**แบบบันทึกข้อสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**

**ชื่อสถานการณ์** เรือขนส่งสินค้า

**สถานการณ์**

ร้อยละ 95 ของการค้าโลกใช้การขนส่งทางทะเล ประมาณอย่างคร่าว ๆ มีเรือบรรทุกน้ำมัน เรือบรรทุกสินค้า

เรือบรรทุกตู้สินค้า ประมาณ 50,000 ลำ เรือเหล่านี้ส่วนใหญ่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง วิศวกรกำลังวางแผนเพื่อพัฒนาพลังลมช่วยในการเดินเรือ ข้อเสนอของพวกเขาคือ ให้ติดร่มจูงเรือไว้กับเรือและใช้พลังของลมช่วยลดการใช้น้ำมันดีเซล และลดผลกระทบของเชื้อเพลิงที่มีต่อสิ่งแวดล้อมร้อยละ 95 ของการค้าโลกใช้การขนส่งทางทะเล ประมาณอย่างคร่าว ๆ มีเรือบรรทุกน้ำมัน เรือบรรทุกสินค้า เรือบรรทุกตู้สินค้า ประมาณ 50,000 ลำ เรือเหล่านี้ ส่วนใหญ่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง วิศวกรกำลังวางแผนเพื่อพัฒนาพลังลมช่วยในการเดินเรือ ข้อเสนอของพวกเขาคือ ให้ติดร่มจูงเรือไว้กับเรือ และใช้พลังของลมช่วยลดการใช้น้ำมันดีเซล และลดผลกระทบของเชื้อเพลิงที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

**แบบบันทึกข้อสอบแบบเลือกตอบ**

**ส่วนที่ 1 ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ:**

**กระบวนการ:** □ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ☑ คิด/แปลงปัญหา

 □ ใช้คณิตศาสตร์ □ ตีความและประเมินผลลัพธ์

**เนื้อหา (ระบุได้มากกว่า 1 เนื้อหา):** ☑ จำนวนและพีชคณิต □ การวัดและเรขาคณิต □ สถิติและความน่าจะเป็น

**ตัวชี้วัด (ระบุได้มากกว่า 1 ตัวชี้วัด):** ค 1.1, ป.6/12 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ 2-3 ขั้นตอน

**ส่วนที่ 2 ข้อสอบ:**

**สถานการณ์ (เพิ่มเติม) และคำถาม**

ข้อดีอย่างหนึ่งของการใช้ร่มจูงเรือ คือ ร่มจะลอยที่ความสูง 150 ม. ที่ระดับความสูงนี้ ความเร็วลมจะมากกว่าข้างล่างที่เป็นดาดฟ้าเรือประมาณ 25% เมื่อวัดความเร็วลมบนดาดฟ้าเรือได้ 24 กม./ชม. ลมที่พัดร่มจูงเรือมีความเร็วประมาณเท่าใด

**ตัวเลือก**

 ก. 6 กม./ชม.

 ข. 18 กม./ชม.

 ค. 25 กม./ชม.

 ง. 30 กม./ชม.

**ส่วนที่ 3 แนวการตอบ ที่มาของตัวเลือก และเกณฑ์การให้คะแนน:**

**แนวการตอบ (ให้อธิบายหรือแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง)**

 จากโจทย์ปัญหา ระบุคำสำคัญไว้ว่า “ความเร็วลมจะมากกว่าข้างล่างที่เป็นดาดฟ้าเรือประมาณ 25%” แสดงว่าความเร็วลมที่พัดร่มจูงเรือ จะมีความเร็วมากกว่าความเร็วลมมากกว่าความเร็วลมบริเวณดาดฟ้าเรือ อยู่ 25% ซึ่งใช้หลักการคำนวณโดยการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ ดังนี้

**วิธีทำ** ความเร็วลมที่พัดร่มจูงเรือมากกว่าข้างล่างที่เป็นดาดฟ้าเรือประมาณ 25% หมายความว่า ความเร็วลมดาดฟ้าเรือมีความเร็ว 100 กม./ชม. ความเร็วลมที่พัดร่มจูงเรือมีความเร็ว 100+25 = 125 กม./ชม.

เทียบบัญญัติไตรยางศ์

 ความเร็วลมดาดฟ้าเรือมีความเร็ว 100 กม./ชม. ความเร็วลมที่พัดร่มจูงเรือมีความเร็ว 125 กม./ชม.

 ความเร็วลมดาดฟ้าเรือมีความเร็ว 1 กม./ชม. ความเร็วลมที่พัดร่มจูงเรือมีความเร็ว $\frac{125}{100}$ กม./ชม.

 ความเร็วลมดาดฟ้าเรือมีความเร็ว 24 กม./ชม. ความเร็วลมที่พัดร่มจูงเรือมีความเร็ว $\frac{125}{100}×24=30$ กม./ชม.

**ที่มาของตัวเลือก**

 ก. 6 กม./ชม. มาจาก 25% ของ 24 มีค่าเท่ากับ 6

 ข. 18 กม./ชม. มาจาก 25% ของ 24 มีค่าเท่ากับ 6 และนำไปลบกับ ความเร็วลมดาดฟ้าเรือมีความเร็ว 24 กม./ชม.

 ค. 25 กม./ชม. มาจาก 25%

 ง. 30 กม./ชม. มาจาก 125% ของ 24 มีค่าเท่ากับ 30 และมาจากข้อความ

ความเร็วลมที่พัดร่มจูงเรือมากกว่าข้างล่างที่เป็นดาดฟ้าเรือประมาณ 25% หมายความว่า ความเร็วลมดาดฟ้าเรือมีความเร็ว 100 กม./ชม. ความเร็วลมที่พัดร่มจูงเรือมีความเร็ว 100+25 = 125 กม./ชม.

**เกณฑ์การให้คะแนน**

|  |  |
| --- | --- |
| รายการประเมิน (ภาพรวม) | คะแนน |
| ◾ ตอบ ตัวเลือก ง. | 1 |
| ◾ คำตอบอื่น ๆ หรือ ไม่ตอบ | 0 |

**แบบบันทึกข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน**

**ส่วนที่ 1 ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ:**

**กระบวนการ:** □ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ☑ คิด/แปลงปัญหา

 □ ใช้คณิตศาสตร์ □ ตีความและประเมินผลลัพธ์

**เนื้อหา (ระบุได้มากกว่า 1 เนื้อหา):** ☑ จำนวนและพีชคณิต ☑ การวัดและเรขาคณิต □ สถิติและความน่าจะเป็น

**ตัวชี้วัด (ระบุได้มากกว่า 1 ตัวชี้วัด):** ค 1.1, ป.6/12 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ 2-3 ขั้นตอน

**ส่วนที่ 2 ข้อสอบ:**

**สถานการณ์ (เพิ่มเติม) และคำถาม**

เนื่องจากค่าใช้จ่ายในส่วนของน้ำมันดีเซลสูงถึง 0.42 เซดต่อลิตร เจ้าของเรือ นิวเวฟ กำลังคิดว่า จะติดตั้งร่มจูงเรือกับเรือของเขาจากการประมาณ พบว่าร่มจูงเรือลักษณะนี้มีศักยภาพที่จะลดการใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 20% ของทั้งหมด

|  |  |
| --- | --- |
| ชื่อเรือ: นิวเวฟ | ship.jpg |
| ประเภท: เรือบรรทุกสินค้า |
| ความยาว: 117 เมตร |
| ความกว้าง: 18 เมตร |
| ขีดความสามารถบรรทุก: 12,000 ตัน |
| ความเร็วสูงสุด: 19 น็อต |
| การใช้น้ำมันดีเซลต่อปีโดยไม่มีร่มจูงเรือ: ประมาณ 3,500,000 ลิตร |

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งร่มจูงเรือกับเรือ *นิวเวฟ* เป็น 2,500,000 เซด

เขาต้องการทำให้ค่าน้ำมันดีเซลที่ประหยัดได้คุ้มกับการลงทุนติดตั้งร่มจูงเรือ หลังติดตั้งร่มจูงเรือไปแล้วประมาณ 10 ปี

|  |  |
| --- | --- |
| **ข้อความ** | ข้อความให้ข้อมูลถูกต้อง |
|  1) สามารถบอกได้ว่า เมื่อรวมค่าใช้จ่ายในการติดตั้งร่มจูงเรือ กับเรือ นิวเวฟแล้วนั้น จะสามารถประหยัดค่าน้ำมันดีเซลได้ ภายในระยะเวลาประมาณ 10 ปี | ใช่ / ไม่ใช่ |
| 2) จากข้อมูล หากเจ้าของเรือ นิวเวฟ ตัดสินใจไม่ติดตั้งร่มจูงเรือ ในกรณีที่ผ่านไปแล้วประมาณ 10 ปี เขาจะเสียค่าน้ำมันดีเซลประหยัดกว่าการลงทุนติดตั้งร่มจูงเรือ | ใช่ / ไม่ใช่ |

**ส่วนที่ 3 แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน:**

**แนวการตอบ (ให้อธิบายหรือแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง)**

1) คำตอบ ใช่ เพราะว่า สามารถคำนวณอัตราสิ้นเปลืองของเรือภายใน 10 ปี ได้ทั้ง 2 กรณี ทั้งที่ตัดสินใจติดตั้งร่มจูงเรือ และตัดสินใจไม่ติดตั้งร่มจูงเรือ โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

 คำนวณค่าใช้จ่ายที่ไม่ได้ติดตั้งร่มจูงเรือ โดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

 - น้ำมันดีเซลมีค่าใช้จ่าย 0.42 เซด ต่อ 1 ลิตร
 - ใน 1 ปี ใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 3,500,000 ลิตร

จากข้อมูล สรุปได้ว่าภายใน 1 ปี มีค่าใช้จ่ายน้ำมันดีเซล 3,500,000 x 0.42 = 1,470,000 เซด

 คำนวณค่าใช้จ่ายที่ติดตั้งร่มจูงเรือ

จาก โจทย์กำหนด ว่าร่มจูงเรือลักษณะนี้มีศักยภาพที่จะลดการใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 20% ของทั้งหมด

 หมายความว่า ร่มจูงเรือช่วยลดการใช้น้ำมันดีเซลต่อ 1 ปี ประมาณ $\frac{20}{100}×3,500,000=700,000$ ลิตร

 แสดงว่า หากติดตั้งร่มจูงเรือ จะใช้น้ำมันดีเซลปีละ 3,500,000 – 700,000 = 2,800,000 ลิตร

 ดังนั้น ค่าใช้จ่ายน้ำมันดีเซลที่ติดตั้งร่มจูงเรือต่อ 1 ปี เท่ากับ 2,800,000 x 0.42 = 1,176,000 เซด

เมื่อเวลาผ่านไป 10 ปี พบว่าประหยัดค่าใช้จ่ายได้ (1,470,000 – 1,176,000 ) x 10 = 2,940,000 เซด

จากการลงทุนค่าใช้จ่ายในการติดตั้งร่มจูงเรือกับเรือ นิวเวฟ เป็น 2,500,000 เซด

เราจึงสรุปได้ว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 10 ปี จะทำให้ประหยัดค่าน้ำมันดีเซลคุ้มค่าลงทุนติดตั้งร่มจูงเรือ

2) คำตอบ ไม่ใช่ เพราะว่า สามารถคำนวณอัตราสิ้นเปลืองของเรือภายใน 10 ปี ได้ทั้ง 2 กรณี ทั้งที่ตัดสินใจติดตั้งร่มจูงเรือ และตัดสินใจไม่ติดตั้งร่มจูงเรือ โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

 คำนวณค่าใช้จ่ายที่ไม่ได้ติดตั้งร่มจูงเรือ โดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

 - น้ำมันดีเซลมีค่าใช้จ่าย 0.42 เซด ต่อ 1 ลิตร
 - ใน 1 ปี ใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 3,500,000 ลิตร

จากข้อมูล สรุปได้ว่าภายใน 1 ปี มีค่าใช้จ่ายน้ำมันดีเซล 3,500,000 x 0.42 = 1,470,000 เซด

 คำนวณค่าใช้จ่ายที่ติดตั้งร่มจูงเรือ

จาก โจทย์กำหนด ว่าร่มจูงเรือลักษณะนี้มีศักยภาพที่จะลดการใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 20% ของทั้งหมด

 หมายความว่า ร่มจูงเรือช่วยลดการใช้น้ำมันดีเซลต่อ 1 ปี ประมาณ $\frac{20}{100}×3,500,000=700,000$ ลิตร

 แสดงว่า หากติดตั้งร่มจูงเรือ จะใช้น้ำมันดีเซลปีละ 3,500,000 – 700,000 = 2,800,000 ลิตร

 ดังนั้น ค่าใช้จ่ายน้ำมันดีเซลที่ติดตั้งร่มจูงเรือต่อ 1 ปี เท่ากับ 2,800,000 x 0.42 = 1,176,000 เซด

เมื่อเวลาผ่านไป 10 ปี พบว่าประหยัดค่าใช้จ่ายได้ (1,470,000 – 1,176,000 ) x 10 = 2,940,000 เซด

จากการลงทุนค่าใช้จ่ายในการติดตั้งร่มจูงเรือกับเรือ นิวเวฟ เป็น 2,500,000 เซด

เราจึงสรุปได้ว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 10 ปี จะทำให้ประหยัดค่าน้ำมันดีเซลคุ้มค่าลงทุนติดตั้งร่มจูงเรือ

**เกณฑ์การให้คะแนน**

|  |  |
| --- | --- |
| รายการประเมิน (ภาพรวม) | คะแนน |
| ตอบคำถาม ได้ถูกต้อง พร้อมให้เหตุผลได้ | 2 |
| ตอบคำถาม ได้ถูกต้อง แต่ให้เหตุผลไม่ได้ | 1 |
| ตอบคำถาม ไม่ถูกต้อง พร้อมให้เหตุผลได้ | 0 |

**แบบบันทึกข้อสอบแบบอธิบายหรือแสดงวิธีทำ**

**ส่วนที่ 1 ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ:**

**กระบวนการ:** □ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ □ คิด/แปลงปัญหา

 □ ใช้คณิตศาสตร์ □ ตีความและประเมินผลลัพธ์

**เนื้อหา (ระบุได้มากกว่า 1 เนื้อหา):** 🗌 จำนวนและพีชคณิต ☑ การวัดและเรขาคณิต □ สถิติและความน่าจะเป็น

**ตัวชี้วัด (ระบุได้มากกว่า 1 ตัวชี้วัด):** ค 2.2, ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

**ส่วนที่ 2 ข้อสอบ:**

**สถานการณ์ (เพิ่มเติม) และคำถาม**

90º

45º

150 ม.

เชือก

ในการลากเรือให้เชือกทำมุม 45° และ

ร่มจูงเรือมีความสูงในแนวดิ่ง 150 ม.

ดังแสดงในแผนภาพด้านข้าง

ความยาวของเชือกที่ผูกกับร่มจูงเรือ
ยาวประมาณเท่าใด (กำหนดให้ $\sqrt{2}≈1.41$)

**ส่วนที่ 3 แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน:**

**แนวการตอบ (ให้อธิบายหรือแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องและครอบคลุมวิธีทำและคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด)**

 จากโจทย์ปัญหา เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังนั้น เราจะใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติเข้ามาช่วยในการหาคำตอบ

จากการลากเชือกทำมุม 45° และร่มจูงเรือมีความสูงในแนวดิ่ง 150 ม. ทำให้เกิดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากดังรูป

กำหนดให้ ความยาวของเชือก เป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก

 ความสูงของร่มจูงเรือในแนวดิ่ง เป็นด้านตรงข้ามมุม

จาก sin 45o = $\frac{1}{\sqrt{2}}$ และ $sinθ= \frac{ด้านตรงข้ามมุม}{ด้านตรงข้ามมุมฉาก}$

จะได้ $sin45^{o} = \frac{150}{ความยาวของเชือก}$

 $\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{150}{ความยาวของเชือก}$

 $ความยาวของเชือก= \frac{150×\sqrt{2}}{1}$

 $ความยาวของเชือก≈ 211.5$

 ดังนั้น เชือกมีความยาวประมาณ 212 เมตร

**เกณฑ์การให้คะแนน**

|  |  |
| --- | --- |
| รายการประเมิน (แสดงวิธีทำ) | คะแนน |
| ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง เข้าใจวิธีการคำนวณหาคำตอบ และคำนวณได้ถูกต้อง | 5 |
| ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง เข้าใจวิธีการคำนวณหาคำตอบ แต่ยังคำนวณไม่ถูกต้อง | 3 |
| ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่ไม่รูปวิธีการคำนวณหาคำตอบ | 1 |
| ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ไม่ถูกต้อง หาวิธีการคำนวณคำตอบไม่ได้ | 0 |