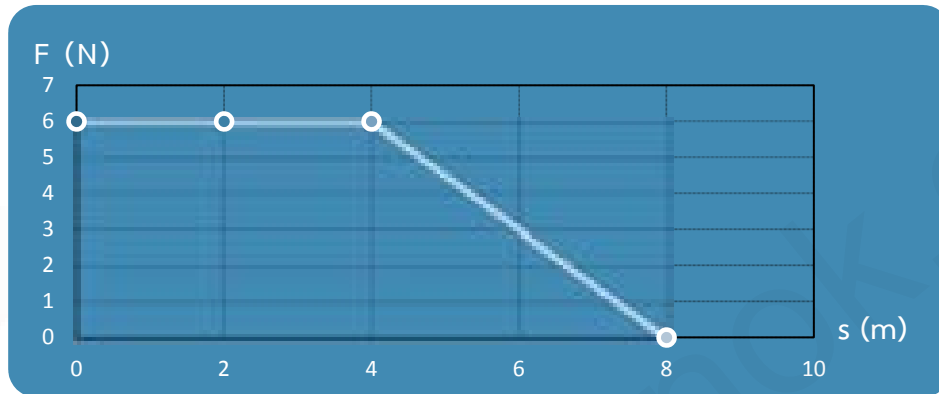
ก. 20 จูล

ข. 40 จูล

ค. 120 จูล

ง. 140 จูล

3. กราฟความสัมพันธ์ของวัตถุมวล 5 กิโลกรัมซึ่งถูกแรงกระทำ โดยขนาดของแรงกระทำเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางดังรูป จงหาขนาดของงานในหน่วยจูลที่แรงนี้กระทำ ?



- ก. 36 จูล
ค. 18 จูล

- ข. 24 จูล
ง. 12 จูล

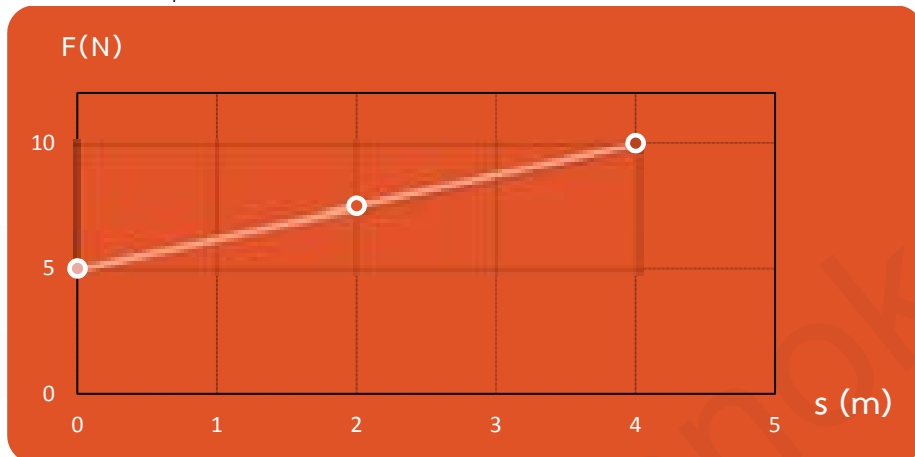
4. กราฟแสดงแรงขนาดต่าง ๆ ที่กระทำบนมวล 2.0 กิโลกรัม ซึ่งเดิมหยุดนิ่ง จงหางานในการเคลื่อนที่ของมวลเป็นระยะทาง 3.0 เมตร



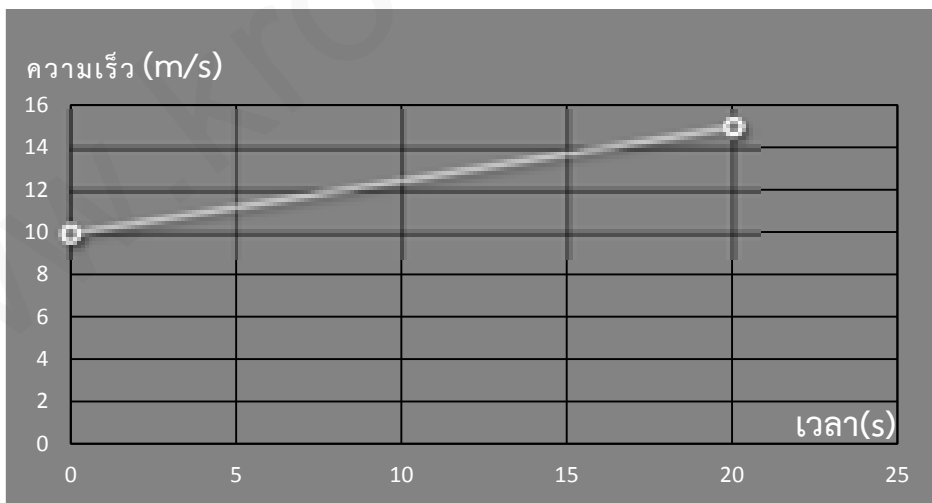
- ก. 70 จูล
ค. 90 จูล

- ข. 80 จูล
ง. 100 จูล

5. กราฟระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ไปบนพื้นราบลื่นของวัตถุดังรูป จงหางานที่กระทำโดยแรงที่เคลื่อนที่วัตถุไปตามทางเป็นระยะเท่ากับ 4.0 เมตร



6. แรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุมวล 100 กิโลกรัม ทำให้มวลเคลื่อนที่มีความเร็วสัมพันธ์กับเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่แสดงได้จากกราฟ จงหางานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อสิ้นเวลา 20 วินาที ?



- | | |
|--------------|--------------|
| ก. 6,250 จูล | ข. 5,000 จูล |
| ค. 2,525 จูล | ง. 1,250 จูล |

7. แรง F กระทำกับวัตถุแสดงโดยกราฟดังรูปงานที่เกิดขึ้นในระยะ 10 เมตรเป็นกี่จูล ?



ก. 100 จูล

ข. 150 จูล

ค. 200 จูล

ง. 250 จูล

8. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำกับวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรงงานที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 30 เมตรเป็นเท่าใด ?



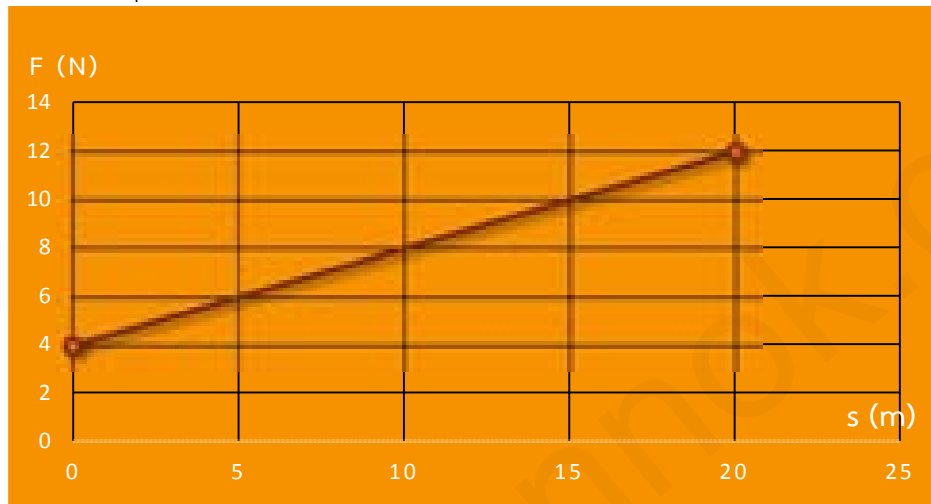
ก. 30 จูล

ข. 60 จูล

ค. 100 จูล

ง. 120 จูล

9. เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ตามแนวแรง โดยแรงที่กระทำสัมพันธ์กับการกระจัดดังกราฟ จงหางานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ 20 เมตร



- | | |
|------------|------------|
| ก. 80 จูล | ข. 160 จูล |
| ค. 240 จูล | ง. 320 จูล |

10. แรงซึ่งไม่คงที่กระทำต่อวัตถุหนึ่ง นำค่าแรงในแนวนอนกับการกระจัดมาเขียนความสัมพันธ์กับการกระจัดดังกราฟ จงหางานลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 30 เมตร



- | | |
|------------|------------|
| ก. 150 จูล | ข. 200 จูล |
| ค. 250 จูล | ง. 300 จูล |



เคล็ดลับแบบทดสอบก่อนเรียน

1

ก.

2

ง.

3

ก.

4

ป.

5

ง.

6

ก.

7

ป.

8

ค.

9

ป.

10

ก.



คำถามชวนคิด



พื้นที่ใต้กราฟ

มีลักษณะอย่างไร ?

สูตรการหาพื้นที่ใต้กราฟ

มีอะไรบ้าง ?

พื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์

ระหว่างแรงกระทำ F กับการกระจัด s

มีค่าเท่ากับอะไร?





แนวคำตอบ

คำถามชวนคิด

Q

พื้นที่ใต้กราฟมีลักษณะอย่างไร

มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิต ได้แก่

1. รูปสี่เหลี่ยม
2. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
3. รูปสามเหลี่ยม

A.

Q

สูตรการหาพื้นที่ใต้กราฟมีอะไรบ้าง

- | | | |
|------------------------|---------|--|
| 1. รูปสี่เหลี่ยม | ใช้สูตร | กว้าง \times ยาว |
| 2. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู | ใช้สูตร | $\frac{1}{2} \times (\text{ผลบวกด้านคู่ขนาน}) \times \text{สูง}$ |
| 3. รูปสามเหลี่ยม | ใช้สูตร | $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$ |

A.

Q.

พื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำ F กับการกระจัด s มีค่าเท่ากับอะไร



งานเนื่องจากแรงกระทำ F ในแนวเดียวกับการกระจัด s

A.



ตอนที่ 1

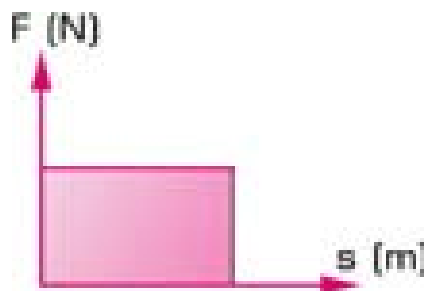
ความสัมพันธ์ของงานกับพื้นที่ใต้กราฟ

ผลการเรียนรู้ : อธิบายวิธีการหางานจากกราฟระหว่างแรงและการกระจัด

กราฟ (Graph) คือ รูปที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ สองปริมาณหรือเรียกว่า ตัวแปรสองตัว กราฟที่จะศึกษาในกิจกรรมนี้เป็นกราฟในระบบพิกัด โดยมีแกน X เป็นแกนนอน และแกน Y เป็นแกนตั้ง และให้ค่าบนแกน X เป็นค่าของตัวแปรที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เรียกว่า ตัวแปรอิสระ สำหรับค่าบนแกน Y กำหนดให้เป็นค่าของตัวแปรที่คาดว่าจะแปรตามตัวแปรอิสระ เรียกว่า ตัวแปรตาม ซึ่งค่าตัวแปรตามนี้จะได้จากการใช้เครื่องมือวัดค่าของ X เรียกว่า Abscissa ส่วนค่าของ Y เรียกว่า Ordinate สำหรับค่า X และ Y ที่เหมาะสมกันเป็นคู่ เรียกว่า Co-ordinate จุดต่าง ๆ ที่พล็อตลงในกราฟจึงเรียกว่า Co-ordinate โดยเมื่อพิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ ซึ่งเป็นพื้นที่ระหว่างเส้นกราฟกับแกนนอน หรือแกน X ภายในช่วงของค่า X ช่วงหนึ่งพบว่า

พื้นที่ใต้กราฟ = ค่าตัวแปรอิสระ \times ค่าตัวแปรตาม

งานเป็นผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง $W = F \cdot s$ ดังนั้นงาน (w) จะขึ้นอยู่กับแรง (F) และขนาดของการกระจัด (s) เมื่อนำค่าของแรง (F) และขนาดของการกระจัด (s) มาพล็อตลงในกราฟจะได้แรง (F) และขนาดของการกระจัด (s) เป็น Co-Ordinate กัน



รูปที่ 1 กราฟแสดง Co-Ordinate กรณีแรงกระทำคงตัว

ดังนั้น จากความหมายของกราฟและงานที่กล่าวในข้างต้น สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\text{พื้นที่ใต้กราฟ} = \text{ค่าตัวแปรอิสระ} \times \text{ค่าตัวแปรตาม}$$

$$\text{พื้นที่ใต้กราฟ} = s \times F$$

จากสมการ $W = F \cdot s$

เพราะฉะนั้น $W = \text{พื้นที่ใต้กราฟ } F \text{ และ } s$



ตอนที่ 2 การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ กรณีแรงกระทำมีค่าคงตัว

ผลการเรียนรู้ : หาหาจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงและการกระจัด

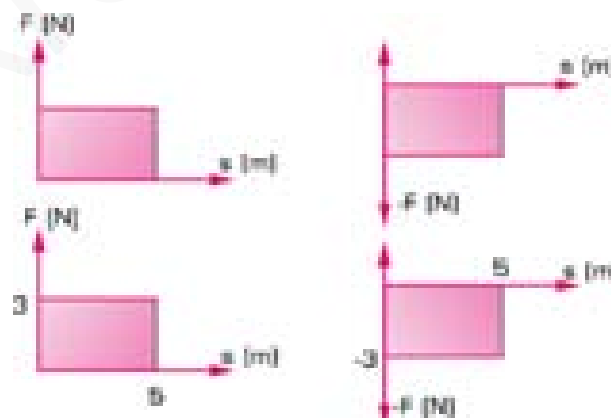


รูปที่ 2 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยแรงคงตัว

(ที่มา : นายธีระพล ร่มสุข ดัดแปลงจากฟิสิกส์ เล่ม 2 ม.4-6)

พิจารณาตัวอย่างการเคลื่อนที่ของวัตถุในรูปที่ 2 จากรูป กำหนดให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวามือตามทิศของการกระจัด \vec{s} ซึ่งเป็นทิศบวก โดยมีแรงคงตัว \vec{F} กระทำต่อวัตถุดังรูปที่ 2 (ก) และแรงคงตัว \vec{F} กระทำต่อวัตถุในทิศทำมุม θ ดังรูปที่ 2 (ข) กับการกระจัด \vec{s} และมีแรงเสียดทาน \vec{f} กระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ ส่วนน้ำหนัก $m\vec{g}$ และแรงปฏิกิริยาในทิศตั้งฉาก \vec{N} จะไม่พิจารณา เนื่องจากงานของแรงทั้งสองเท่ากับศูนย์

ดังนั้น เมื่อนำค่าของแรงกระทำ \vec{F} , แรงเสียดทาน \vec{f} และการกระจัด \vec{s} มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์จะได้ว่า



$$W_F = (3) \times (5)$$

$$W_F = 15 \text{ J}$$

(ก)

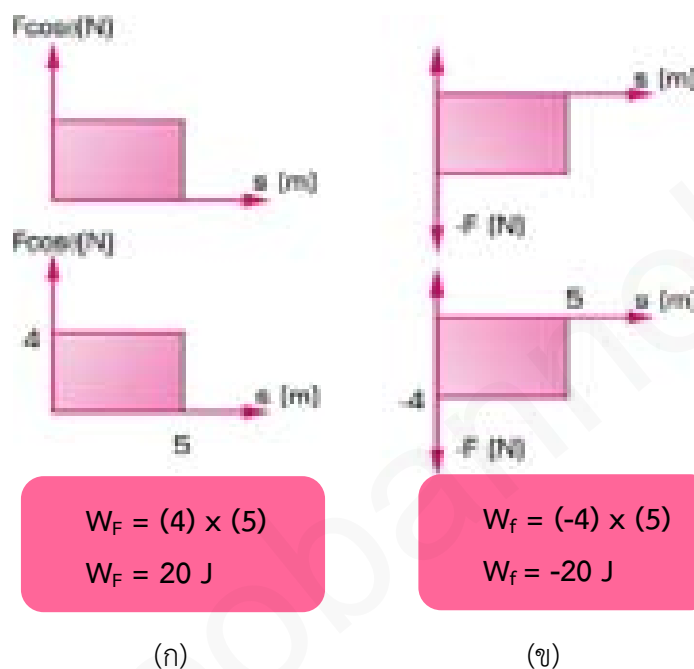
$$W_f = (-3) \times (5)$$

$$W_f = -15 \text{ J}$$

(ข)

รูปที่ 3 งานจากแรง \vec{F} และแรงเสียดทาน \vec{f} ในรูปที่ 2 (ก)

ในทำนองเดียวกัน เมื่อนำค่าของแรงกระทำ \vec{F} จากรูปที่ 2 (ข) ซึ่งก็คือ $F \cos \theta$ เมื่อพิจารณาในแนวเดียวกับการกระจัด \vec{s} และแรงเสียดทาน \vec{f} พร้อมทั้งการกระจัด \vec{s} มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ จะได้ว่า



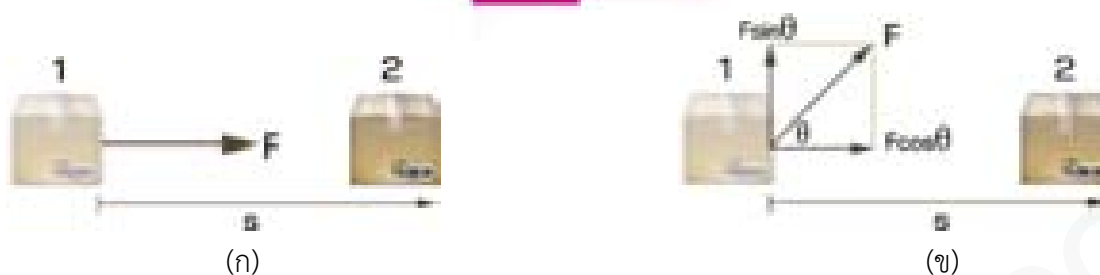
รูปที่ 4 งานจากแรง \vec{F} และแรงเสียดทาน \vec{f} ในรูปที่ 2 (ข)

จากที่กล่าวมาจึงสรุปการหางานจากพื้นที่ใต้กราฟได้ว่า

งานจากแรงที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวเดียวกับการกระจัด ($F \cos \theta$) กับ การกระจัด (s)

หรือ

$$W = \text{พื้นที่ใต้กราฟระหว่าง } F \cos \theta \text{ กับ } s$$



รูปที่ 5 การเคลื่อนที่ด้วยแรงกระทำในแนวเดียวกับการกระจัด และการเคลื่อนที่ด้วยแรงกระทำในทิศทำมุม θ กับการกระจัด

จากรูป (ก) แรงกระทำ \vec{F} ทำมุม $\theta = 0^\circ$ กับแนวการกระจัด \vec{s}

จะได้ว่า $F \cos \theta = F \cos 0^\circ$

$$F \cos \theta = F(1)$$

$$F \cos \theta = F$$

จึงสรุปได้ว่า แรงกระทำ \vec{F} ในรูป (ก) และแรงองค์ประกอบ $F \cos \theta$ ในรูปที่ 2 (ข) เป็นแรงในแนวการกระจัด \vec{s} เหมือนกัน

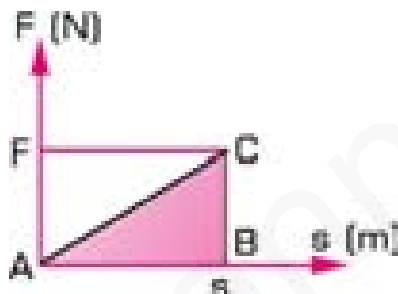


ตอนที่ 3 การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ

กรณีแรงกระทำเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ

ผลการเรียนรู้ : หาหาจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับการกระจัด

ในบางครั้งแรงที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดไม่คงตัว เช่น แรงที่ใช้ดึงสปริงให้ยืดออก ในตอนแรกขนาดของแรงมีค่าเป็นศูนย์ แล้วมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อสปริงถูกดึงให้ยืดออกมากขึ้น ในช่วงที่แรงมีค่ามากเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับขนาดของการกระจัดในแนวการเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แรงมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างคงตัว

จากกราฟ ถ้าแรงมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างคงตัวจาก 0 ถึง F เคลื่อนที่โดยมีการกระจัด s จะพิจารณาแรงที่ใช้เป็นแรงเฉลี่ย ดังนั้น

งานที่ทำได้ = แรงเฉลี่ย \times การกระจัด

$$= \left(\frac{0+F}{2} \right) (s)$$

$$= \frac{Fs}{2}$$

$$= \frac{1}{2} (F)(s)$$

เมื่อพิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ จะได้รูปสามเหลี่ยม ABC ขึ้น ซึ่งหาพื้นที่ใต้กราฟได้ดังนี้

$$\text{พื้นที่สามเหลี่ยม ABC} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$= \frac{1}{2} \times \overline{AB} \times \overline{BC}$$

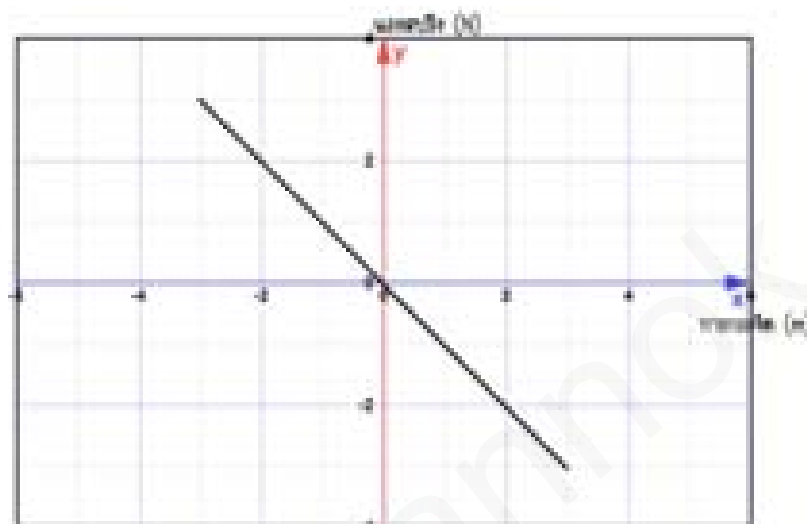
$$= \frac{1}{2} (s) (F)$$

$$= \frac{1}{2} (F) (s)$$

ดังนั้น จะเห็นได้ว่างานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABC จึงสรุปได้ว่า

งานของแรงกระทำที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ สามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟ

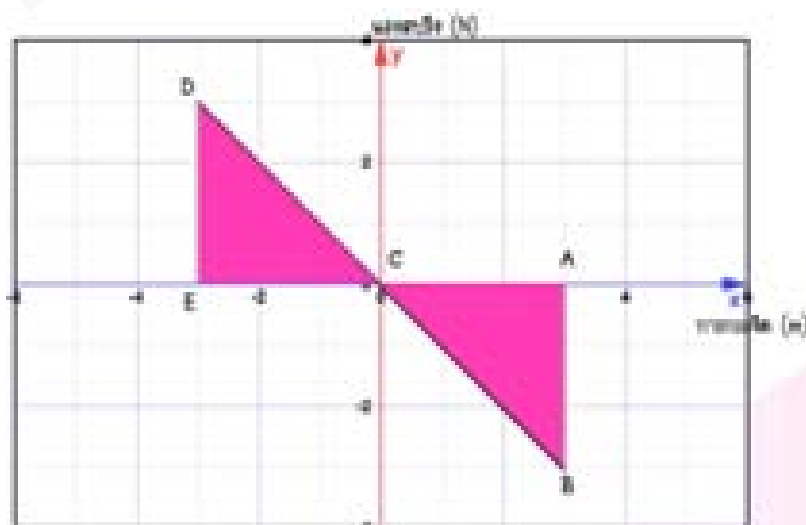
ตัวอย่าง แรงสปริงกระทำต่อมวลก้อนหนึ่งแสดงดังกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงสปริงกับการกระจัดของมวลจากตำแหน่งสมดุล ดังรูป



จงคำนวณหา

- งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก 0 ถึง 0.3 เมตร
- งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก -0.3 ถึง 0.3 เมตร

แนวคิด จากกราฟจะเห็นว่าแรงที่สปริงกระทำกับมวลเป็นแรงไม่คงตัวและแรงมีทิศทางตรงข้ามกับการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลเสมอ เราสามารถหางานเนื่องจากแรงสปริงนี้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงสปริงกับการกระจัดของมวล ดังรูป



วิธีทำ

ก. งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก 0 ถึง 0.3 เมตรเท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยม ABC

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่สามเหลี่ยม ABC} &= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= \frac{1}{2} (0.3 \text{ m} - 0 \text{ m})(-3.0 \text{ N}) \\ &= -0.45 \text{ J}\end{aligned}$$

ตอบ งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก 0 ถึง 0.3 เมตรเท่ากับ -0.45 จูล

ข. งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก -0.3 ถึง 0 เมตรเท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยม CDE

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่สามเหลี่ยม CDE} &= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= \frac{1}{2} [0 \text{ m} - (-0.3 \text{ m})](3.0 \text{ N}) \\ &= +0.45 \text{ J}\end{aligned}$$

ดังนั้น งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก -0.3 ถึง 0.3 เมตร

$$= (+0.45 \text{ J}) + (-0.45 \text{ J}) = 0 \text{ J}$$

ตอบ งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก -0.3 ถึง 0.3 เมตรเท่ากับ 0 จูล



ข้อสังเกต

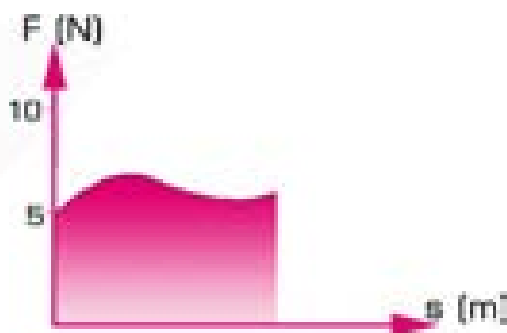
งานจากพื้นที่ใต้กราฟมีทั้งงานที่เป็นจำนวนบวก (+w) และงานที่เป็นจำนวนลบ (-w)



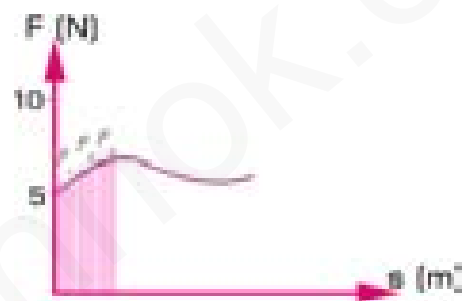
ตอนที่ 4 การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ

กรณีแรงกระทำมีขนาดไม่คงตัว

ในกรณีที่ขนาดของแรงมีขนาดไม่คงตัว กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับขนาดของการกระจัดในแนวการเคลื่อนที่อาจจะเป็นดังรูป ก



ก. กราฟระหว่างแรงที่มีขนาดไม่คงตัวกับการกระจัด



ข. การแบ่งพื้นที่ใต้กราฟเป็นแถบเล็ก ๆ

ในการหางานจากพื้นที่ใต้กราฟของแรงกับขนาดของการกระจัดในแนวการเคลื่อนที่ ทำได้โดยวิธีแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็นแถบเล็ก ๆ จำนวน n แถบ ปริมาณงานทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับผลบวกของพื้นที่แถบเล็ก ๆ เหล่านั้น ถ้าแบ่งเป็นแถบได้เล็กมากเท่าใดงานที่หาได้จากกราฟโดยวิธีนี้ก็จะยิ่งถูกต้องมากขึ้นดังรูป ข

งานทั้งหมดหาได้จาก

$$W = F_1 \Delta s_1 + F_2 \Delta s_2 + F_3 \Delta s_3 + \dots + F_n \Delta s_n$$

ถ้าเราแบ่งให้แถบพื้นที่เล็ก ๆ นั้นมีความกว้างเท่ากันเท่ากับ Δs จะได้

$$\Delta s_1 = \Delta s_2 = \Delta s_3 = \dots = \Delta s_n \quad \text{โดย } \Delta s = \frac{s}{n}$$

ดังนั้นจะได้

$$W = (F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) \Delta s$$

$$= (F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) \frac{s}{n}$$

$$= \frac{(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n)}{n} s$$

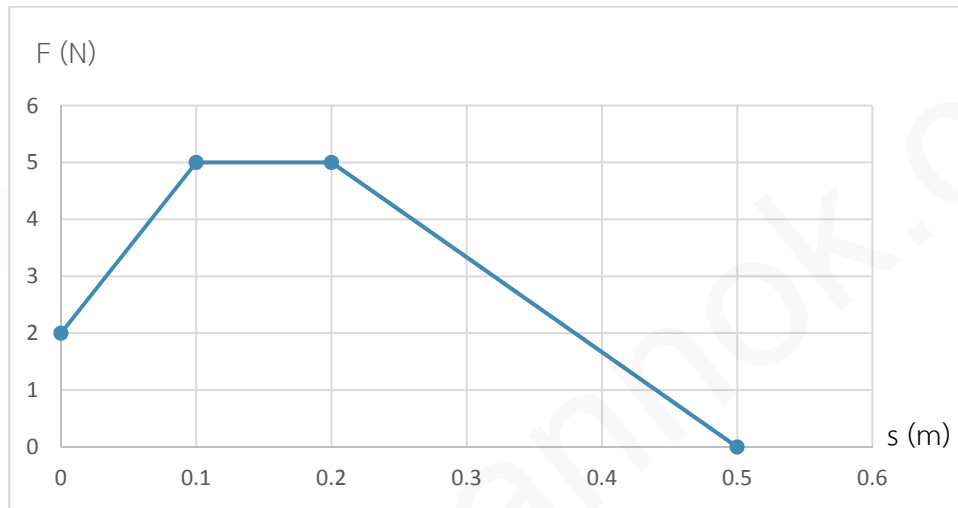
นั่นคือ

งานทั้งหมด = แรงเฉลี่ย \times การกระจัด

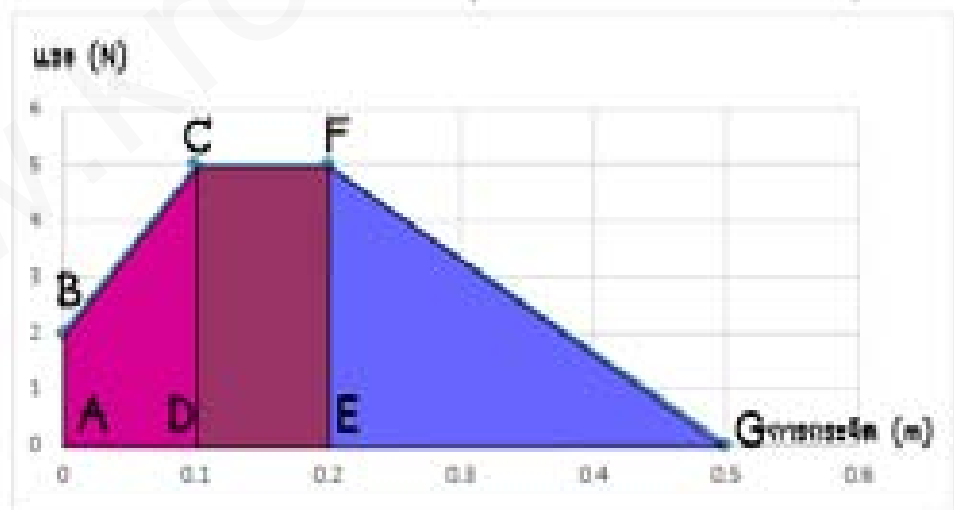
หรือ

งานทั้งหมด = ผลบวกของงานย่อย

ตัวอย่าง กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อมวลก้อนหนึ่งกับการกระจัดแสดงดังรูป โดยแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน งานทั้งหมดของแรงนี้เป็นเท่าใด



แนวคิด เนื่องจากแรงที่กระทำต่อมวลเป็นแรงไม่คงตัวเราสามารถหางานของแรงนี้ได้โดยการหาพื้นที่ใต้กราฟโดยการแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วหาผลรวมของพื้นที่ส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ดังรูป



วิธีทำ พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู $ABCE = \frac{1}{2} \times \text{ผลบวกด้านคู่ขนาน} \times \text{สูง}$
 $= \frac{1}{2} (2 \text{ N} + 5 \text{ N}) (0.1 \text{ m})$
 $= 0.35 \text{ J}$

พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า $CDEF = \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$
 $= (0.1 \text{ m})(5 \text{ N})$
 $= 0.5 \text{ J}$

พื้นที่สามเหลี่ยม $EFG = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$
 $= \frac{1}{2} (0.3 \text{ m})(5 \text{ N})$
 $= 0.75 \text{ J}$

เนื่องจากแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน ดังนั้นงานเนื่องจากแรงนี้จึงมีค่าเป็นบวก

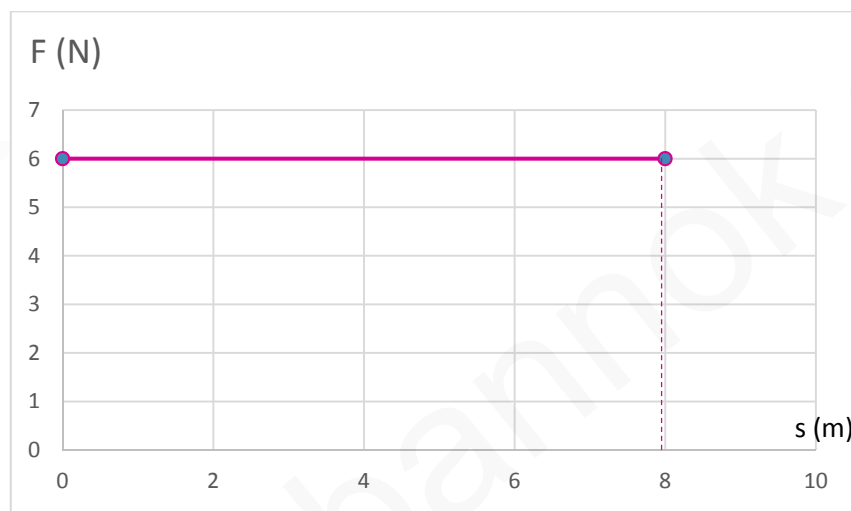
งานทั้งหมด = ผลรวมของพื้นที่ใต้กราฟส่วนย่อย
 $= 0.35 \text{ J} + 0.5 \text{ J} + 0.75 \text{ J}$

ตอบ งานทั้งหมดของแรงนี้เท่ากับ 1.6 จูล



ตัวอย่างการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน

ตัวอย่างที่ 1 ในการออกแรงผลักวัตถุหนึ่งได้กราฟ ดังรูป จงหาพื้นที่ทำได้ (48 J)



กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่ต้องหาคืออะไร

ตอบ งานที่ได้

- สิ่งที่ต้องกำหนดให้คืออะไร

ตอบ กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนอย่างไร

ตอบ 1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ S

2. พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟเป็นรูปสี่เหลี่ยม

3. เลือกสูตรที่ใช้คำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟ คือ $W = \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$

4. แทนค่าตัวแปรในสูตร

5. คำนวณหาคำตอบ

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

ตอบ

1. ไม่ได้ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟผิด
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟผิด
4. แทนค่าตัวแปรผิด
5. คำนวณหาคำตอบผิด

4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

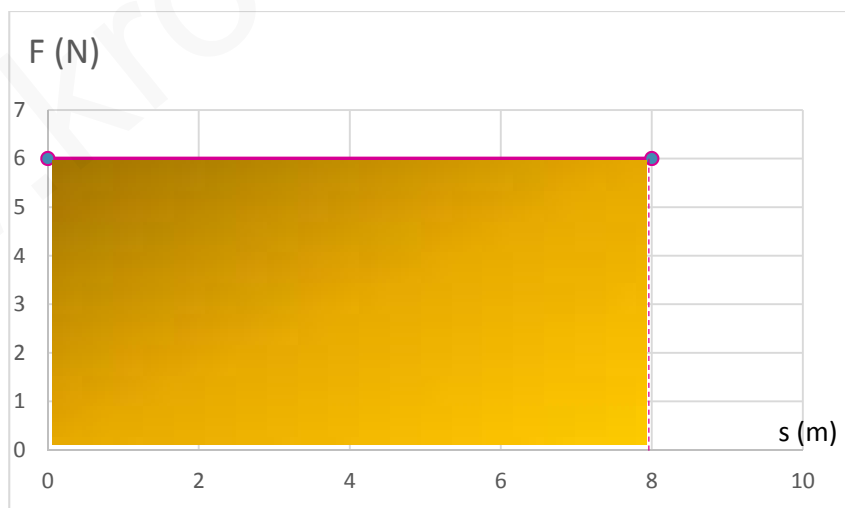
- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟให้ถูกต้อง
3. ตรวจสอบตัวแปรและอ่านค่าของตัวแปรจากกราฟให้ดีกว่าก่อนแทนค่า
4. แทนค่าตัวแปรให้ถูกต้อง
5. คำนวณหาคำตอบซ้ำหลาย ๆ รอบ

5. ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

ตอบ



พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 1 ส่วน คือรูปสี่เหลี่ยม

จากสมการ

$$W = \text{พื้นที่ใต้กราฟ}$$

$$W = \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$$

$$W = F \cdot S$$

$$W = (6 \text{ N})(8 \text{ m})$$

$$W = 48 \text{ J}$$

ดังนั้น งานที่ทำได้ เท่ากับ 48 จูล

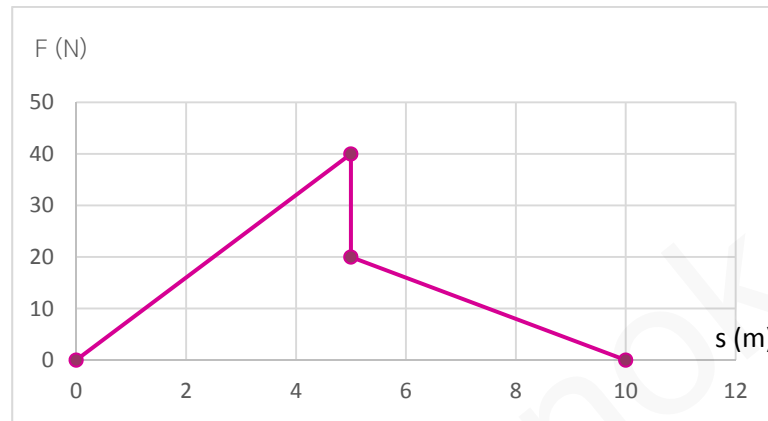
กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

1. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา
 - เป้าหมายของปัญหาคืออะไร
ตอบ คำนวณหาพื้นที่ทำได้
2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง
 - ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่
ตอบ มีการดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย
 - สิ่งที่ต้องพิจารณาให้หาคืออะไร
ตอบ คำนวณหาพื้นที่ทำได้
2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ
 - คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่
ตอบ ตรงกับครูเฉลยให้
3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้
ตอบ ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ครบถ้วนและถูกต้อง

ตัวอย่างที่ 2 แรง F กระทำต่อวัตถุโดยแรงเปลี่ยนแปลงตามการกระจัด ดังรูป จงคำนวณหางานในหน่วยจูลที่เกิดขึ้นในระยะทาง 10 เมตร (150 J)



กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร

ตอบ คำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟในระหว่าง 10 เมตร

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

ตอบ กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนทำอย่างไร

ตอบ 1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s

2. พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ

3. แบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็นรูปสามเหลี่ยม 2 รูป

4. เลือกใช้สูตรคำนวณหาพื้นที่ คือ $W = W_1 + W_2$

เมื่อ W_1 คือพื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยม รูปที่ 1

W_2 คือพื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยม รูปที่ 2

5. แทนค่าตัวแปรในสูตร

6. คำนวณหาคำตอบ

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

ตอบ

1. แทนค่าตัวแปรผิด
2. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟผิด
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟผิด
4. แทนค่าตัวแปรผิด
5. คำนวณหาคำตอบผิด

4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

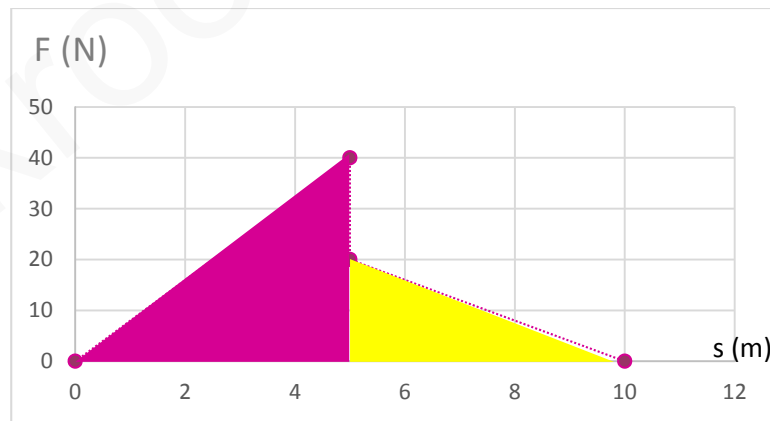
- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟ ให้เป็นรูปร่างคณิตที่ถูกต้อง
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟให้ถูกต้อง
4. ตรวจสอบค่าตัวแปรและค่าของตัวแปรให้ดีกว่าก่อนแทนค่า
5. คำนวณหาคำตอบหลายๆรอบ

5. ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

ตอบ



พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็นรูปสามเหลี่ยม 2 รูป

$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ} \quad W &= W_1 + W_2 \\
 W &= \left[\left(\frac{1}{2}\right)(5 \text{ m})(40 \text{ N})\right] + \left[\left(\frac{1}{2}\right)(5 \text{ m})(20 \text{ N})\right] \\
 W &= (100 \text{ J}) + (50 \text{ J}) \\
 W &= 150 \text{ J}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นงานที่เกิดขึ้นในระยะทาง 10 เมตร เท่ากับ 150 จูล

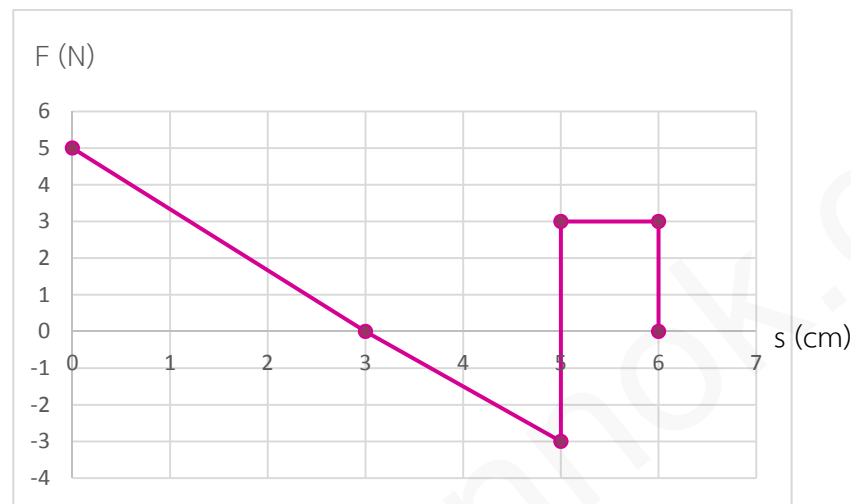
กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

1. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา
 - เป้าหมายของปัญหาคืออะไร
ตอบ คำนวณหาพื้นที่ที่เกิดขึ้นในระยะทาง 10 เมตร
2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง
 - ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่
ตอบ มีการดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย
 - สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร
ตอบ คำนวณหาพื้นที่ที่เกิดขึ้นในระยะทาง 10 เมตร
2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ
 - คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่
ตอบ ตรงกับที่ครูเฉลยไว้
3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้
ตอบ ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ครบถ้วนและถูกต้อง

ตัวอย่างที่ 3 จากรูปแสดงกราฟระหว่างแรงกับการกระจัดของวัตถุ จงคำนวณหางานทั้งหมดในช่วงระยะทางจาก 0 ถึง 6 cm. (0.075 J)



กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่ต้องหาคืออะไร

ตอบ คำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟในช่วงระยะทางจาก 0 ถึง 6 cm.

- สิ่งที่ต้องกำหนดให้คืออะไร

ตอบ กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนทำอย่างไร

ตอบ 1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s

2. ตรวจสอบหน่วยของ F ว่าเป็นนิวตัน (N) และ s ว่าเป็นเมตร (m) หรือไม่

3. พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ

4. แบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- รูปสามเหลี่ยม 2 รูป
- รูปสี่เหลี่ยม 1 รูป

5. เลือกใช้สูตรคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟ $W = W_1 + W_2 + W_3$

เมื่อ W_1 คือ พื้นที่ใต้กราฟ รูปสามเหลี่ยมรูปที่ 1

W_2 คือ พื้นที่ใต้กราฟ รูปสามเหลี่ยมรูปที่ 2

W_3 คือ พื้นที่ใต้กราฟ รูปสามเหลี่ยมรูปที่ 3

6. แทนค่าตัวแปรในสูตร

7. คำนวณหาคำตอบ

3. คาคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

ตอบ

1. แทนค่าตัวแปรผิด
2. ไม่ได้ตรวจสอบหน่วยของ F และ s ให้ถูกต้อง
3. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟผิด
4. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟผิด
5. แทนค่าตัวแปรผิด
6. คำนวณหาคำตอบผิด

4. คาคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

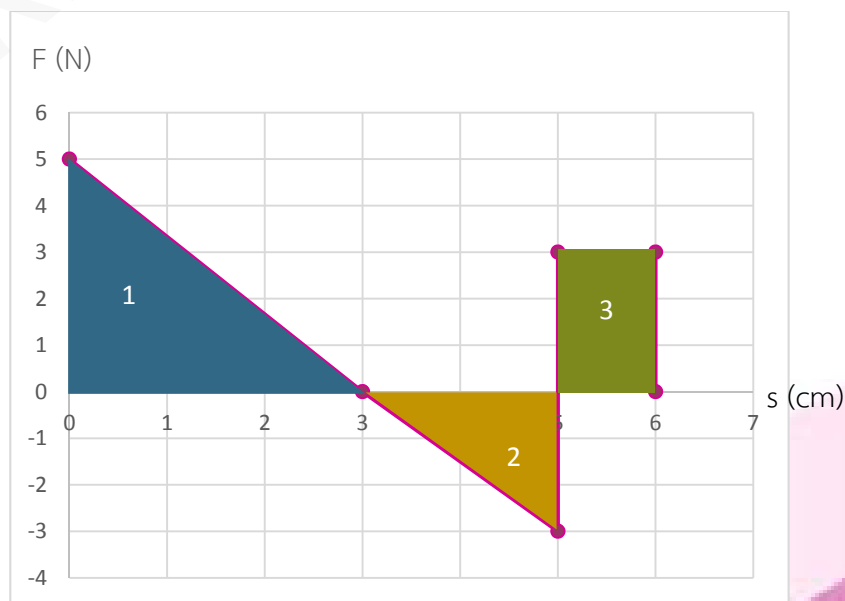
- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟ ให้เป็นรูปเรขาคณิตที่ถูกต้อง
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟให้ถูกต้อง
4. ตรวจสอบค่าตัวแปรและค่าของตัวแปรให้ดีกว่าก่อนแทนค่า
5. คำนวณหาคำตอบหลายๆรอบ

5. ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

ตอบ



พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 3 ส่วน คือ รูปสามเหลี่ยม 2 รูปและรูปสี่เหลี่ยม 1 รูป

ข้อควรระวัง พื้นที่ใต้กราฟ รูปที่ 2 จะคำนวณงานได้เป็นจำนวน ลบ

จากสมการ $W = W_1 + W_2 + W_3$

$$W = \left[\left(\frac{1}{2}\right)(3 \times 10^{-2}\text{m})(5\text{ N})\right] + \left[\left(\frac{1}{2}\right)(2 \times 10^{-2}\text{m})(-3\text{ N})\right] + [(1 \times 10^{-2}\text{m})(3\text{ N})]$$

$$W = (7.5 \times 10^{-2}\text{ J}) + (-3 \times 10^{-2}\text{ J}) + (3 \times 10^{-2}\text{ J})$$

$$W = 7.5 \times 10^{-2}\text{ J}$$

$$W = 0.075\text{ J}$$

ดังนั้น งานทั้งหมดในช่วงระยะทาง 0 ถึง 6 เซนติเมตร เท่ากับ 0.075 จูล

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

1. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา

- เป้าหมายของปัญหาคืออะไร

ตอบ คำนวณงานทั้งหมดในช่วงระยะทางจาก 0 ถึง 6 cm.

2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง

- ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่

ตอบ มีการดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร

ตอบ คำนวณงานทั้งหมดในช่วงระยะทางจาก 0 ถึง 6 cm.

2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

- คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่

ตอบ ตรงกับที่ครูเฉลยไว้

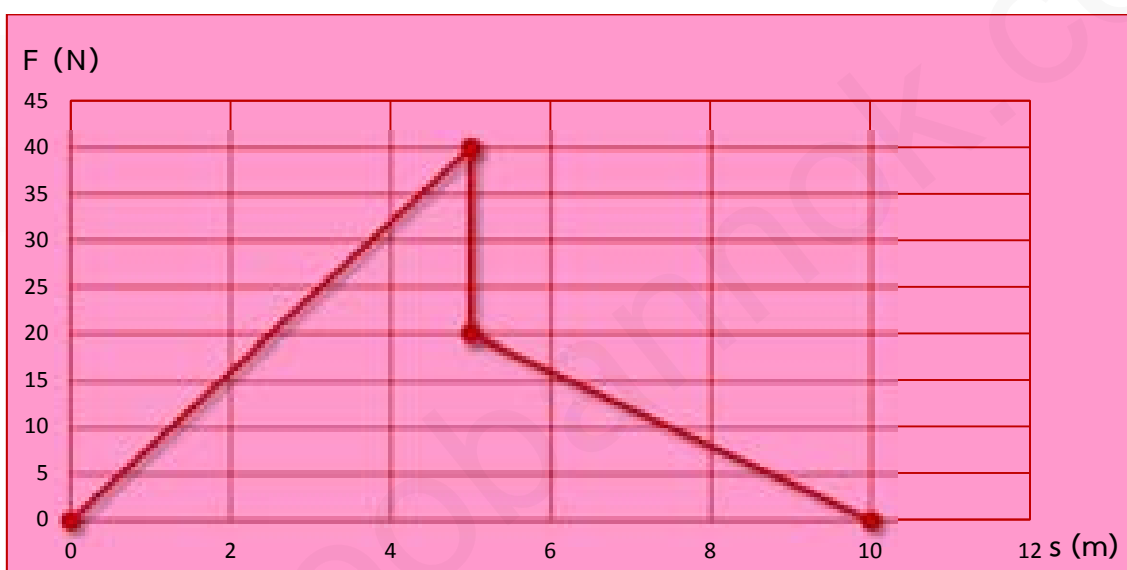
3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้

ตอบ ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ครบถ้วนและถูกต้อง



กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณากราฟที่กำหนดให้แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ หรือ ✗ หน้าข้อความที่เหมาะสมให้ถูกต้อง (10 คะแนน)



รูปประกอบกิจกรรมที่ 1

- _____ 1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
- _____ 2. ระยะทางมีหน่วยเป็นเซนติเมตร
- _____ 3. แรงกระทำเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนถึงระยะทาง 10 m.
- _____ 4. แรงกระทำลดลงอย่างสม่ำเสมอในช่วงระยะทาง 5 m ถึง 10 m
- _____ 5. สามารถหางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟ
- _____ 6. ไม่สามารถหางานได้เนื่องจากพื้นที่ใต้กราฟไม่เป็นรูปเรขาคณิต
- _____ 7. พื้นที่ใต้กราฟแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมได้ 2 รูป
- _____ 8. ไม่มีแรงกระทำที่ระยะทาง 5 m.
- _____ 9. งานตอนแรกเป็นจำนวนบวก (+W) และงานตอนหลังเป็นจำนวนลบ (-W)
- _____ 10. งานจากพื้นที่ใต้กราฟที่ระยะทาง 10 m. เท่ากับ 150 J

เกณฑ์การให้คะแนนอยู่หน้า 75 เกณฑ์การผ่าน 8 คะแนน



แนวคำตอบกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณากราฟที่กำหนดให้แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ หรือ ✗ หน้าข้อความที่เหมาะสมให้ถูกต้อง (10 คะแนน)



รูปประกอบกิจกรรมที่ 1

- ☒ 1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
- ☒ 2. ระยะทางมีหน่วยเป็นเซนติเมตร
- ☒ 3. แรงกระทำเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนถึงระยะทาง 10 m.
- ☒ 4. แรงกระทำลดลงอย่างสม่ำเสมอในช่วงระยะทาง 5 m ถึง 10 m
- ☒ 5. สามารถหางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟ
- ☒ 6. ไม่สามารถหางานได้เนื่องจากพื้นที่ใต้กราฟไม่เป็นรูปเรขาคณิต
- ☒ 7. พื้นที่ใต้กราฟแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมได้ 2 รูป
- ☒ 8. ไม่มีแรงกระทำที่ระยะทาง 5 m.
- ☒ 9. งานตอนแรกเป็นจำนวนบวก (+W) และงานตอนหลังเป็นจำนวนลบ (-W)
- ☒ 10. งานจากพื้นที่ใต้กราฟที่ระยะทาง 10 m. เท่ากับ 150 J

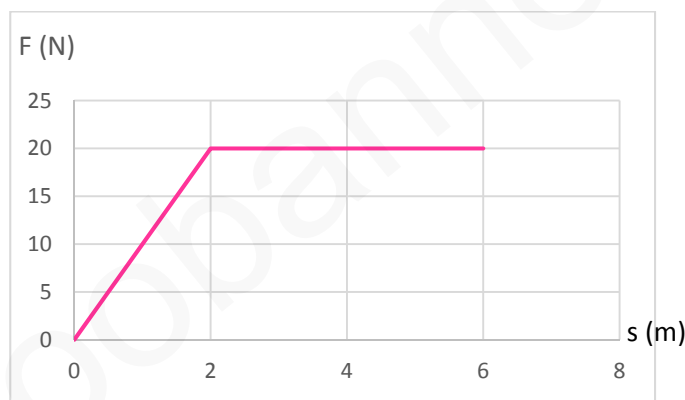


กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบปัญหาต่อไปนี้ลงในแบบบันทึกการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามกลวิธีเมตาคอกนิกชันให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 15 คะแนน จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน)

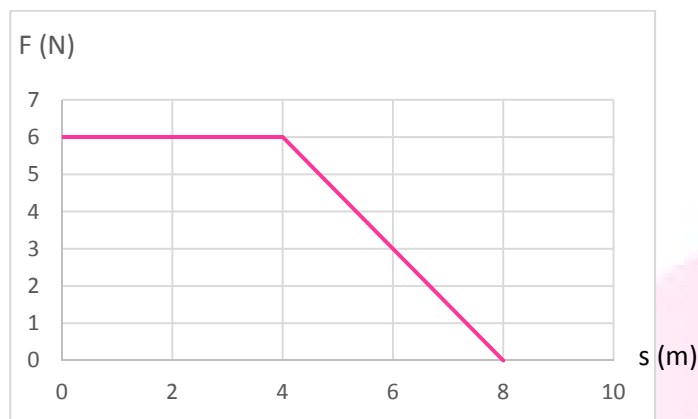
Question

1. กราฟระหว่างแรง (F) กับระยะทาง (S) ของวัตถุหนึ่งเป็นดังรูป จงหางานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 เมตร?



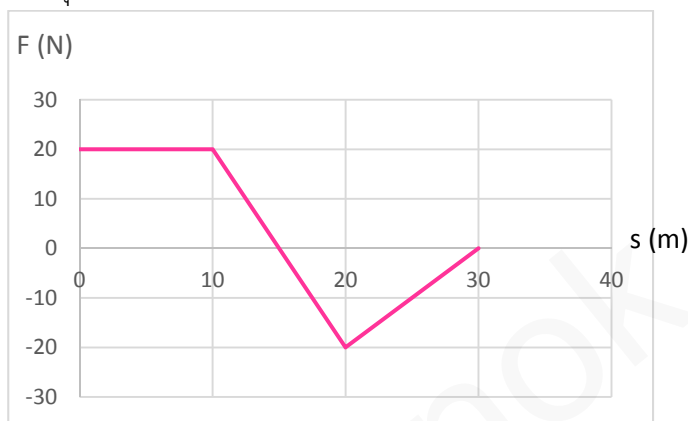
รูปประกอบปัญหาข้อที่ 1

2. กราฟความสัมพันธ์ของวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ซึ่งถูกแรงกระทำในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยขนาดของแรงกระทำเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางดังรูป จงหาขนาดของงานในหน่วยจูลที่แรงนี้กระทำ ?



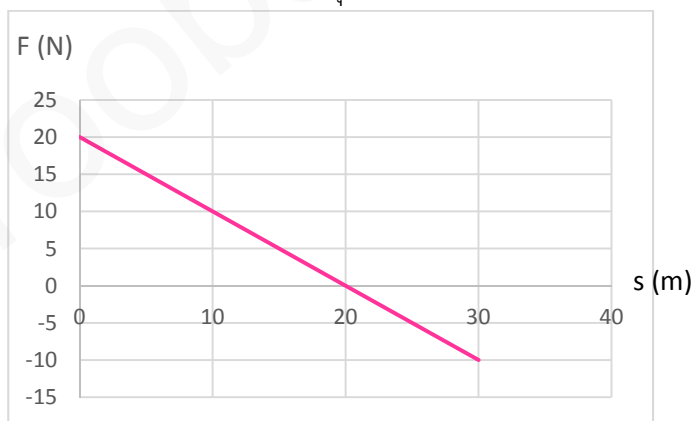
รูปประกอบปัญหาข้อที่ 2

3. จากกราฟดังรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรง งานที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตรเป็นเท่าใด?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 3

4. แรงซึ่งไม่คงที่กระทำต่อวัตถุหนึ่ง นำค่าแรงในแนวนอนกับการกระทำมาเขียนความสัมพันธ์กับการกระจัดได้ดังกราฟ จงหางานลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตร?

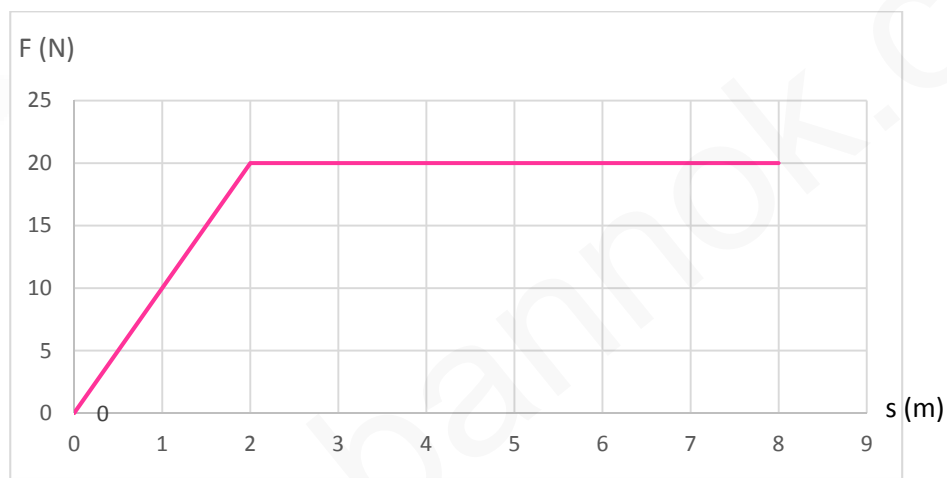


รูปประกอบปัญหาข้อที่ 4

เกณฑ์การให้คะแนนอยู่หน้า 76 เกณฑ์การผ่าน 48 คะแนน

แบบบันทึกการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์

Question 1 กราฟระหว่างแรง (F) กับระยะทาง (S) ของวัตถุหนึ่งเป็นดังรูป จงหางานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 เมตร?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 1

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่เกี่ยวข้องต้องการคืออะไร

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้คืออะไร

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนทำอย่างไร

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

5. ประเมินคำตอบของโจทย์ปัญหา

(เมื่อตอบข้อที่ 5 ในขั้นที่ 1 เรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจคำตอบเบื้องต้นที่หน้า 53 ก่อน จึงตอบคำถามในขั้นถัดไป)

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

1. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา

- เป้าหมายของปัญหาคืออะไร

2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง

- ดำเนินการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร

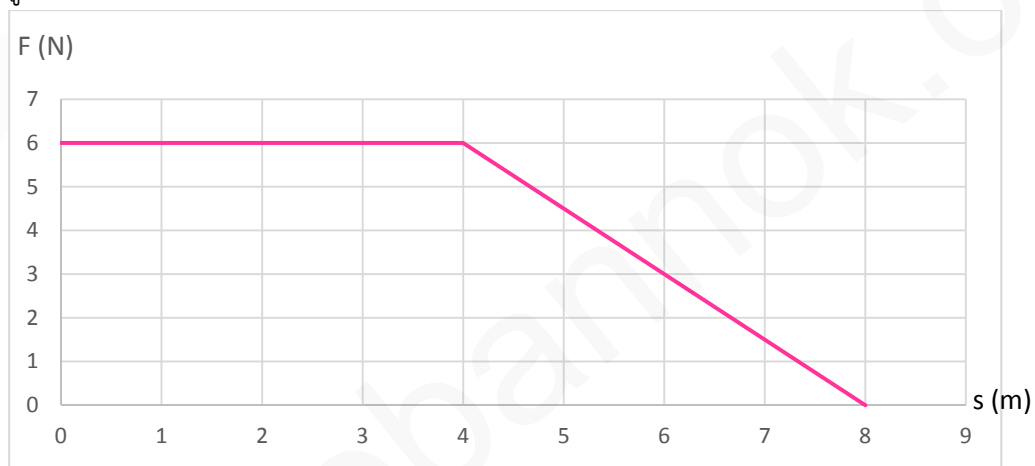
2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

- คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่

3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้

แบบบันทึกการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์

Question 2 กราฟความสัมพันธ์ของวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ซึ่งถูกแรงกระทำในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยขนาดของแรงกระทำเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางดังรูป จงหาขนาดของงานในหน่วยจูลที่แรงนี้กระทำ ?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 2

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการคืออะไร

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้คืออะไร

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนทำอย่างไร

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

5. ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

(เมื่อตอบข้อที่ 5 ในขั้นที่ 1 เรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจคำตอบเบื้องต้นที่หน้า 53 ก่อน จึงตอบคำถามในขั้นถัดไป)

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

1. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา

- เป้าหมายของปัญหาคืออะไร

2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง

- ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร

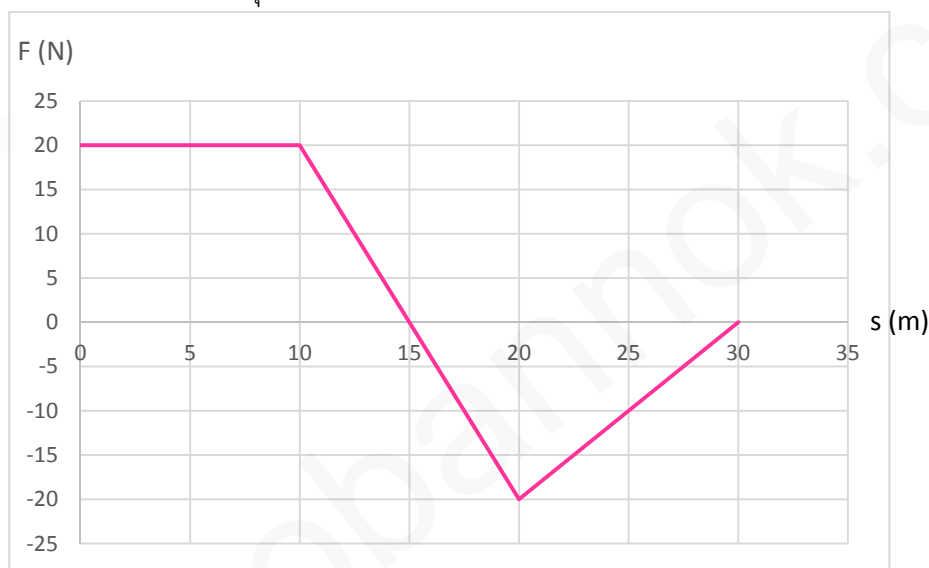
2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

- คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่

3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้

แบบบันทึกการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์

Question 3 จากกราฟดังรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรง งานที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตรเป็นเท่าใด?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 3

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการคืออะไร

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้คืออะไร

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนทำอย่างไร

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

5. ประเมินคำตอบของโจทย์ปัญหา

(เมื่อตอบข้อที่ 5 ในขั้นที่ 1 เรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจคำตอบเบื้องต้นที่หน้า 53 ก่อน จึงตอบคำถามในขั้นถัดไป)

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

1. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา

- เป้าหมายของปัญหาคืออะไร

2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง

- ดำเนินการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร

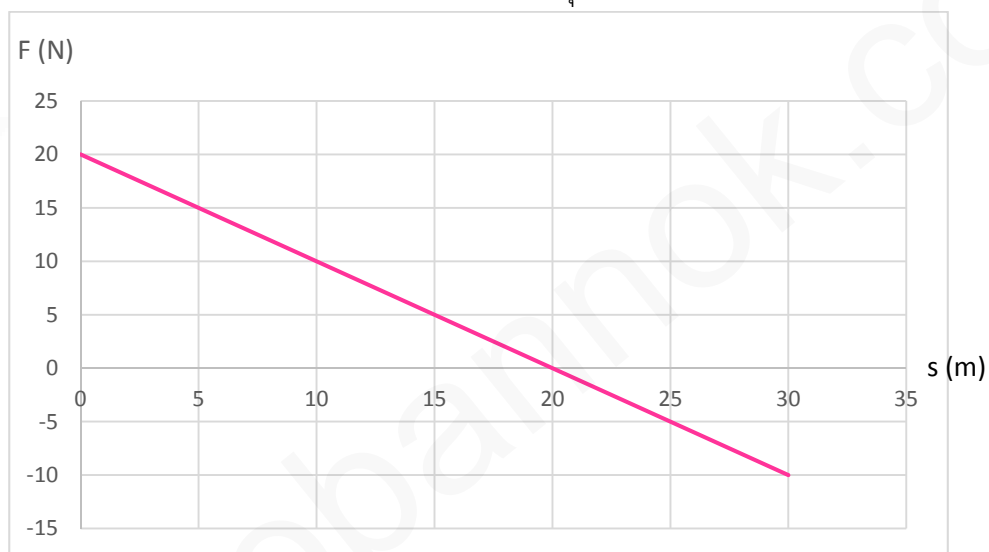
2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

- คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่

3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้

แบบบันทึกการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์

Question 4 แรงซึ่งไม่คงที่กระทำต่อวัตถุหนึ่ง นำค่าแรงในแนวนอนกับการกระจัดมาเขียนความสัมพันธ์กับการกระจัดได้ดังกราฟ จงหางานลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตร?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 4

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่เกี่ยวข้องต้องการคืออะไร

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้คืออะไร

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนทำอย่างไร

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

5. ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

(เมื่อตอบข้อที่ 5 ในขั้นที่ 1 เรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจคำตอบเบื้องต้นที่หน้า 53 ก่อน จึงตอบคำถามในขั้นถัดไป)

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

1. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา

- เป้าหมายของปัญหาคืออะไร

2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง

- ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร

2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

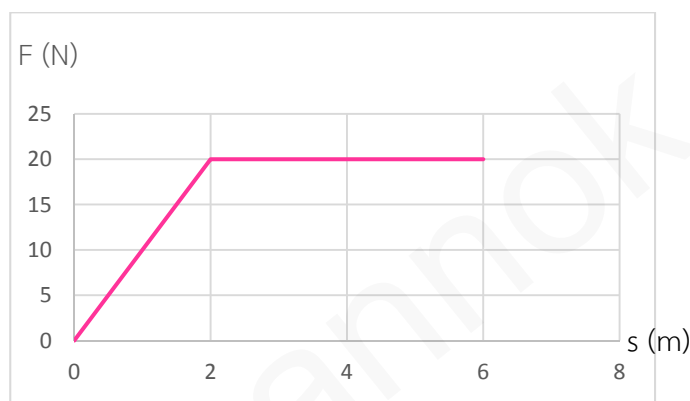
- คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่

3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้



แนวคำตอบกิจกรรมที่ 2

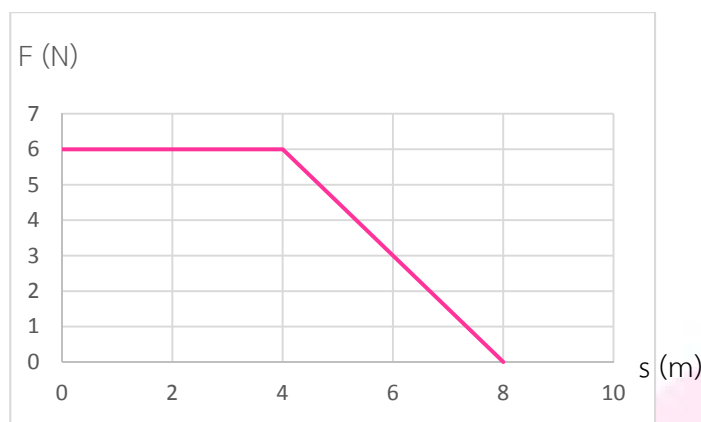
Question 1 กราฟระหว่างแรง (F) กับระยะทาง (S) ของวัตถุหนึ่งเป็นดังรูป จงหางานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 เมตร?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 1

Answer วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 เมตร เท่ากับ 100 จูล

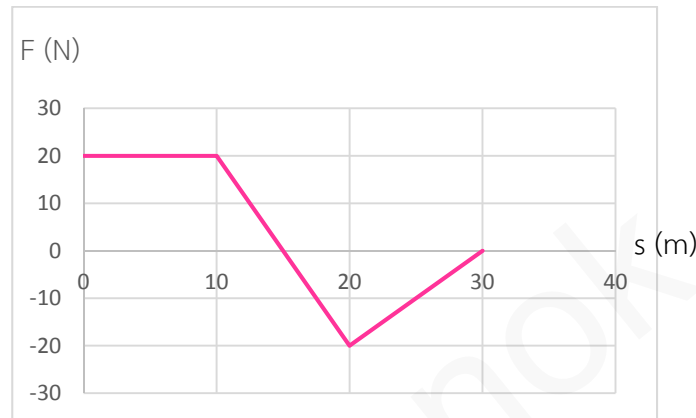
Question 2 กราฟความสัมพันธ์ของวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ซึ่งถูกแรงกระทำในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยขนาดของแรงกระทำเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางดังรูป จงหาขนาดของงานในหน่วยจูลที่แรงนี้กระทำ ?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 2

Answer ขนาดของงานในหน่วยจูลที่แรงนี้กระทำ เท่ากับ 36 จูล

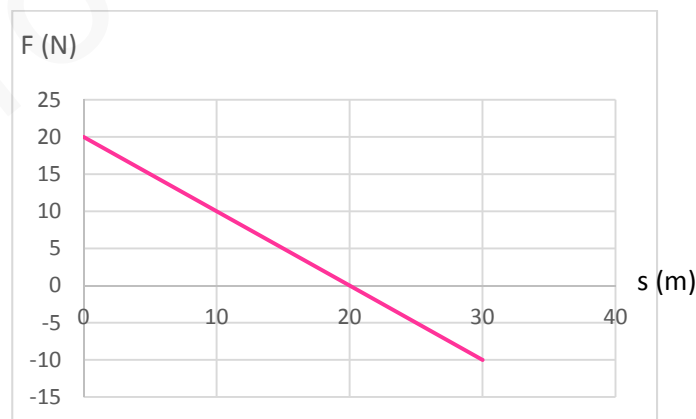
Question 3 จากกราฟดังรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรง งานที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตรเป็นเท่าใด?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 3

Answer งานที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตร เท่ากับ 200 จูล

Question 4 แรงซึ่งไม่คงที่กระทำต่อวัตถุหนึ่ง นำค่าแรงในแนวนอนกับการกระจัดมาเขียนความสัมพันธ์กับการกระจัดได้ดังกราฟ จงหางานลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตร?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 4

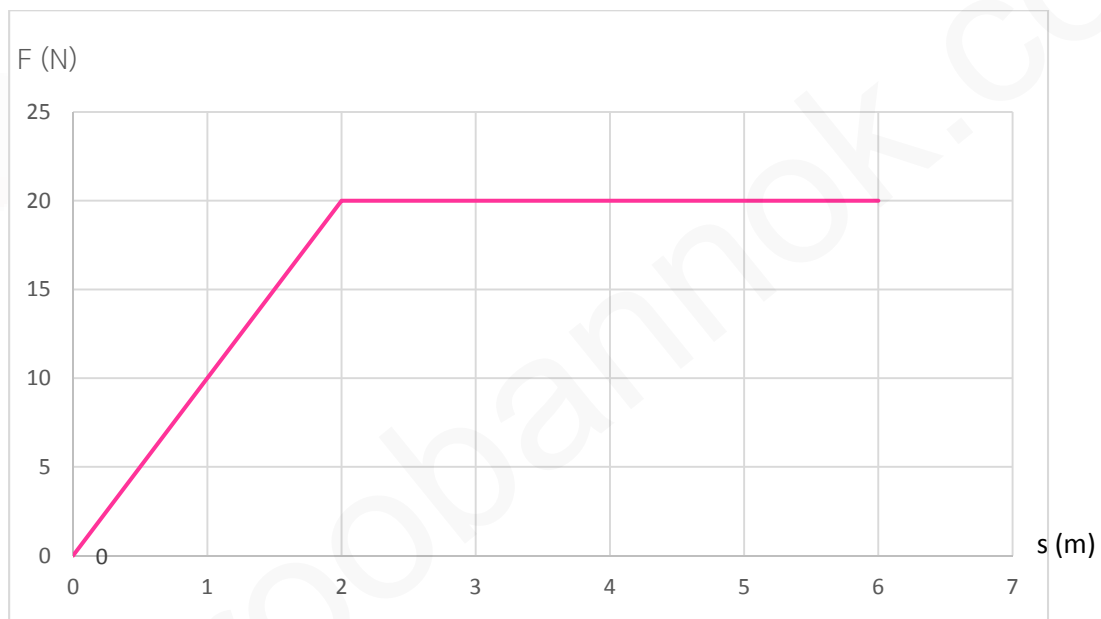
Answer งานลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ในระยะทาง 20 เมตร เท่ากับ 200 จูล



แนวคำตอบกิจกรรมที่ 2

ตามกลวิธีเมตาคognition

Question 1 กราฟระหว่างแรง (F) กับระยะทาง (s) ของวัตถุหนึ่งเป็นดังรูป จงหางานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 เมตร?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 1

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่ต้องหาคืออะไร

ตอบ งานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 m.

- สิ่งที่ต้องกำหนดให้คืออะไร

ตอบ 1. กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ $s = 6$ m

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนทำอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ
3. แบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 2 ส่วน คือรูปสามเหลี่ยม 1 รูป และรูปสี่เหลี่ยม 1 รูป หรือแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 1 รูป
4. เลือกใช้สูตรคำนวณหางาน คือ $W = W_1 + W_2$
เมื่อ W_1 คือ พื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 1 (งานเป็นจำนวนบวก)
 W_2 คือ พื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 2 (งานเป็นจำนวนบวก)
หรือ เลือกใช้สูตรคำนวณหา
 $W =$ พื้นที่ใต้กราฟรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
 $W = \left(\frac{1}{2}\right) \times (\text{ผลบวกด้านคู่ขนาน}) \times (\text{สูง})$
5. แทนค่าตัวแปรในสูตร
6. คำนวณหาคำตอบ

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

ตอบ

1. ไม่ได้ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟผิด
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟผิด
4. แทนค่าตัวแปรผิด
5. คำนวณหาคำตอบผิด

4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

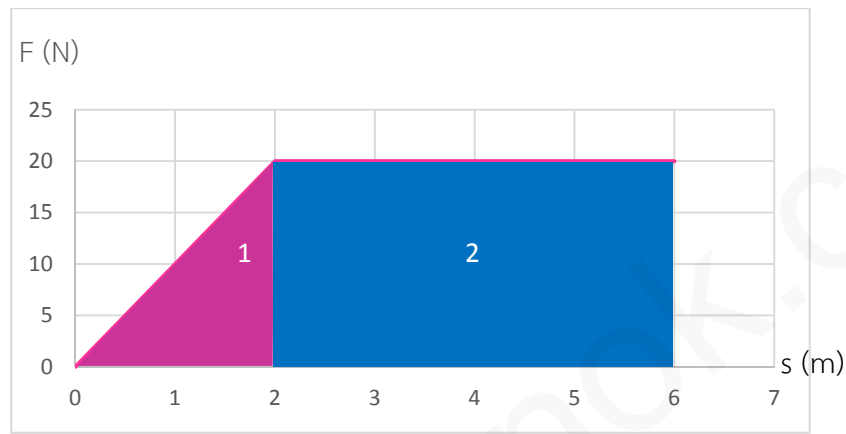
- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟ ให้เป็นรูปเรขาคณิตที่ถูกต้อง
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟให้ถูกต้อง
4. ตรวจสอบค่าตัวแปรและค่าของตัวแปรให้ดีกว่าก่อนแทนค่า
5. คำนวณหาคำตอบหลายๆรอบ

5. ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

ตอบ



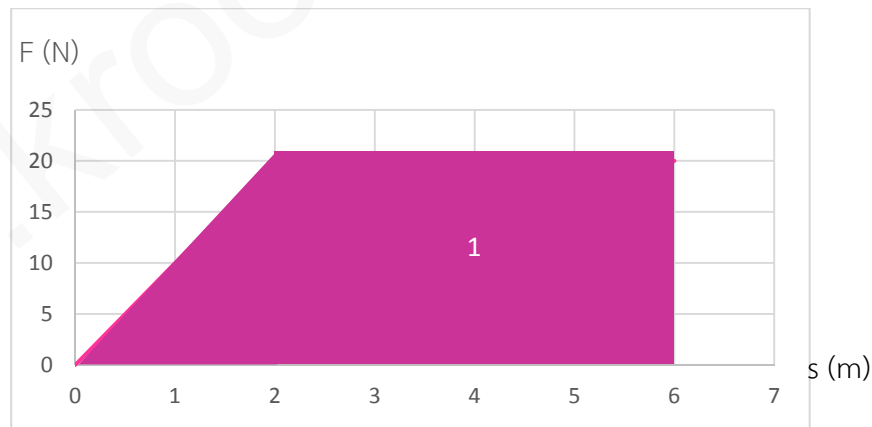
กรณี พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 2 ส่วน คือรูปสามเหลี่ยม 1 รูป และรูปสี่เหลี่ยม 1 รูป

จากสมการ $W = W_1 + W_2$

$$W = \left[\left(\frac{1}{2} \right) (2 \text{ m}) (20 \text{ N}) \right] + [(4 \text{ m}) (20 \text{ N})]$$

$$W = (20 \text{ J}) + (80 \text{ J})$$

$$W = 100 \text{ J}$$



กรณี พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 1 ส่วน คือรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 1 รูป

จากสมการ $W = \text{พื้นที่ใต้กราฟ}$

$$W = \left(\frac{1}{2} \right) (6 \text{ m} + 4 \text{ m}) (20 \text{ N})$$

$$W = 100 \text{ J}$$

ดังนั้น เมื่อวัตถุเคลื่อนไหวย้ายได้ระยะทาง 6 m เท่ากับ 100 จูล

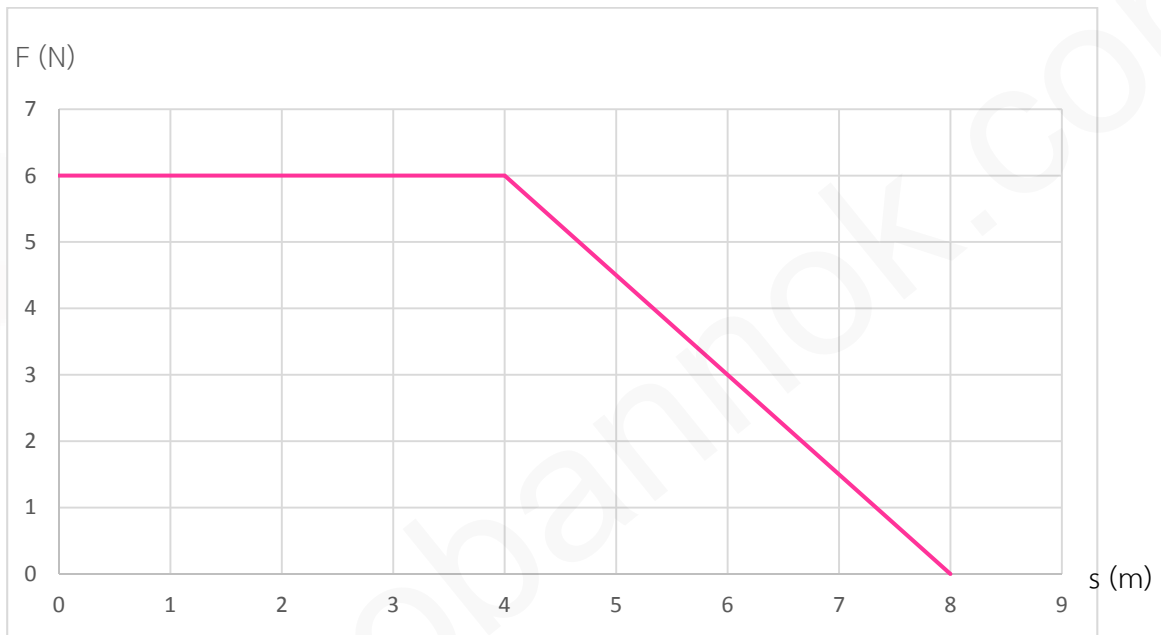
กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

1. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา
 - เป้าหมายของปัญหาคืออะไร
ตอบ คำนวณหางานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 m
2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง
 - ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่
ตอบ มีการดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย
 - สิ่งที่ต้องพิจารณาให้หาคืออะไร
ตอบ คำนวณหางานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 m
2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ
 - คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่
ตอบ ตรงกับที่ครูเฉลยไว้
3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้
ตอบ ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ครบถ้วนและถูกต้อง

Question 2 กราฟความสัมพันธ์ของวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ซึ่งถูกแรงกระทำในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยขนาดของแรงกระทำเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางดังรูป จงหาขนาดของงานในหน่วยจูลที่แรงนี้กระทำ ?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 2

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการคืออะไร

ตอบ ขนาดของงานในหน่วยจูล

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้คืออะไร

ตอบ 1. มวลของวัตถุ $m = 10$ kg.

2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนทำอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. ตรวจสอบว่าหน่วยของ F และ S เป็นนิวตัน (N) และเมตร (m)
3. พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ
4. แบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 2 ส่วน คือรูปสี่เหลี่ยม 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 1 รูป หรือแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 1 รูป
5. เลือกใช้สูตรคำนวณหางาน คือ $W = W_1 + W_2$
เมื่อ W_1 คือ พื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 1 (งานเป็นจำนวนบวก)
 W_2 คือ พื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 2 (งานเป็นจำนวนบวก)
หรือ เลือกใช้สูตรคำนวณหา
 $W =$ พื้นที่ใต้กราฟรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
 $W = \left(\frac{1}{2}\right) \times (\text{ผลบวกด้านคู่ขนาน}) \times (\text{สูง})$
6. แทนค่าตัวแปรในสูตร
7. คำนวณหาคำตอบ

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

ตอบ

1. ไม่ได้ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. ไม่ได้ตรวจสอบหน่วยของ F และ s
3. พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟผิด
4. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟผิด
5. แทนค่าตัวแปรผิด
6. คำนวณหาคำตอบผิด

4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

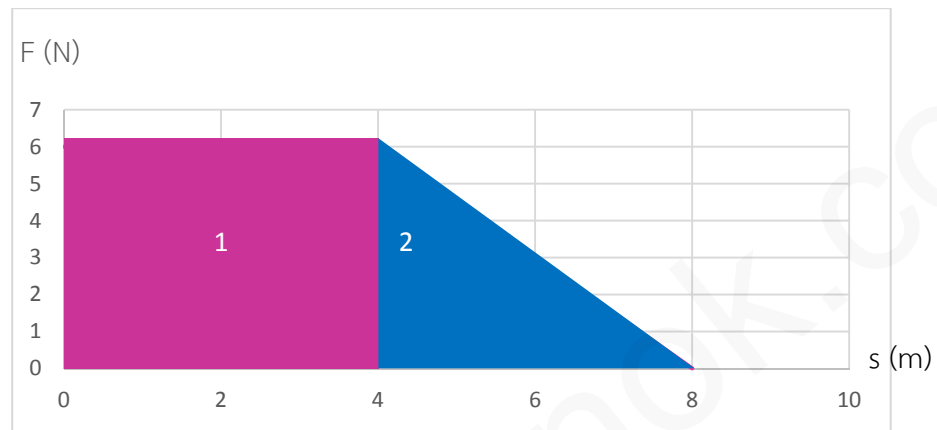
- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟ ให้เป็นรูปเรขาคณิตที่ถูกต้อง
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟให้ถูกต้อง
4. ตรวจสอบค่าตัวแปรและค่าของตัวแปรให้ดีกว่าก่อนแทนค่า
5. คำนวณหาคำตอบหลายๆรอบ

5. ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

ตอบ



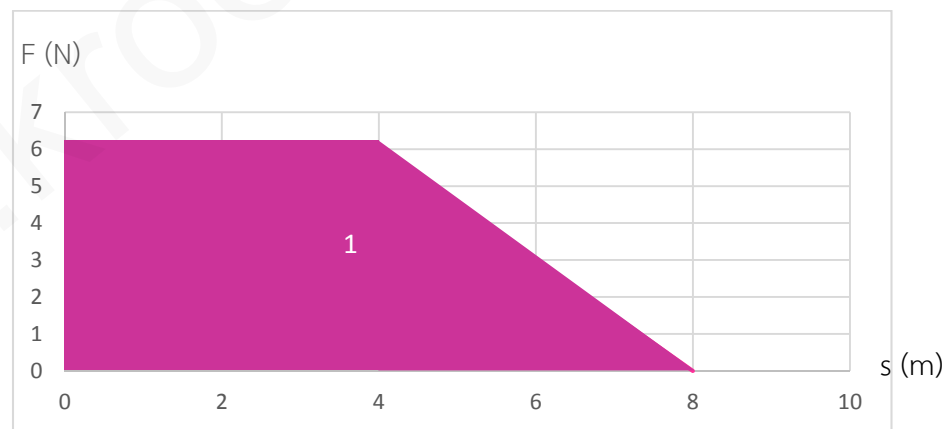
กรณี พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 2 ส่วน คือรูปสี่เหลี่ยม 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 1 รูป

จากสมการ $w = w_1 + w_2$

$$w = [(4 \text{ m})(6 \text{ N})] + \left[\left(\frac{1}{2} \right) (4 \text{ m})(6 \text{ N}) \right]$$

$$w = (24 \text{ J}) + (12 \text{ J})$$

$$w = 36 \text{ J}$$



กรณี พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 1 ส่วน คือรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 1 รูป

จากสมการ $w = \text{พื้นที่ใต้กราฟ}$

$$w = \left(\frac{1}{2} \right) (8 \text{ m} + 4 \text{ m})(6 \text{ N})$$

$$w = 36 \text{ J}$$

ดังนั้น ขนาดของงานในหน่วยจูลที่แรงนี้กระทำ เท่ากับ 36 จูล

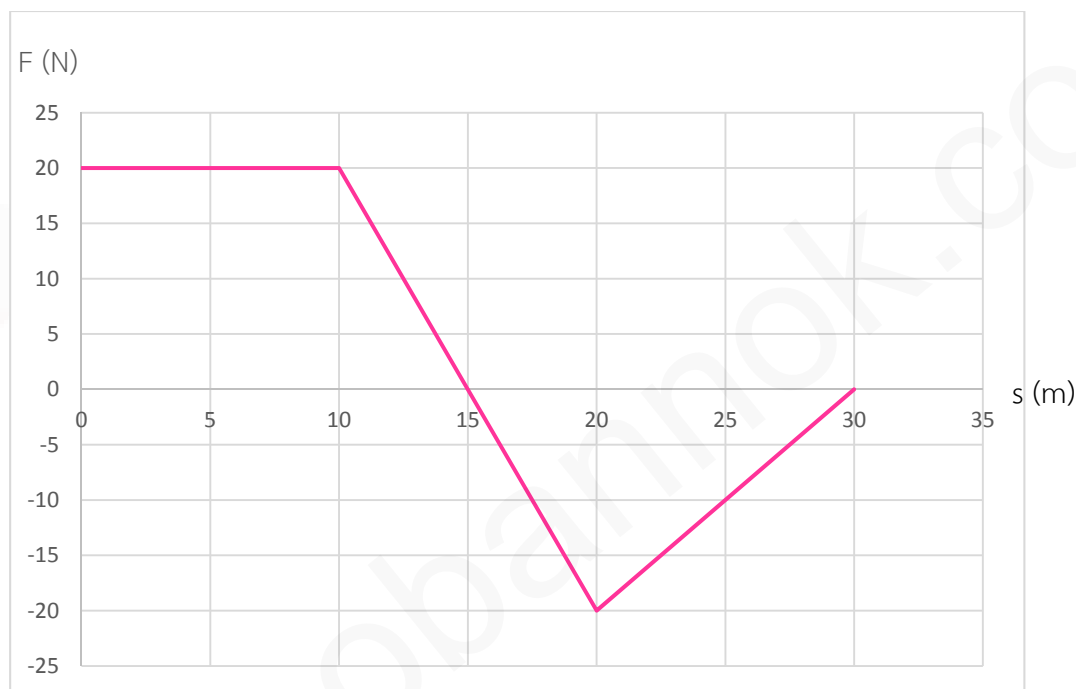
กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

1. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา
 - เป้าหมายของปัญหาคืออะไร
ตอบ คำนวณหางานในหน่วยจูล
2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง
 - ดำเนินการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่
ตอบ มีการดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย
 - สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร
ตอบ งานของแรงกระทำในหน่วยจูล
2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ
 - คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่
ตอบ ตรงกับที่ครูเฉลยไว้
3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้
ตอบ ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ครบถ้วนและถูกต้อง

Question 3 จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรง งานที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตรเป็นเท่าใด ?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 3

กลวิธีเมตาคอนิชั่น ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่ต้องรู้คืออะไร

ตอบ งานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 m.

- สิ่งที่ต้องหาคืออะไร

ตอบ 1. กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s

2. ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ $S = 20$ m

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนทำอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ
3. แบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 3 ส่วน คือ รูปสี่เหลี่ยม 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 2 รูป
หรือแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 2 ส่วน คือ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 1 รูป
4. เลือกใช้สูตรคำนวณหางาน คือ $W = W_1 + W_2 + W_3$
เมื่อ W_1 คือ พื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 1 (งานเป็นจำนวนบวก)
 W_2 คือ พื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 2 (งานเป็นจำนวนบวก)
 W_3 คือ พื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 3 (งานเป็นจำนวนลบ)
หรือ เลือกใช้สูตรคำนวณหา $w = w_1 + w_2$
เมื่อ W_1 คือ พื้นที่ใต้กราฟรูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปที่ 1 (งานเป็นจำนวนบวก)
 W_2 คือ พื้นที่ใต้กราฟรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 2 (งานเป็นจำนวนลบ)
5. กำหนดค่าของงานจำนวนบวกและจำนวนลบ
6. แทนค่าตัวแปรในสูตร
7. คำนวณหาคำตอบ

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

ตอบ

1. ไม่ได้ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟผิด
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟผิด
4. กำหนดค่าของงานผิด
5. แทนค่าตัวแปรผิด
6. คำนวณหาคำตอบผิด

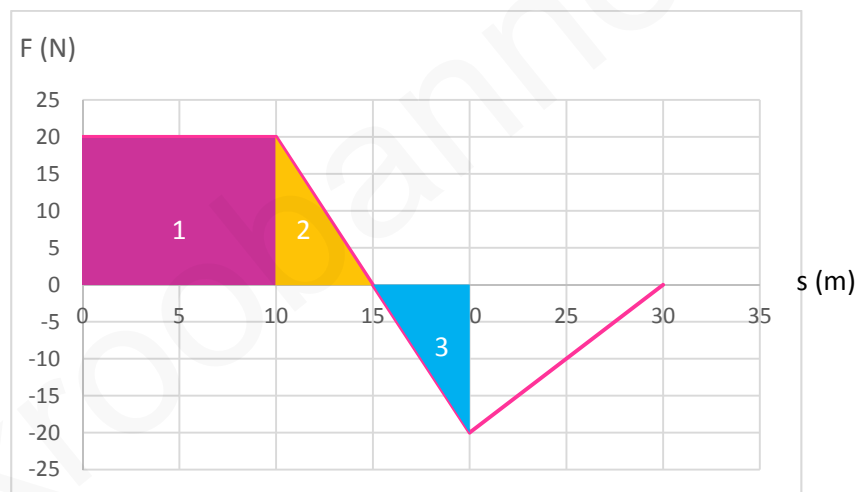
4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

- ตอบ**
1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
 2. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟ ให้เป็นรูปเรขาคณิตที่ถูกต้อง
 3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟให้ถูกต้อง
 4. กำหนดค่าของงานได้ถูกต้อง
 5. ตรวจสอบค่าตัวแปรและค่าของตัวแปรให้ดีกว่าก่อนแทนค่า
 6. คำนวณหาคำตอบหลายๆรอบ

5. ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

ตอบ



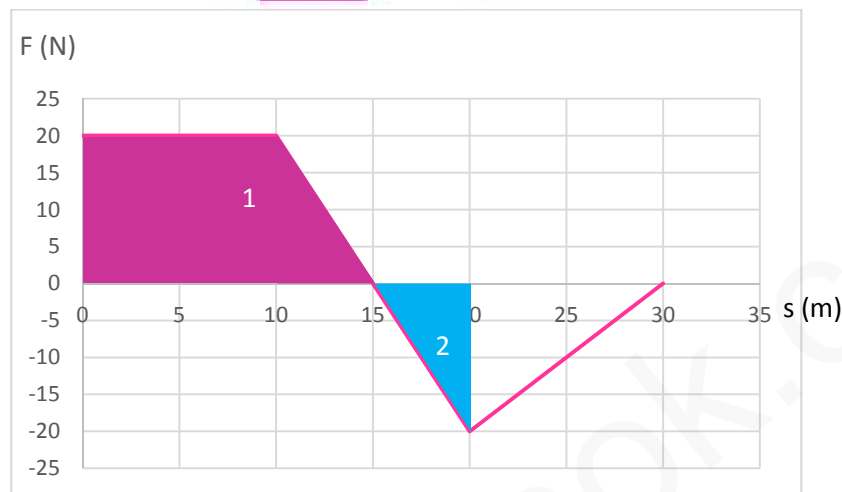
กรณี พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 3 ส่วน คือรูปสามเหลี่ยม 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 2 รูป

จากสมการ $W = W_1 + W_2 + W_3$

$$W = [(10 \text{ m})(20 \text{ N})] + \left[\left(\frac{1}{2}\right)(5 \text{ m})(20 \text{ N})\right] + \left[\left(\frac{1}{2}\right)(5 \text{ m})(-20 \text{ N})\right]$$

$$W = (200 \text{ J}) + (50 \text{ J}) + (-50 \text{ J})$$

$$W = 200 \text{ J}$$



กรณี พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 2 ส่วน คือรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 1 รูป

จากสมการ $W = W_1 + W_2$

$$W = \left[\left(\frac{1}{2} \right) (5 \text{ m} + 10 \text{ m}) (20 \text{ N}) \right] + \left[\left(\frac{1}{2} \right) (5 \text{ m}) (-20 \text{ N}) \right]$$

$$W = (250 \text{ J}) + (-50 \text{ J})$$

$$W = 200 \text{ J}$$

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา

3. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา

- เป้าหมายของปัญหาคืออะไร

ตอบ คำนวณหางานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 m

4. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง

- ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่

ตอบ มีการดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

4. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร

ตอบ คำนวนหาพื้นที่ใต้กราฟเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 m

5. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

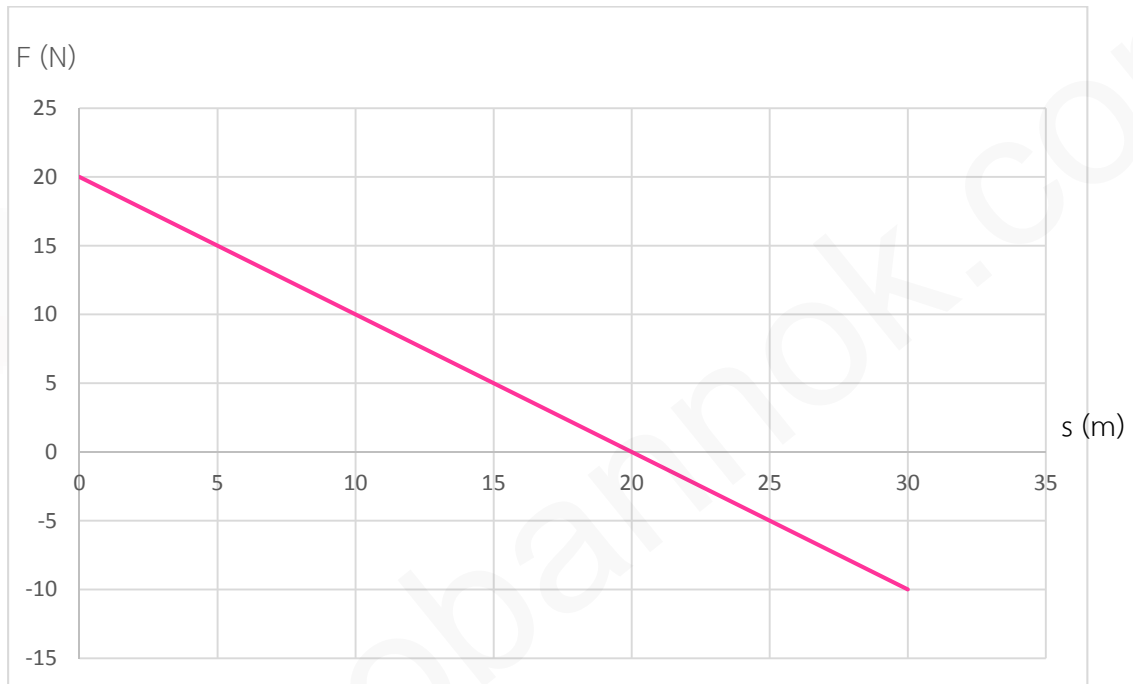
- คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่

ตอบ ตรงกับที่ครูเฉลยไว้

6. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้

ตอบ ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ครบถ้วนและถูกต้อง

Question 4 แรงซึ่งไม่คงที่กระทำต่อวัตถุหนึ่ง นำค่าแรงในแนวนอนกับการกระจัดมาเขียนความสัมพันธ์กับการกระจัดได้ดังกราฟ จงหางานลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตร ?



รูปประกอบปัญหาข้อที่ 4

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 1 การวางแผนการแก้ปัญหา

1. การวิเคราะห์เป้าหมาย

- สิ่งที่เกี่ยวข้องต้องการคืออะไร

ตอบ งานลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 20 เมตร

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้คืออะไร

ตอบ 1. กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง $S = 20 \text{ m}$

2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- วิธีการของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนทำอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ
3. แบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 1 ส่วนคือรูปสามเหลี่ยม
4. เลือกใช้สูตรคำนวณหางาน คือ $W = \text{พื้นที่ใต้กราฟ}$
5. แทนค่าตัวแปรในสูตร
6. คำนวณหาคำตอบ

3. คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

- ถ้าคำนวณหาคำตอบตามวิธีการที่เลือกไว้จะมีอะไรผิดพลาดบ้าง

ตอบ

1. ไม่ได้ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟผิด
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟผิด
4. แทนค่าตัวแปรผิด
5. คำนวณหาคำตอบผิด

4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

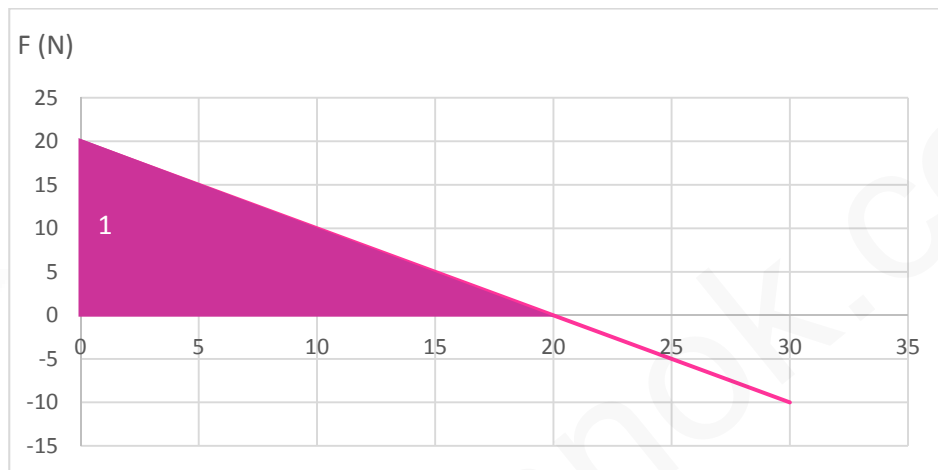
- ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

ตอบ

1. ตรวจสอบว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง F และ s
2. พิจารณาและแบ่งพื้นที่ใต้กราฟ ให้เป็นรูปเรขาคณิตที่ถูกต้อง
3. อ่านค่าตัวแปรจากกราฟให้ถูกต้อง
4. ตรวจสอบค่าตัวแปรและค่าของตัวแปรให้ดีกว่าก่อนแทนค่า
5. คำนวณหาคำตอบหลายๆรอบ

5. ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

ตอบ



พิจารณาแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็น 1 ส่วน คือรูปสามเหลี่ยม

จากสมการ $W = \text{พื้นที่ใต้กราฟ}$

$$W = \left(\frac{1}{2}\right)(20 \text{ m})(20 \text{ N})$$

$$W = 200 \text{ J}$$

ดังนั้นงานลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ในระยะทาง 20 m เท่ากับ 200 จูล

กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา

3. กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา

- เป้าหมายของปัญหาคืออะไร

ตอบ คำนวณหางานในหน่วยจูล

4. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง

- ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้หรือไม่

ตอบ มีการดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

กลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

4. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

- สิ่งที่เกี่ยวข้องต้องการให้หาคืออะไร

ตอบ งานของแรงกระทำในหน่วยจูล

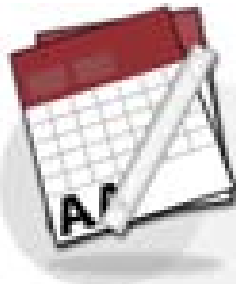
5. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

- คำตอบที่ได้ตรงกับที่ครูเฉลยไว้หรือไม่

ตอบ ตรงกับที่ครูเฉลยไว้

6. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้

ตอบ ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ครบถ้วนและถูกต้อง



กิจกรรมที่ 3

คำชี้แจง : เมื่อศึกษาชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟแล้ว นักเรียนสามารถนำมาสรุปเป็นผังมโนทัศน์ (Mind Mapping) ได้อย่างไรบ้าง (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)



แนวคำตอบกิจกรรมที่ 3

คำชี้แจง : เมื่อศึกษาชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟแล้ว นักเรียนสามารถนำมาสรุปเป็นผังมโนทัศน์ (Mind Mapping) ได้อย่างไรบ้าง





เกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง

การให้คะแนนการทำกิจกรรมที่เขียนตอบแบบบรรยาย

คะแนน เต็ม	เกณฑ์การให้คะแนน				
	0	1	2	3	4
1	ตอบผิดหรือไม่ตอบ	ตอบถูกชัดเจนตรงประเด็น			
2	ตอบผิดหรือไม่ตอบ	ตอบไม่ตรงประเด็น	ตอบถูกต้องชัดเจนตรงประเด็น		
3	ตอบผิดหรือไม่ตอบ	ตอบถูกอาจไม่ชัดเจนหรือไม่ครบประเด็น	ตอบถูกชัดเจนอาจไม่ครบประเด็น	ตอบถูกต้องชัดเจนครบทุกประเด็น	
4	ตอบผิดหรือไม่ตอบ	คำตอบเป็นอย่างอื่น/ไม่ชัดเจน	ตอบถูกอาจไม่ชัดเจนหรือไม่ครบทุกประเด็น	ตอบถูกชัดเจนอาจไม่ครบทุกประเด็น	ตอบถูกต้องชัดเจนครบทุกประเด็น



แบบประเมินการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้ปัญหา		
1. การวิเคราะห์เป้าหมาย	2	บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง
	1	บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง หัวข้อใดหัวข้อหนึ่ง
	0	บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ไม่ถูกต้อง
2. เลือกใช้วิธีการและเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา	2	บอกวิธีการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ทุกขั้นตอนและถูกต้อง
	1	บอกวิธีการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางขั้นตอน
	0	ไม่สามารถบอกขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้
3. คาดคะเนอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น	1	สามารถคาดคะเนอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้
	0	ไม่สามารถคาดคะเนอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้
4. คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น	1	สามารถคาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น
	0	ไม่คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น
5. ประเมินคำตอบของโจทย์ปัญหาได้	3	แสดงวิธีทำและได้คำตอบที่ถูกต้อง
	2	แสดงวิธีทำผิดพลาดบางส่วนและได้คำตอบที่ถูกต้อง
	1	แสดงวิธีทำถูกต้องแต่แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง
	0	แสดงวิธีทำและได้คำตอบไม่ถูกต้อง

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา		
1. กำกับเป้าหมายในการแก้ไขโจทย์ปัญหา	1	บอกเป้าหมายของปัญหาได้ถูกต้อง
	0	บอกเป้าหมายของปัญหาไม่ได้
2. กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง	2	มีการดำเนินการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้
	1	ดำเนินการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ไม่ครบทุกขั้นตอน
	0	ไม่ดำเนินการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้
ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา		
1. ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย	1	บอกเป้าหมายของปัญหาได้ถูกต้อง
	0	บอกเป้าหมายของปัญหาไม่ได้
2. พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ	1	สามารถอธิบายหรือให้เหตุผลที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องตามลำดับทุกขั้นตอนได้ถูกต้อง
	0	ไม่สามารถพิจารณาความถูกต้องได้
3. ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้	1	ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้แก้ปัญหาได้
	0	ไม่สามารถประเมินความถูกต้องได้



แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ

คำชี้แจง : แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 13 ทักษะย่อย
สำหรับครั้งนี้ให้ประเมินทักษะย่อยที่ 3 4 5 9 10 11 และ 13

ที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ทักษะการสังเกต					
2	ทักษะการวัด					
3	ทักษะการจำแนกประเภท					
4	ทักษะการคิดคำนวณ					
5	ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส , เวลา กับ สเปส					
6	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล					
7	ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล					
8	ทักษะการพยากรณ์					
9	ทักษะการตั้งสมมติฐาน					
10	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ					
11	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร					
12	ทักษะการทดลอง					
13	ทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)



แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ

คำชี้แจง : แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 13 ทักษะย่อย สำหรับครั้งนี้ให้
ประเมินทักษะย่อยที่ 1 3 4 7 8 9 11 และ 13

ที่.	ชื่อ- สกุล นักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์											รวมที่ประเมิน (ทักษะ)	
		1. การสังเกต	2. การวัด	3. การจำแนกประเภท	4. การคำนวณ	5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส	6. การจัดการทำและสืบค้นความหมาย	7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	8. การพยากรณ์	9. การตั้งสมมติฐาน	10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร		12. การทดลอง
1														
2														
3														
4														
5														
.														
.														
.														
32														

ผู้ประเมิน

.....
(.....)

ผู้ประเมิน

.....
(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

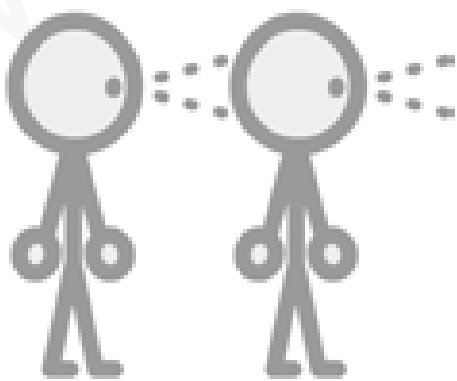


เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนน



การสังเกต

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	สามารถใช้ประสาทสัมผัสประกอบการสังเกตครบ 5 ด้าน
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	สามารถใช้ประสาทสัมผัสประกอบการสังเกตครบ 4 ด้าน
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	สามารถใช้ประสาทสัมผัสประกอบการสังเกตครบ 3 ด้าน
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	สามารถใช้ประสาทสัมผัสประกอบการสังเกตครบ 2 ด้าน
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	สามารถใช้ประสาทสัมผัสประกอบการสังเกตครบ 1 ด้าน



2

การวัด

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	สามารถเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมและใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขได้อย่างถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	สามารถเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมและใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขไม่ถูกต้องทั้งหมด
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	สามารถเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมและใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	สามารถเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมและไม่สามารถใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่สามารถเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสมและไม่สามารถใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขได้อย่างถูกต้อง



3

การจำแนกประเภท

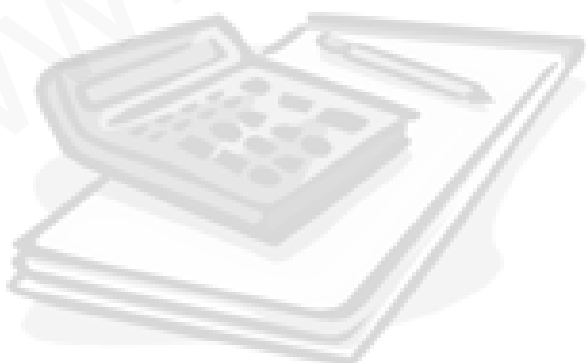
ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	สามารถจำแนกหรือจัดจำพวกวัสดุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดจำแนกได้อย่างมีเหตุผล
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	สามารถจำแนกหรือจัดจำพวกวัสดุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดจำแนกได้และบอกเหตุผลได้ชัดเจนเกือบทั้งหมด
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	สามารถจำแนกหรือจัดจำพวกวัสดุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดจำแนกได้และบอกเหตุผลได้น้อยมาก
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	หมายถึง สามารถจำแนกหรือจัดจำพวกวัสดุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดจำแนกได้และบอกเหตุผลไม่ได้เลย
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่สามารถจำแนกหรือจัดจำพวกวัสดุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆโดยสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดจำแนกได้และบอกเหตุผลไม่ได้เลย





ทักษะการคิดคำนวณ

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	สามารถนับจำนวนถูกต้องและนำมาจัดคำนวณบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	สามารถนับจำนวนถูกต้องและนำมาจัดคำนวณบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยได้ผิดพลาดบ้างเล็กน้อย
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	สามารถนับจำนวนถูกต้องและนำมาจัดคำนวณบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยได้ผิดพลาดมาก
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	ไม่สามารถนับจำนวนถูกต้องแต่นำมาจัดคำนวณบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยได้มาถูกต้องบ้าง
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่สามารถนับจำนวนถูกต้องและไม่สามารถนำมาจัดคำนวณบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยได้ไม่ถูกต้อง



5

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส, เวลา กับสเปส

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	การบอกความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ, การบ่งบอกตำแหน่งของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ชัดเจน, ระบุตำแหน่งและทิศทางของวัตถุกับเวลาที่เปรียบได้ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	การบอกความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ, การบ่งบอกตำแหน่งของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ผิดพลาดเล็กน้อย, ระบุตำแหน่งและทิศทางของวัตถุกับเวลาที่เปรียบได้ไม่ถูกต้องทั้งหมด
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	การบอกความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ, การบ่งบอกตำแหน่งของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ผิดพลาดมาก, ระบุตำแหน่งและทิศทางของวัตถุกับเวลาที่เปรียบได้ไม่ถูกต้องมาก
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	การบอกความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ, การบ่งบอกตำแหน่งของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ไม่ถูกต้องเลย, ระบุตำแหน่งและทิศทางของวัตถุกับเวลาที่เปรียบได้ไม่ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	การบอกความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ, การบ่งบอกตำแหน่งของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ไม่ถูกต้องมาก, ระบุตำแหน่งและทิศทางของวัตถุกับเวลาที่เปรียบได้ไม่ถูกต้อง



6

ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	การนำการสังเกต การวัด การทดลองและวิธีการอื่นๆ มานำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจง่าย เลือกรูปแบบเหมาะสม มีเหตุผลได้ชัดเจน
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	การนำการสังเกต การวัด การทดลองและวิธีการอื่นๆ มานำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจง่าย เลือกรูปแบบเหมาะสม มีเหตุผลได้ไม่ชัดเจน
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	การนำการสังเกต การวัด การทดลองและวิธีการอื่นๆ มานำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจง่าย เลือกรูปแบบไม่เหมาะสม มีเหตุผลได้ไม่ชัดเจน
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	การนำการสังเกต การวัด การทดลองและวิธีการอื่นๆ มานำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจยาก เลือกรูปแบบไม่เหมาะสม มีเหตุผลได้ไม่ชัดเจน
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่ได้้นำการสังเกต การวัด การทดลองและวิธีการอื่นๆ มานำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจยาก เลือกรูปแบบไม่เหมาะสม ไม่มีเหตุผล

7

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	สามารถเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลมีการอธิบายหรือสรุปข้อมูลตรงไปตรงมา
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	สามารถเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลมีการอธิบายหรือสรุปข้อมูลไม่ตรงประเด็น
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	สามารถเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลมีการอธิบายไม่ชัดเจนหรือสรุปข้อมูลไม่ตรงประเด็น
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	สามารถเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ไม่มีเหตุผลมีการอธิบายไม่ชัดเจนหรือสรุปข้อมูลไม่ตรงประเด็น
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่สามารถเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตน้อย ไม่สามารถเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ไม่มีเหตุผล ไม่มีการอธิบายหรือสรุปข้อมูลตรงประเด็น





ทักษะการพยากรณ์

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	การทำนายเหตุการณ์สิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์หรือข้อมูลในอดีตที่เกิดขึ้นกับครั้งนี้ได้อย่างมีเหตุผล
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	การทำนายเหตุการณ์สิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์หรือข้อมูลในอดีตที่เกิดขึ้นกับครั้งนี้ มีเหตุผลสนับสนุนไม่ชัดเจน
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	การทำนายเหตุการณ์สิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์หรือข้อมูลในอดีตที่เกิดขึ้นกับครั้งนี้ มีเหตุผลน้อยมาก
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	การทำนายเหตุการณ์สิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยที่ขาดประสบการณ์หรือข้อมูลในอดีตที่เกิดขึ้นกับครั้งนี้ ไม่มีเหตุผล
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่สามารถทำนายเหตุการณ์สิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์หรือข้อมูลในอดีตที่เกิดขึ้นกับครั้งนี้ และไม่มีเหตุผล





ทักษะการตั้งสมมติฐาน

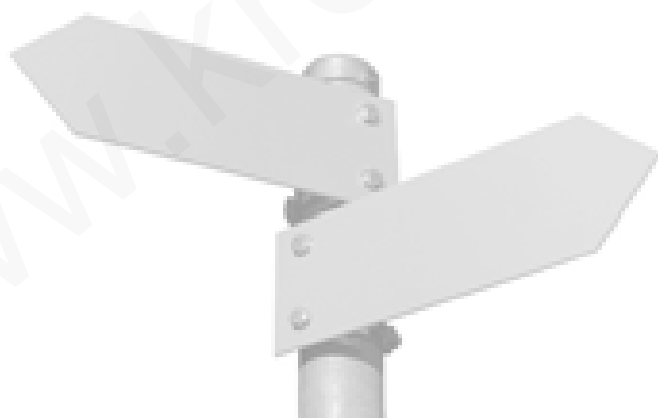
ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	สามารถคาดหมายคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยข้อมูล ความรู้หรือประสบการณ์มาตัดสินใจได้เหมาะสม
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	สามารถคาดหมายคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยข้อมูล ความรู้หรือประสบการณ์มาตัดสินใจได้บ้าง
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	สามารถคาดหมายคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยข้อมูล ความรู้หรือประสบการณ์มาตัดสินใจได้ไม่เหมาะสม
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	สามารถคาดหมายคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยข้อมูล ความรู้หรือประสบการณ์มาตัดสินใจได้ ไม่เหมาะสมมาก
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่สามารถคาดหมายคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยข้อมูล ความรู้หรือประสบการณ์มาตัดสินใจได้ไม่เหมาะสมมากที่สุด



10

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

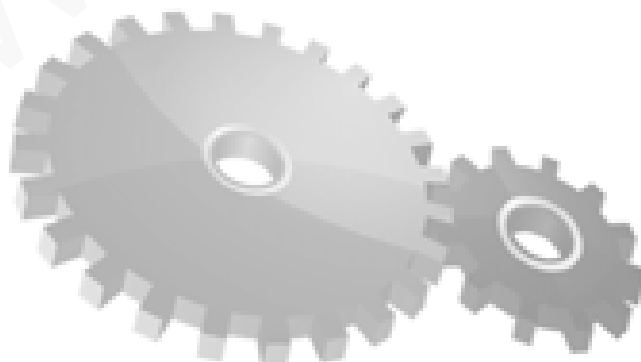
ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	การกำหนด อธิบายข้อความให้เข้าใจตรงกันโดยสามารถสังเกตหรือวัดหรือตรวจสอบได้ง่าย
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	การกำหนด อธิบายข้อความให้เข้าใจตรงกันโดยสามารถสังเกตหรือวัดหรือตรวจสอบได้ค่อนข้างยาก
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	การกำหนด อธิบายข้อความให้เข้าใจตรงกันโดยสามารถสังเกตหรือวัดหรือตรวจสอบได้ยาก
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	การกำหนด อธิบายข้อความให้เข้าใจตรงกันโดยสามารถสังเกตหรือวัดหรือตรวจสอบได้ยากมาก
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่สามารถกำหนด หรืออธิบายข้อความให้เข้าใจตรงกันโดยสามารถสังเกตหรือวัดหรือตรวจสอบได้ยากมาก



11

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆถูกต้อง กำหนดสิ่งที่เป็นผลต่อเนื่องมาจากสิ่งที่เป็นสาเหตุถูกต้องและระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องที่จะเป็นปัจจัยให้คลาดเคลื่อน (ควบคุม) ได้ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆถูกต้อง กำหนดสิ่งที่เป็นผลต่อเนื่องมาจากสิ่งที่เป็นสาเหตุถูกต้อง และระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องที่จะเป็นปัจจัยให้คลาดเคลื่อน (ควบคุม) ไม่ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆถูกต้อง กำหนดสิ่งที่เป็นผลต่อเนื่องมาจากสิ่งที่เป็นสาเหตุไม่ถูกต้อง และระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องที่จะเป็นปัจจัยให้คลาดเคลื่อน (ควบคุม) ไม่ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆไม่ถูกต้อง กำหนดสิ่งที่เป็นผลต่อเนื่องมาจากสิ่งที่เป็นสาเหตุไม่ถูกต้อง และระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องที่จะเป็นปัจจัยให้คลาดเคลื่อน (ควบคุม) ไม่ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ ไม่กำหนดสิ่งที่เป็นผลต่อเนื่องมาจากสิ่งที่เป็นสาเหตุ และไม่ระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องที่จะเป็นปัจจัยให้คลาดเคลื่อน (ควบคุม)



12

ทักษะการทดลอง

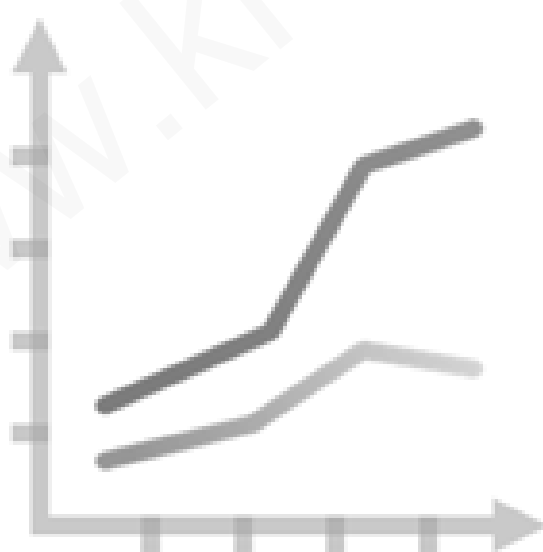
ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	กำหนดวัตถุประสงค์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ลำดับขั้นตอนการทดลอง ทดลองตามขั้นตอน บันทึกผลการทดลองได้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์และสรุปผลการทดลองถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	กำหนดวัตถุประสงค์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ลำดับขั้นตอนการทดลอง ทดลองตามขั้นตอน บันทึกผลการทดลองได้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์และสรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	กำหนดวัตถุประสงค์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ลำดับขั้นตอนการทดลอง ทดลองไม่ตามขั้นตอน บันทึกผลการทดลองได้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์และสรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	กำหนดวัตถุประสงค์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ถูกต้อง ลำดับขั้นตอนการทดลอง ไม่ถูกต้อง ทดลองตามขั้นตอน บันทึกผลการทดลองได้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์และสรุปผลการทดลองถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	กำหนดวัตถุประสงค์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามไม่ถูกต้อง ตัวแปรควบคุมไม่ถูกต้อง ไม่ลำดับขั้นตอนการทดลอง ทดลองตามขั้นตอน บันทึกผลการทดลองได้ไม่สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์และสรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง



13

ทักษะการตีความข้อมูล และลงข้อสรุป

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง	การอธิบายหรือแปลผลข้อมูลต่างๆที่ศึกษาได้ถูกต้องและสรุปข้อมูลที่แปลผลถูกต้อง
ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง	การอธิบายหรือแปลผลข้อมูลต่างๆที่ศึกษาได้ถูกต้องและสรุปข้อมูลที่แปลผลไม่ถูกต้องทั้งหมด
ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง	การอธิบายหรือแปลผลข้อมูลต่างๆที่ศึกษาได้ถูกต้องและสรุปข้อมูลที่แปลผลไม่ถูกต้องมาก
ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง	การอธิบายหรือแปลผลข้อมูลต่างๆที่ศึกษาไม่ถูกต้องเลยและไม่สรุปข้อมูลที่แปลผล
ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง	ไม่อธิบายหรือแปลผลข้อมูลต่างๆที่ศึกษา ไม่สรุปข้อมูลที่แปลผลได้





แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ - สกุล	คุณลักษณะที่พึงประสงค์										
		ความรับผิดชอบ			ความมีระเบียบวินัย			ทำงานอย่างเป็นระบบ			สรุป	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
.												
.												
.												
32												

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

สรุปผลการประเมิน

ถ้าได้คะแนนตั้งแต่	7 - 9	ได้คุณภาพดีมาก	แสดงว่า	ผ่าน
ถ้าได้คะแนนตั้งแต่	4 - 6	ได้คุณภาพดี	แสดงว่า	ผ่าน
ถ้าได้คะแนนตั้งแต่	0 - 3	ได้คุณภาพปรับปรุง	แสดงว่า	ไม่ผ่าน



เกณฑ์การให้คะแนน คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1

ความรับผิดชอบ

ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง

- ส่งงานก่อนหรือตรงเวลาที่นัดหมาย รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัยและแนะนำชักชวนผู้อื่นปฏิบัติได้

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง

- ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่มีการติดต่อชี้แจงกับครูผู้สอนมีเหตุผลที่รับฟังได้ รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง

- ส่งงานช้ากว่ากำหนด ปฏิบัติงานโดยอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

2

ความมีระเบียบวินัย

ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง

- สมุด ขึ้นงาน สะอาดเรียบร้อย ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันทุกครั้ง

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง

- สมุด ขึ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง

- สมุด ขึ้นงาน ไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

3

การทำงานอย่างเป็นระบบ

ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง

- มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ การทำงานมีครบขั้นตอน จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง

- มีการวางแผนการดำเนินงาน การทำงานมีครบขั้นตอน แต่มีผิดพลาดบ้าง จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้บางส่วน

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง

- ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

แบบประเมินผังมโนทัศน์ (Maid Map Rubric)

เรื่อง.....

- คำชี้แจง 1. ให้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมการศึกษาข้อมูลและจัดทำข้อมูลสรุปเป็นผังมโนทัศน์
2. ใส่คะแนนของแต่ละรายการประเมินตามระดับคุณภาพในช่องรวม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				รวม (Total)
	ดีมาก (10-9)	ดี (8-6)	พอใช้ (5-3)	ควรปรับปรุง (2-1)	
เนื้อหา (Content)	แสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นคว้ามามาก มีขั้นตอนครบถ้วน มีการสรุปความคิดเห็นโดยใช้เหตุผล ได้อย่างสมเหตุสมผล	แสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นคว้ามาน้อย มีขั้นตอนครบถ้วน มีการสรุปความคิดเห็นโดยใช้เหตุผล ได้อย่างสมเหตุสมผล	แสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นคว้ามาน้อย กลาง ขาดขั้นตอน และรายละเอียด มีการสรุปความคิดเห็น	แสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นคว้ามาน้อย กลาง ขาดขั้นตอน และรายละเอียด ไม่มีการสรุปความคิดเห็น	
การนำเสนอผลงาน (Presentation)	จัดทำแผนภาพอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วน หัวข้อและรายละเอียดที่สำคัญ	จัดทำแผนภาพอย่างเป็นระบบและ นำเสนอด้วยข้อมูลแบบที่ถูกต้อง ครบถ้วน หัวข้อสำคัญ ขาดรายละเอียดในบางหัวข้อ	จัดทำแผนภาพ นำเสนอด้วยข้อมูลถูกต้อง แต่ไม่ครอบคลุมในหัวข้อสำคัญ บางประเด็นและขาดรายละเอียด	จัดทำแผนภาพ นำเสนอด้วย ข้อมูล ถูกต้อง บางส่วน ขาดบางประเด็นสำคัญและขาดรายละเอียด	
การออกแบบ (Design)	มีการใช้ รูปภาพ ตัวอักษรและสีสันท่าสนใจ มีมาตราส่วนและสมดุลของภาพ	มีการใช้ ตัวอักษรและสีสันท่าสนใจ มีความสนใจ มีมาตราส่วนและสมดุลของภาพ	มีการใช้ ตัวอักษรและสีสันท่าสนใจ ขาดมาตราส่วนและสมดุลของภาพ	ขาดการใช้ ตัวอักษรและสีสันท่าสนใจ มาตราส่วนและสมดุลของภาพไม่ได้สัดส่วน	
ระดับคุณภาพ		ผลการประเมิน		ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (.....)/...../.....	
10-9 = ดีมาก 8-6 = ดี		26-30 = ดีมาก 20-25 = ดี			
5-3 = พอใช้ 2-1 = ควรปรับปรุง		11-19 = พอใช้ 0-10 = ควรปรับปรุง			
ประเมินโดย <input type="checkbox"/> ครู <input type="checkbox"/> เพื่อน <input type="checkbox"/> ผู้ปกครอง/ผู้สนใจ					

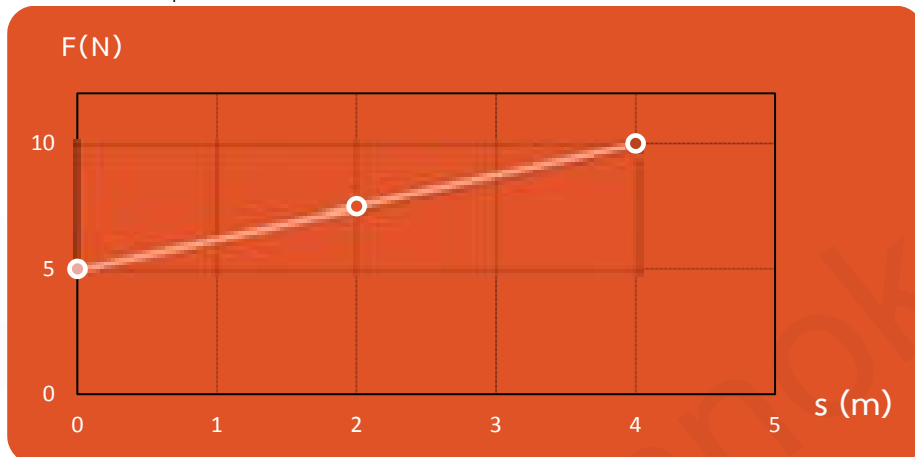


แบบทดสอบหลังเรียน

၁. 140 ခု

၁. 320 ခု

3. กราฟระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ไปบนพื้นราบลื่นของวัตถุดังรูป จงหางานที่กระทำโดยแรงที่เคลื่อนที่วัตถุไปตามทางเป็นระยะเท่ากับ 4.0 เมตร



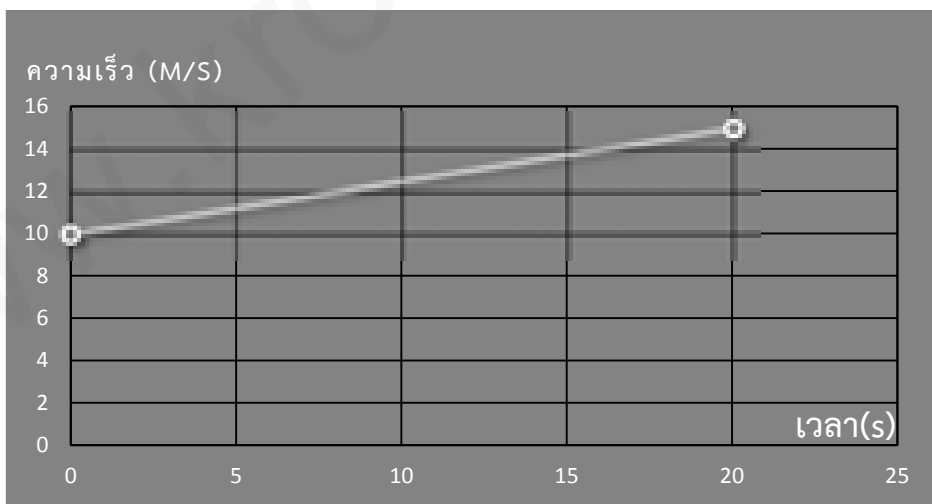
ก. 20 จูล

ข. 30 จูล

ค. 40 จูล

ง. 50 จูล

4. แรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุมวล 100 กิโลกรัม ทำให้มวลเคลื่อนที่ที่มีความเร็วสัมพันธ์กับเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่แสดงได้จากกราฟ จงหางานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อสิ้นเวลา 20 วินาที ?



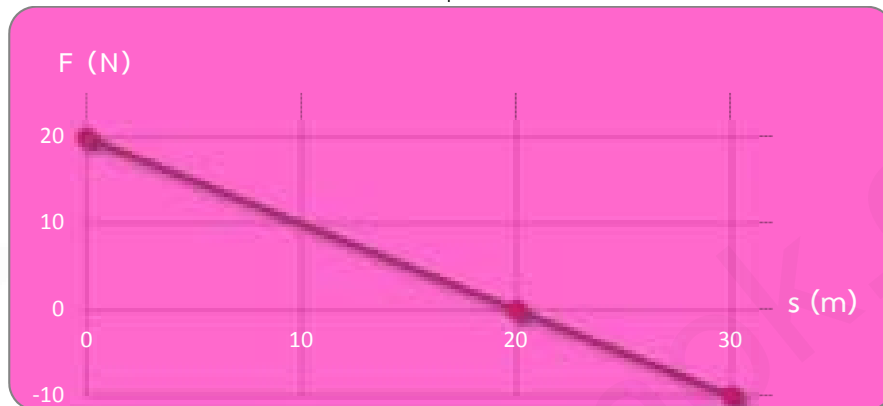
ก. 6,250 จูล

ข. 5,000 จูล

ค. 2,525 จูล

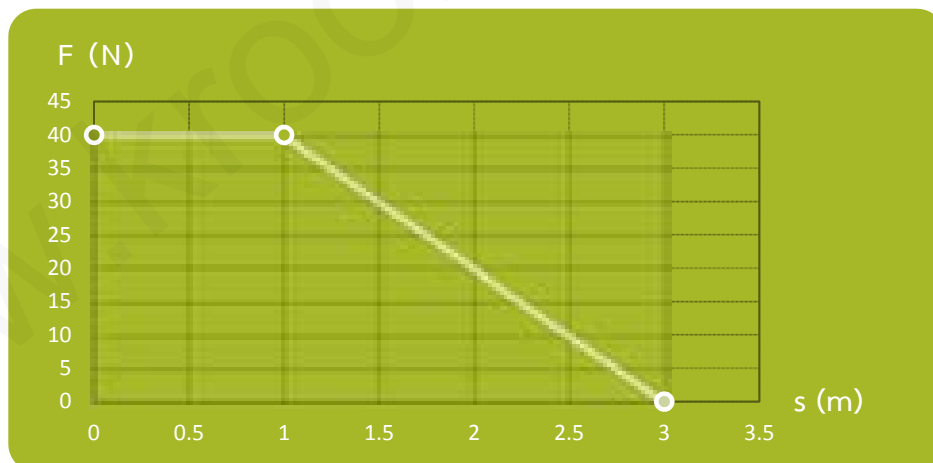
ง. 1,250 จูล

5. แรงซึ่งไม่คงที่กระทำต่อวัตถุหนึ่ง นำค่าแรงในแนวนอนกับการกระจัดมาเขียนความสัมพันธ์กับการกระจัดได้ดังกราฟ จงหางานลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 30 เมตร



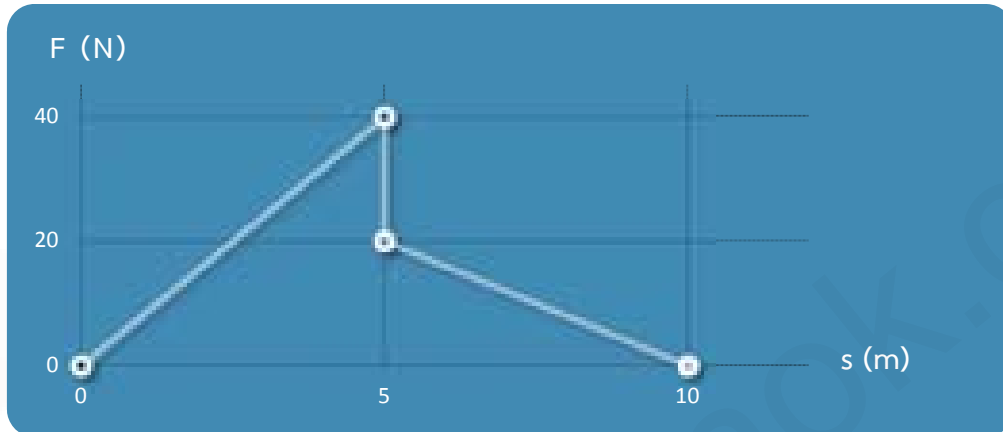
ก. 150 จูล ข. 200 จูล
ค. 250 จูล ง. 300 จูล

6. กราฟแสดงแรงขนาดต่าง ๆ ที่กระทำบนมวล 2.0 กิโลกรัม ซึ่งเดิมหยุดนิ่ง
จงหางานในการเคลื่อนที่ของมวลเป็นระยะทาง 3.0 เมตร



ก. 70 จุล ข. 80 จุล
ค. 90 จุล ง. 100 จุล

7. แรง F กระทำกับวัตถุแสดงโดยกราฟดังรูปงานที่เกิดขึ้นในระยะ 10 เมตรเป็นกี่จูล ?



ก. 100 จูล

ข. 150 จูล

ค. 200 จูล

ง. 250 จูล

8. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำกับวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรงงานที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 30 เมตรเป็นเท่าใด ?



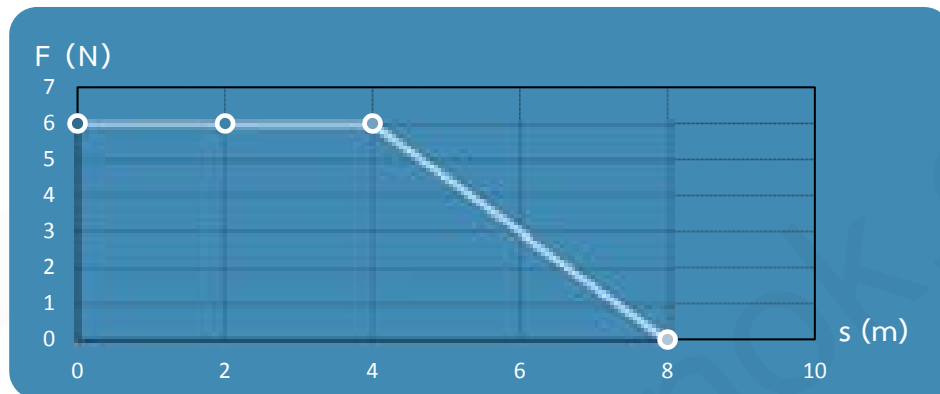
ก. 30 จูล

ข. 60 จูล

ค. 100 จูล

ง. 120 จูล

9. กราฟความสัมพันธ์ของวัตถุมวล 5 กิโลกรัมซึ่งถูกแรงกระทำ โดยขนาดของแรงกระทำเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางดังรูป จงหาขนาดของงานในหน่วยจูลที่แรงนี้กระทำ ?



- ก. 36 จូล ข. 24 จូล
 ค. 18 จូล ง. 12 จូล

10. ปริมาณใดหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟของแรงกับระยะทาง ?

- ก. งาน ข. กำลัง
ค. พลังงานศักย์ ง. พลังงานจลน์



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

1

ก.

2

ข.

3

ก.

4

ง.

5

ง.

6

ค.

7

ค.

8

ข.

9

ง.

10

ข.



บรรณานุกรม

จารึก สุวรรณรัตน์. (มปป) หนังสือเสริมทักษะและประสบการณ์วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม(ฟิสิกส์)

ช่วงชั้นที่ 4 ชุดกลศาสตร์. กรุงเทพฯ : เดอะบุคส์.

นิรัตน์ สุวรรณ์. (2551). คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ฟิสิกส์ ม.4 กลศาสตร์2. กรุงเทพฯ : พ.ศ. พัฒนา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). หนังสือเรียนวิชา

ฟิสิกส์ 2 ว 026. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2552) หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

วีรุฒิ สติตถิบาลกุล. (2553). Physics Quick & Easy 1 กลศาสตร์. กรุงเทพฯ : เพชรกระรัต.

พงษ์ศักดิ์ ชินนาบุญ. (2555). ฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์.

ภาคภูมิ เพ็งสุวรรณ. (2555). วิเคราะห์โจทย์ ฟิสิกส์ข้อสอบฟิสิกส์ ม.4เทอม 1-2.

กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). หนังสือเรียน

รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). คู่มือครู

รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.