**ภาคผนวก**

**ภาคผนวก ก**

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการสนทนากลุ่มและตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

**รายนามผู้เชี่ยวชาญในการสนทนากลุ่มและตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย**

**รายนามผู้เชี่ยวชาญในการสนทนากลุ่มและสัมภาษณ์**

1. ดร.จักรพันธ์ พิรักษา ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนนางรอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 32 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแนวทางสะเต็มศึกษา

2. ดร.สิทธิศักดิ์ จินดาวงษ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแนวทางสะเต็มศึกษา

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ พรหมเด่น ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

**รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย**

1. ดร.จักรพันธ์ พิรักษา ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนนางรอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 32 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแนวทางสะเต็มศึกษา

2. ดร.สิทธิศักดิ์ จินดาวงษ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแนวทางสะเต็มศึกษา

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ พรหมเด่น ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

**ภาคผนวก ข**

- กรอบการประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป

**ภาพที่ 1** **กรอบการประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป**

**ข้อผูกพัน/ ภาระรับผิดชอบในวิชาชีพครู**

**ข้อผูกพันและภาระรับผิดชอบในวิชาชีพครู**

**ข้อผูกพันและภาระรับผิดชอบในวิชาชีพครู**

bjbkjbjkbjkbjlbjlbj

**ความรู้เกี่ยวกับวิชาชีพ**

**วิชาชีพ** o  **ผู้เรียน**

**เนื้อหาสาระ**

เนื้อหา

**ความต่อเนื่องในการพัฒนา**

**องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

**สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป**

1.การวางแผนสำหรับการจัดการเรียนสอนตามแนวทางสะเต็ม (ก่อนการสอน)

2.การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้และการบริหารจัดการห้องเรียนสะเต็ม

3.กลยุทธ์กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

4.ผลย้อนกลับและการประเมินผล ผู้เรียน

5.สะท้อนผล การจัดการเรียนรู้ (หลังสอน)

**เนื้อหาสาระ**

**ตารางที่ 1 : องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครู**

**ตารางที่ 1 องค์ประกอบของทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ความรู้เกี่ยวกับวิชาชีพ** | **กรอบการปฏิบัติงานวิชาชีพ** | | | | | **ข้อผูกพันและภาระรับผิดชอบ** |
| **องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์** | | | | |
| สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้  เนื้อหา  ผู้เรียน | 1.การวางแผนสำหรับการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม (ก่อนการสอน) | 2.การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้และการบริหารจัดการห้องเรียนสะเต็ม | 3.กลยุทธ์กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ | 4.ผลย้อนกลับและการประเมินผล ผู้เรียน | 5. สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้  (หลังสอน) | วางแผนและเชื่อมโยงการเรียนรู้กับการจัดการเรียนการสอน  อภิปรายในประเด็นที่เกี่ยวข้องและสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เพื่อดำเนินการวางแผนในการจัดการเรียนการสอน |
| 1.1 จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้  1.1.1 การเชื่อมโยงลำดับความสำคัญของการเรียนรู้  1.1.2 ความชัดเจนของจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้  1.1.3 ความเหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีความหลากหลาย | 2.1 ความเอาใจใส่และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน | 3.1 การสื่อสารกับผู้เรียน  3.1.1 จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้  3.1.2 แนวทางและขั้นตอน  3.1.3 การอธิบายเนื้อหา  3.1.4 การใช้ภาษาพูด ภาษาเขียนและภาษากาย | 4.1 การติดตามผลการเรียนรู้ | 5.1 ดำเนินการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ |
| 1.2 ความสอดคล้องแผนการสอน  1.2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแผนการสอน  1.2.2 สื่อและแหล่งการเรียนรู้  1.2.3 การจัดกลุ่มการเรียนรู้ | 2.2 กระบวนการบริหารจัดการห้องเรียน  2.2.1 การมีส่วนร่วมและการให้ความร่วมมือ  2.2.2 การถ่ายโอนการเรียนรู้  2.2.3 การจัดเตรียมอุปกรณ์การเรียนรู้ | 3.2 เทคนิคการตั้งคำถามและการอภิปราย  3.2.1 คุณภาพของการตั้งคำถาม  3.2.2 เทคนิคการตั้งคำถามและการอภิปราย | 4.2 ผลย้อนกลับสู่ผู้เรียน | 5.2 ประสิทธิภาพของบทเรียน |
| 1.3 การเลือกวิธีการประเมินผล  1.3.1 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้  1.3.1 เกณฑ์ประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน | 2.3 การควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียน  2.3.1 ความคาดหวังและการตั้งกฎเกณฑ์ในการปฏิบัติตน  2.3.2 การสังเกตและการตอบสนอง | 3.3 การเร้าความสนใจของผู้เรียน  3.3.1กิจกรรมและการมอบหมายงาน  3.3.2 การจัดกลุ่มของผู้เรียน  3.3.3 สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้  3.3.4 โครงสร้างและลำดับความต่อเนื่องของบทเรียน | 4.3 การประเมินผู้เรียน  4.3.1 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน  4.3.2 การประเมินตนเองและการติดตามพัฒนาการของผู้เรียน | 5.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน |
|  | 3.4 ความยืดหยุ่นและไหวพริบในการตอบสนองของครู  3.4.1 การปรับแก้บทเรียน  3.4.2 ไหวพริบในการการตอบเสนองต่อผู้เรียน |

**ภาคผนวก ค**

- กรอบการประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป

- แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติการสอนตามกรอบการประเมิน

ทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป

**ตารางที่ 2 กรอบการประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1. การวางแผนสำหรับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็ม** | | |
| **1.1 จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้** | | |
| 1.1.1 การเชื่อมโยงลำดับความสำคัญของการเรียนรู้ | D | การเชื่อมโยงลำดับความสำคัญ ในการเรียนรู้ในรายวิชา อย่างชัดเจน และวิชาอื่น ๆ ได้ |
| P | เชื่อมโยงลำดับความสำคัญของการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน |
| A | เชื่อมโยงลำดับความสำคัญของการเรียนรู้ได้แต่ยังไม่ชัดเจน |
| B | เรียงลำดับความสำคัญของการเรียนรู้ ไม่ชัดเจน |
| 1.1.2 ความชัดเจนของจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ | D | มีความชัดเจนในระดับมากที่สุด จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ทั้งหมดสามารถประเมินผลได้อย่างเหมาะสม |
| P | มีความชัดเจนในระดับมาก จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ทั้งหมดสามารถประเมินผลได้ |
| A | มีความชัดเจนในระดับปานกลาง รวมจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และกิจกรรมเข้าด้วยกัน แต่บางจุดมุ่งหมายไม่สามารถประเมินได้ |
| B | ไม่ชัดเจน เน้นกิจกรรมมากกว่าการเรียนรู้ของผู้เรียน ไม่มีวิธีการประเมิน |
| 1.1.3 ความเหมาะสมสำหรับความแตกต่างของผู้เรียน | D | เหมาะสำหรับนักเรียนทุกคน |
| P | ส่วนมากเหมาะสำหรับนักเรียนทุกคน |
| A | ส่วนมากเหมาะกับนักเรียนส่วนใหญ่ |
| B | ไม่เหมาะสม |
| **1.2 ความสอดคล้องของแผนการสอน** | | |
| 1.2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ | D | เหมาะสมเป็นอย่างมากกับความหลากหลายของผู้เรียนและส่งเสริมจุดประสงค์การเรียนรู้กระตุ้นการพัฒนาทางสติปัญญาผู้เรียนได้เป็นอย่างดีและสามารถจำแนกผู้เรียนได้ |
| P | เหมาะสมกับผู้เรียน และเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ กิจกรรมสามารถกระตุ้นความสนใจและท้าทายสติปัญญาของผู้เรียน |
| A | บางกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน หรือจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ |
| B | กิจกรรมการเรียนรู้ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนหรือจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ ไม่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน |
| 1.2.2 สื่อและแหล่งการเรียนรู้ | D | เหมาะสมสำหรับนักเรียน สนับสนุนเป้าหมายของการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีร่องรอยหลักฐานการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีร่องรอยหลักฐานการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการเลือกหรือปรับใช้สื่อและแหล่งการเรียนรู้ |
| P | เหมาะสมสำหรับนักเรียน สนับสนุนเป้าหมายของการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย |
| A | บางส่วนเหมาะสมกับผู้เรียน สนับสนุนเป้าหมายของการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้บางส่วน |
| B | ไม่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน ไม่สนับสนุนเป้าหมายของการเรียนรู้และไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย |
| 1.2.3 การจัดกลุ่มการเรียนรู้ | D | หลากหลายตามความเหมาะสมกับผู้เรียนและเป้าหมายของการเรียนรู้ มีร่องรอยหลักฐานที่ผู้เรียนสามารถเลือกกลุ่มที่เหมาะสมในการเรียนรู้ได้ |
| P | หลากหลายตามความเหมาะสมกับผู้เรียนและเป้าหมายของการเรียนรู้ |
| A | สนับสนุนเป้าหมายการเรียนรู้เป็นบางส่วน มีความหลากหลายเป็นบางส่วน |
| B | ไม่สนับสนุนเป้าหมายการเรียนรู้และไม่มีความหลากหลาย |
| **1.3 การเลือกวิธีการประเมินผล** | | |
| 1.3.1ความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ | D | การประเมินผลตรงตามจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้และสามารถจำแนกผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล |
| P | มีการประเมินทุกจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้และสามารถจำแนกผู้เรียนได้บ้าง |
| A | การประเมินมีความสอดคล้องกับบางจุดมุ่งหมาย |
| B | การประเมินไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ |
| 1.3.2 เกณฑ์การประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน | D | เกณฑ์การประเมินทั้งหมดมีความชัดเจนทั้งหมด |
| P | เกณฑ์การประเมินโดยส่วน มากมีความชัดเจน |
| A | มีเกณฑ์การประเมินแต่ไม่ชัดเจน |
| B | ไม่มีเกณฑ์การประเมิน |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2. การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้และการบริหารจัดการห้องเรียนสะเต็ม** | | |
| **2.1 ความเอาใจใส่และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน** | | |
| 2.1 ความเอาใจใส่และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน | D | มีความเอาใจใส่มากและสัมพันธภาพที่ดีระหว่างบุคคลและกลุ่มในระดับสูง |
| P | มีความเอาใจใส่ปานกลางและสัมพันธภาพระหว่างครูกับผู้เรียนและผู้เรียนกับเพื่อนในห้องในระดับที่เหมาะสม |
| A | เอาใจใส่น้อยและสัมพันธภาพระหว่างครูกับผู้เรียนและผู้เรียนกับเพื่อนในห้อง ในระดับที่เหมาะสมแต่พบความขัดแย้งระหว่างครูกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับผู้เรียนบ้าง |
| B | ขาดความเอาใจใส่และสัมพันธภาพระหว่างครูกับผู้เรียน และผู้เรียนกับเพื่อนในห้อง |
| **2.2 กระบวนการบริหารจัดการห้องเรียน** | | |
| 2.2.1 การมีส่วนร่วมและการให้ความร่วมมือ | D | กลุ่มขนาดเล็กทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี ทุกคนในกลุ่มมีความเอาใจใส่ในงานของตน ผู้เรียนรับผิดชอบกับงานที่ได้รับมอบหมายจนบรรลุผลอย่างดี |
| P | กลุ่มขนาดเล็กรวมกลุ่มทำงานได้เป็นอย่างดี คนในกลุ่มส่วนมากเอาใจใส่กับงานของตนโดยที่ครูไม่ต้องควบคุม |
| A | มีเพียงบางกลุ่มที่ทำงานร่วมกันและครูไม่ต้องควบคุม |
| B | ผู้เรียนไม่ให้ความร่วมมือกับครู และไม่สนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ |
| 2.2.2 การถ่ายโอนการเรียนรู้ | D | การถ่ายโอนการเรียนรู้ของผู้เรียนดำเนินการไปอย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ |
| P | การถ่ายโอนการเรียนรู้โดยส่วนมากเป็นไปด้วยดี และมีติดขัดเสียเวลาบ้างเล็กน้อย |
| A | การถ่ายโอนการเรียนรู้ประสบความสำเร็จบ้างและมีขั้นตอนที่ติดขัดเสียเวลาไปบ้าง |
| B | กิจกรรมมีความสับสนอลหม่าน และมีขั้นตอนที่ติดขัดเสียเวลามาก |
| 2.2.3 การจัดเตรียมอุปกรณ์การเรียนรู้ | D | ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ |
| P | ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้เป็นอย่างดี และมีการติดขัดเสียเวลาในการทำกิจกรรมบ้างเล็กน้อย |
| A | ผู้เรียนนำไปใช้ได้บ้าง และมีการติดขัดเสียเวลาในการเรียนทำกิจกรรมมาก |
| B | ผู้เรียนไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ |
| **2.3 การควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียน** | | |
| 2.3.2 ความคาดหวังและการตั้งกฎเกณฑ์ในการปฏิบัติตน | D | ตั้งกฎเกณฑ์ในการปฏิบัติตนของผู้เรียนอย่างชัดเจน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตั้งกฎเกณฑ์ |
| P | ตั้งกฎเกณฑ์ในการปฏิบัติตนของผู้เรียนอย่างชัดเจน |
| A | สร้างตั้งกฎเกณฑ์ในการปฏิบัติตนของผู้เรียน และผู้เรียนส่วนมากเข้าใจ |
| B | ไม่ตั้งกฎเกณฑ์ในการปฏิบัติตนของผู้เรียน และผู้เรียนส่วนมากสับสนว่ากฎเกณฑ์คืออะไร |
| **2. การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้และการบริหารจัดการห้องเรียน** (ต่อ) | | |
| 2.3.3 การสังเกตและการตอบสนอง | D | สังเกตเห็นพฤติกรรมของผู้เรียนตลอดเวลา สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนอย่างเหมาะสมและทันท่วงทีและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี |
| P | สังเกตเห็นพฤติกรรมของผู้เรียน สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนอย่างเหมาะสมและจะให้ผลในเชิงบวก |
| A | สังเกตเห็นพฤติกรรมของผู้เรียน แต่บางครั้งพบว่าผลการตอบสนองต่อผู้เรียนจะให้ผลในเชิงลบ |
| B | ไม่ตระหนักถึงพฤติกรรมและการตอบสนองของผู้เรียน หรือมีการตอบสนองที่ไม่เหมาะสม |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **3. กลยุทธ์กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ** | | |
| **3.1 การสื่อสารกับผู้เรียน** | | |
| 3.1.1 จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ | D | จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ชัดเจน ตรงกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน |
| P | จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ชัดเจน |
| A | บอกจุดมุ่งหมายการเรียนรู้แต่ไม่ชัดเจน |
| B | ไม่บอกจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ |
| 3.1.2 แนวทางและกระบวนการ | D | ชัดเจนและเตรียมการป้องกันความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไว้ล่วงหน้า |
| P | ชัดเจนและสามารถปฏิบัติตามได้ |
| A | ผู้เรียนทำความเข้าใจได้ หลังจากเกิดความสับสนบ้างในระยะแรก |
| B | สร้างความสับสนให้กับผู้เรียน |
| 3.1.3 การอธิบายเนื้อหา | D | เหมาะสมและเห็นมโนภาพ สามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนได้ดี |
| P | เหมาะสมกับนักเรียน เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ของนักเรียน |
| A | ไม่ชัดเจนยากต่อการปฏิบัติตาม |
| B | ไม่ชัดเจนหรือสร้างความสับสนให้กับผู้เรียน |
| 3.1.4 การใช้ภาษาพูด ภาษาเขียนและภาษากาย | D | ชัดเจน เหมาะสม ถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ |
| P | ส่วนใหญ่ชัดเจน ถูกต้อง และสามารถสื่อสารได้ |
| A | พอเข้าใจได้ บางส่วนใช้ภาษาพูด ภาษาเขียนและภาษาท่าทางยังไม่เหมาะสม |
| B | การใช้ภาษาพูดที่เข้าใจยาก ใช้ภาษาเขียนที่ไม่ถูกต้อง และใช้ภาษาท่าทางยังไม่เหมาะสม |
| **3.2 เทคนิคการตั้งคำถามและการอภิปราย** | | |
| 3.2.1 คุณภาพของการตั้งคำถาม | D | ทุกคำถามวัดความคิดระดับสูง การรอคำตอบใช้ระยะเวลาที่เหมาะสม และผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตั้งคำถามที่หลากหลาย |
| P | คำถามส่วนใหญ่วัดความคิดระดับสูง มีการรอคำตอบใช้ระยะเวลาที่เพียงพอ |
| A | มีทั้งคำถามที่วัดความคิดระดับต่ำและสูง และมีบางคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากตอบ |
| B | คำถามที่วัดความคิดระดับต่ำ ไม่ท้าทายต่อการเรียนรู้และส่วนใหญ่เป็นคำถามปลายปิด |
| 3.2.2 เทคนิคการตั้งคำถามและการอภิปราย | D | สามารถตั้งคำถาม สามารถตีกรอบการอภิปรายโดยมอบหมายให้ผู้เรียนรับผิดชอบในการอภิปรายหัวข้อต่างๆ ได้ มีเทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมและประสบผลสำเร็จในการอภิปราย |
| P | สามารถตั้งคำถาม สามารถตีกรอบการอภิปราย กรณีที่ผู้เรียนอภิปรายออกนอกประเด็น มีเทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรม |
| A | มีความพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น แต่พบผู้เรียนผู้บางส่วนที่มีส่วนร่วมในการอภิปราย |
| B | ครูถามและตอบเองโดยที่ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในการอภิปราย ครูไม่รอคำตอบ |
| **3.3 การเร้าความสนใจของผู้เรียน** | | |
| 3.3.1 กิจกรรมและการมอบหมายงาน | D | ผู้เรียนทุกคนถูกกระตุ้นให้คิด ผู้เรียนริเริ่มหรือดัดแปลงกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้ของตนเอง |
| P | ผู้เรียนส่วนมากถูกกระตุ้นให้คิดจากภาระงานที่ได้รับ |
| A | เหมาะสมกับผู้เรียนบางคน และผู้เรียนบางส่วนถูกกระตุ้นให้คิด |
| B | ไม่เหมาะสบกับวัย หรือความรู้เดิม ขาดการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด |
| 3.3.2 การจัดกลุ่มของผู้เรียน | D | เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถบริหารจัดการและดำเนินกิจกรรมในกลุ่มได้ |
| P | เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ |
| A | เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้เป็นบางส่วน |
| B | ไม่เหมาะสม |
| 3.3.3 สื่อการสอนและแหล่งการเรียนรู้ | D | เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ นักเรียนสามารถ ประยุกต์หรือเลือกใช้สื่อต่างๆ ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ |
| P | เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ |
| A | เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้บางส่วน |
| B | ไม่เหมาะสมและไม่สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ |
| 3.3.4 โครงสร้างและลำดับความต่อเนื่องของบทเรียน | D | มีความสอดคล้องของการวางโครงสร้างและลำดับความต่อเนื่องของบทเรียนอย่างชัดเจน และเหมาะสมกับผู้เรียนทุกคน |
| P | การวางโครงสร้างชัดเจน และลำดับความต่อเนื่องของบทเรียน เหมาะสม และเหมาะสมกับผู้เรียนส่วนมาก |
| A | การวางโครงสร้างใช้ได้ แต่การวางโครงสร้างยังไม่สอดคล้องกับลำดับความต่อเนื่องของบทเรียน |
| B | การวางโครงสร้างของบทเรียนไม่ดี ลำดับและความต่อเนื่องของบทเรียนยังต้องปรับปรุงแก้ไข |
| **3.4 ความยืดหยุ่นและไหวพริบในการตอบสนองของครู** | | |
| 3.4.1 การปรับแก้บทเรียน | D | ราบรื่นไม่สะดุด ประสบความสำเร็จในการปรับแก้ตามต้องการ |
| P | ขาดความราบรื่นในการปรับแก้บทเรียนตามที่ต้องการ โดยทั่วไปประสบความสำเร็จในการปรับแก้บทเรียน |
| A | การปรับแก้บทเรียนตามได้ แต่ประสบความสำเร็จบางส่วน |
| B | ไม่ปรับแก้บทเรียนแม้เห็นชัดเจนว่าจำเป็นต้องปรับแก้ |
| 3.4.2 ไหวพริบในการตอบสนองต่อผู้เรียน | D | ครูมีไหวพริบในการส่งเสริมโอกาสการเรียนรู้ของผู้เรียน บนพื้นฐานของสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะสอน |
| P | ประสบความสำเร็จในการปรับแก้ คำถามหรือความสนใจของผู้เรียน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการวางลำดับความต่อเนื่องของบทเรียน |
| A | ครูพยายามปรับแก้คำถามหรือความสนใจของผู้เรียน แต่ส่งผลกระทบต่อการวางลำดับความต่อเนื่องของบทเรียน |
| B | ครูเพิกเฉยหรือไม่สนใจต่อคำถามหรือความสนใจของผู้เรียน |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **4. ผลย้อนกลับและการประเมินผู้เรียน** | | |
| **4.1 การติดตามผลการเรียนรู้** | | |
|  | D | การดำเนินติดตามผลเป็นรายบุคคล |
| P | การดำเนินการติดตามผลนักเรียนเป็นรายกลุ่ม |
| A | การติดตามผลนักเรียนทุกคน |
| B | ไม่มีหลักฐานในการติดตามผล |
| **4.2 ผลย้อนกลับสู่ผู้เรียน** | | |
|  | D | ให้ผลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผลย้อนกลับกับนักเรียนทุกคน ผลย้อนกลับระบุสิ่งที่จำเป็นให้กับผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ |
| P | ให้ผลย้อนกลับกับนักเรียนส่วนมาก ผลย้อนกลับระบุสิ่งที่จำเป็นให้กับผู้เรียนได้ |
| A | ให้ผลย้อนกลับที่ไม่สม่ำเสมอ ไม่สอดคล้อง ให้ผลย้อนกลับให้กับนักเรียนบางคน ผลย้อนกลับมีเพียงบางครั้งเท่านั้นที่ระบุถึงสิ่งที่จำเป็น |
| B | คุณภาพต่ำ ไม่เหมาะสม ให้ผลย้อนกลับไม่มีจุดเน้นหรือไม่เป็นประโยชน์ ผลย้อนกลับไม่ได้ระบุในสิ่งที่จำเป็น |
| **4.3 การประเมินผู้เรียน** | | |
| 4.3.1 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน | D | ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน และพยายามพัฒนาตนเองตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ |
| P | ผู้เรียนตระหนักถึงเกณฑ์การประเมินพฤติกรรม |
| A | ผู้เรียนตระหนักในบางเกณฑ์การประเมินพฤติกรรม |
| B | ผู้เรียนไม่ใส่ใจในเกณฑ์การประเมินพฤติกรรม |
| 4.3.2 การประเมินตนเองและการติดตามพัฒนาการของผู้เรียน | D | บ่อยครั้งที่ผู้เรียนประเมินและติดตามผลคุณภาพงานของตนเองตามเกณฑ์การประเมิน ผู้เรียนกระตือรือร้นในการใช้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง |
| P | บ่อยครั้งผู้เรียนประเมินและติดตามคุณภาพงานของตนเองตามเกณฑ์การประเมิน |
| A | ผู้เรียนประเมินคุณภาพงานของตนเองเป็นบางครั้งตามเกณฑ์การประเมินพฤติกรรม |
| B | ผู้เรียนไม่ใส่ใจการประเมินตนเองหรือติดตามผล |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **5. ผลสะท้อนของการจัดการเรียนรู้** | | |
| **5.1 ดำเนินการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้** | | |
|  | D | ระบบการจัดเก็บข้อมูลและการบันทึกสะท้อนความเป็นจริงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพทั้งหมด และสอดคล้องกับการประเมินของอาจารย์นิเทศ สามารถเก็บบันทึกรายละเอียดความก้าวหน้าและพัฒนาการด้านการสอนของตนเองอย่างต่อเนื่อง |
| P | ระบบการจัดเก็บข้อมูลและการบันทึกข้อมูลที่สะท้อนความเป็นจริงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีการบันทึกรายละเอียดพัฒนาการการสอนของตนเอง |
| A | มีความรู้เกี่ยวกับการจัดระบบข้อมูลเบื้องต้น บางส่วนสะท้อนความเป็นจริงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เก็บหลักฐานการบันทึกพัฒนาการสอนของตนเองต่อเนื่อง |
| B | ไม่มีระบบหรือไม่มีการจัดเรียงข้อมูล ไม่มีหลักฐานการบันทึกพัฒนาการการสอนของตนเอง |
| **5.2 ประสิทธิภาพของบทเรียน** | | |
|  | D | การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากสามารถเชื่องโยงไปสู่บทเรียนอื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม |
| P | การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมาก |
| A | เชื่อมโยงบทเรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ได้เพียงบางส่วน |
| B | ไม่สามารถตัดสินได้ว่าการสอนประสบความสำเร็จได้หรือไม่ |
| **5.3 ข้อเสนอแนะในปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน** | | |
|  | D | สามารถระบุแนวทางที่หลากหลายในการปรับปรุงบทเรียนได้อย่างเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะที่สะท้อนความเป็นจริงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ |
| P | สามารถระบุแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงบทเรียนได้ |
| A | ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปรับปรุงบทเรียนโดยทั่วไปได้ |
| B | ไม่สามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปรับปรุงบทเรียนได้ |

**B = เริ่มต้น (Beginning)**

**A = เริ่มชำนาญ (Approaching Proficient)**

**P = ชำนาญ (Proficient)**

**D = ยอดเยี่ยม (Distinguished)**

**ตารางที่ 3 แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการสอน ตามกรอบการประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

**สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **รหัสนักศึกษา :** | **หมู่เรียน :** | **วันเวลาที่สังเกต :** |
| **วิชา :** | | **หัวข้อที่สอน :** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **องค์ประกอบในการประเมินสมรรถนะด้านความรู้ผนวกวิธีสอน** | **ระดับของสมรรถนะ** | | | | **บันทึกผลเพิ่มเติม** |
| **B** | **A** | **P** | **D** |
| **1.การวางแผนสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม (ก่อนการสอน)** |  |  |  |  |  |
| **1.1จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้** |  |  |  |  |  |
| 1.1.1 การเชื่อมโยงลำดับความสำคัญของการเรียนรู้ |  |  |  |  |  |
| 1.1.2 ความชัดเจนของจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ |  |  |  |  |  |
| 1.1.3 ความเหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีความหลากหลาย |  |  |  |  |  |
| **1.2 ความสอดคล้องของแผนการสอน** |  |  |  |  |  |
| 1.2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแผนการสอน |  |  |  |  |  |
| 1.2.2 สื่อและแหล่งการเรียนรู้ |  |  |  |  |  |
| 1.2.3 การจัดกลุ่มการเรียนรู้ |  |  |  |  |  |
| **1.3 การเลือกวิธีการประเมินผล** |  |  |  |  |  |
| 1.3.1 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ |  |  |  |  |  |
| 1.3.2 เกณฑ์การประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน |  |  |  |  |  |
| **2. การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้และการบริหารจัดการห้องเรียนสะเต็ม** |  |  |  |  |  |
| **2.1 ความเอาใจใส่และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน** |  |  |  |  |  |
| **2.2 กระบวนการบริหารจัดการห้องเรียน** |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **องค์ประกอบในการประเมินสมรรถนะด้านความรู้ผนวกวิธีสอน** | **ระดับของสมรรถนะ** | | | | **บันทึกผลเพิ่มเติม** |
| **B** | **A** | **P** | **D** |
| **2.2 กระบวนการบริหารจัดการห้องเรียน** (ต่อ) |  |  |  |  |  |
| 2.2.1 การมีส่วนร่วมและการให้ความร่วมมือ |  |  |  |  |  |
| 2.2.2 การถ่ายโอนการเรียนรู้ |  |  |  |  |  |
| 2.2.3 การจัดเตรียมอุปกรณ์การเรียนรู้ |  |  |  |  |  |
| **2.3 การควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียน** |  |  |  |  |  |
| 2.3.1 ความคาดหวังและการตั้งกฎเกณฑ์ในการปฏิบัติตน |  |  |  |  |  |
| 2.3.2 การสังเกตและการตอบสนอง |  |  |  |  |  |
| **3.กลยุทธ์กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ** |  |  |  |  |  |
| **3.1 การสื่อสารกับผู้เรียน** |  |  |  |  |  |
| 3.1.1 จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ |  |  |  |  |  |
| 3.1.2 แนวทางและกระบวนการ |  |  |  |  |  |
| 3.1.3 การอธิบายเนื้อหา |  |  |  |  |  |
| 3.1.4 การใช้ภาษาพูด ภาษาเขียน และภาษากาย |  |  |  |  |  |
| **3.2 เทคนิคการตั้งคำถามและการอภิปราย** |  |  |  |  |  |
| 3.2.1คุณภาพของการตั้งคำถาม |  |  |  |  |  |
| 3.2.2 เทคนิคการตั้งคำถามและการอภิปราย |  |  |  |  |  |
| **3.3 การเร้าความสนใจของผู้เรียน** |  |  |  |  |  |
| 3.3.1 กิจกรรมและการมอบหมายงาน |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **องค์ประกอบในการประเมินสมรรถนะด้านความรู้ผนวกวิธีสอน** | **ระดับของสมรรถนะ** | | | | **บันทึกผลเพิ่มเติม** |
| **B** | **A** | **P** | **D** |
| 3.3.3 สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ |  |  |  |  |  |
| 3.3.4 โครงสร้างและลำดับความต่อเนื่องของบทเรียน |  |  |  |  |  |
| **3.4 ความยืดหยุ่นและไหวพริบในการตอบสนองของครู** |  |  |  |  |  |
| 3.4.1 การปรับแก้บทเรียน |  |  |  |  |  |
| 3.4.2 ไหวพริบในการตอบสนองต่อผู้เรียน |  |  |  |  |  |
| **4.ผลย้อนกลับและการประเมินผลผู้เรียน** |  |  |  |  |  |
| **4.1 การติดตามผลการเรียนรู้** |  |  |  |  |  |
| **4.2 ผลย้อนกลับสู่ผู้เรียน** |  |  |  |  |  |
| **4.3 การประเมินผู้เรียน** |  |  |  |  |  |
| 4.3.1 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน |  |  |  |  |  |
| 4.3.2 การประเมินตนเองและการติดตามพัฒนาการของผู้เรียน |  |  |  |  |  |
| **5.สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (หลังการสอน)** |  |  |  |  |  |
| **5.1 ดำเนินการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้** |  |  |  |  |  |
| **5.2 ประสิทธิภาพของบทเรียน** |  |  |  |  |  |
| **5.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน** |  |  |  |  |  |

**หมายเหตุ** B = เริ่มต้น (Beginning)

A = เริ่มชำนาญ (Approaching Proficient)

P = ชำนาญ (Proficient)

D = ยอดเยี่ยม (Distinguished)

**ภาคผนวก ง**

- กรอบการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์

**กรอบการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์**

การประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีขอบเขตในการประเมินประกอบด้วย ด้านเนื้อหา (Content Domain) และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive Domain) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**การรู้วิชาเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์**

**1) ด้านเนื้อหา**

การประเมินผลด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครอบคลุมเนื้อหาวิชาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ แต่ละหัวข้อการเรียนรู้ของเนื้อหาที่ใช้ในการประเมินจะครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หัวข้อที่ใช้ในการประเมินในแต่ละเนื้อหา มีรายละเอียดดังนี้

**วิทยาศาสตร์ชีวภาพ**

􀂃 คุณลักษณะ การจัดประเภท และกระบวนการของสิ่งมีชีวิต

􀂃 เซลล์และหน้าที่ของเซลล์

􀂃 วงจรชีวิต การสืบพันธุ์ และการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

􀂃 ความผันแปร การพัฒนา และการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

􀂃 ระบบนิเวศ

􀂃 ร่างกายมนุษย์

**เคมี**

􀂃 การจำแนกประเภทและองค์ประกอบของสาร

􀂃 สมบัติของสาร

􀂃 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

**วิทยาศาสตร์กายภาพ**

􀂃 สภาพทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลง

􀂃 การเปลี่ยนรูปพลังงาน ความร้อน อุณหภูมิ

􀂃 แสง

􀂃 เสียง

􀂃 ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

􀂃 แรงและการเคลื่อนที่

**โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ**

􀂃 โครงสร้างของโลก และลักษณะทางกายภาพ

􀂃 กระบวนการของเปลือกโลก

􀂃 การใช้และอนุรักษ์ทรัพยากร

􀂃 ระบบสุริยะและจักรวาล

**วิทยาศาสตร์ชีวภาพ**

สามารถบอกนิยามของลักษณะของหมวดหมู่และจัดจำแนกหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต สามารถบอกถึงตำแหน่งอวัยวะสำคัญต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะและระบบของอวัยวะกับพื้นฐานทางชีววิทยา

มีความเข้าใจเบื้องต้นในเรื่องเซลล์และหน้าที่ของเซลล์ บรรยายส่วนประกอบของเซลล์ โครงสร้างของเซลล์และเชื่อมโยงกับหน้าที่ของเซลล์ และบรรยายกระบวนการทางชีววิทยาบางกระบวนการ เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจ ซึ่งเป็นกระบวนการพื้นฐานของการมีชีวิต

สามารถแยกแยะระหว่างการเจริญเติบโตและพัฒนาการในสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ สามารถเปรียบเทียบระหว่างการสืบพันธุ์แบบมีเพศและไม่มีเพศในทางชีววิทยาระดับเซลล์รวมทั้งแนวคิดเรื่องกรรมพันธุ์ที่ส่งผ่านวัตถุทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปยังลูกหลาน

มีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องของความหลากหลาย การปรับตัว การคัดเลือกตามธรรมชาติ ระหว่างสิ่งมีชีวิต ความคล้ายคลึงกันของลักษณะและการขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต และสามารถเชื่อมโยงความหลากหลายของลักษณะกับการมีชีวิตรอด หรือการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงโดยอ้างจากหลักฐานที่แสดงถึงประวัติการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของชีวิตบนโลกจากการเปรียบเทียบสิ่งมีชีวิตปัจจุบันกับซากฟอสซิล

เข้าใจความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ แสดงความเข้าใจระดับเริ่มในเรื่องของสิ่งมีชีวิตที่ต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างประชากรสิ่งมีชีวิต เพื่อรักษาสมดุลในระบบนิเวศ รู้บทบาทของสิ่งมีชีวิตในวงจรของวัตถุ และคาดการณ์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศที่สำคัญต้องรู้ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

มีความรู้เรื่องสุขภาพ โภชนาการ และโรคภัยไข้เจ็บ ควรจะรู้สาเหตุของโรค สามารถสื่อสารเรื่องการติดต่อของโรค และรู้เรื่องความสำคัญของระบบภูมิคุ้มกัน และสามารถบรรยายบทบาทของสารอาหารเฉพาะอย่างในการทำหน้าที่ของร่างกายคน

**เคมี**

สามารถจำแนกสารบนพื้นฐานของสมบัติทางกายภาพ และรู้ว่าสามารถจัดกลุ่มสารตามสมบัติที่คล้ายกันทั้งทางกายภาพและทางเคมี สามารถบอกความแตกต่างระหว่างธาตุ สารประกอบ และของผสม และมีความเข้าใจเบื้องต้นในเรื่องของโครงสร้างเชิงอนุภาคของสารในระดับอะตอม ไอออนและโมเลกุล

มีความเข้าใจถึงเรื่องสมบัติของสสาร สามารถอธิบายวิธีการแยกของผสมโดยอาศัยสมบัติทางกายภาพ สามารถให้นิยามสารละลาย และสามารถระบุปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร อธิบายสมบัติบางประการของโลหะและการใช้ประโยชน์ สามารถเปรียบเทียบสมบัติของกรดและเบส

บอกความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี บอกความรู้พื้นฐานของการอนุรักษ์ของสสารในระหว่างการเปลี่ยนแปลง เช่น รู้ว่าต้องมีออกซิเจนในการเกิดสนิม การเผาไหม้ และการเกิดปฏิกิริยาแบบเดียวกันในสารในชีวิตประจำวัน และสามารถระบุถึงปฏิกิริยาเคมีที่ดูดกลืนหรือคายความร้อนได้

**วิทยาศาสตร์กายภาพ**

สามารถบรรยายกระบวนการที่เกี่ยวข้องในการเปลี่ยนสถานะ และเริ่มที่จะเชื่อมโยง

ความเข้าใจเรื่องของสถานะเข้ากับเรื่องของระยะทางระหว่างอนุภาคและการเคลื่อนที่ (Movement) ในหมู่ของอนุภาค มีความเข้าใจเกี่ยวกับกฎอนุรักษ์ของมวลสาร

อธิบายการเปลี่ยนรูปพลังงาน ความร้อน และอุณหภูมิ สามารถระบุพลังงานรูปต่าง ๆ บรรยายการเปลี่ยนรูปพลังงานของรูปแบบไม่ซับซ้อน และใช้หลักการอนุรักษ์พลังงานในสถานการณ์ภาคปฏิบัติ และอธิบายความร้อนในรูปแบบของการถ่ายเทพลังงาน และสามารถเชื่อมโยงเรื่องอุณหภูมิกับเรื่องของการเคลื่อนที่หรือความเร็วของอนุภาค

บอกสมบัติพื้นฐานของแสง และการปะทะสัมพันธ์ของแสงกับวัตถุ สามารถใช้สมบัติของแสงเชิงเรขาคณิตในการแก้ปัญหาภาคปฏิบัติ สามารถเชื่อมโยงลักษณะที่ปรากฏและสีของวัตถุกับสมบัติของแสง และอธิบายสมบัติบางประการของเสียง

อธิบายการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร แผนผังวงจรแบบที่ไม่ซับซ้อน และความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับค่าความต่างศักย์ในวงจร สามารถบอกสมบัติและแรงของแม่เหล็ก ลักษณะเด่นและการใช้ประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้า

**วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก**

มีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างและลักษณะทางกายภาพของโลก มีความรู้โครงสร้างและลักษณะทางกายภาพของเปลือกโลก ผิวโลก และแกนของโลก สามารถบอกลักษณะการกระจายของน้ำบนโลก และสถานะทางกายภาพ ส่วนประกอบ และการเคลื่อนที่ของน้ำในโลก เปรียบเทียบองค์ประกอบของอากาศ และการเปลี่ยนแปลงในบรรยากาศของโลกในระดับความสูงต่าง ๆ กัน

อธิบายเกี่ยวกับพื้นฐานของแบบรูปและวัฏจักร สามารถเขียนคำบรรยาย หรือเขียนแผนผัง

เกี่ยวกับวัฏจักรของหินและน้ำ สามารถตีความ แปลความ และใช้ข้อมูลจากแผนที่อากาศ ทั้งปัจจัยในท้องถิ่นและสากล และจำแนกความแตกต่างของอากาศประจำวัน และดินฟ้าอากาศทั่วไปในท้องถิ่นต่าง ๆ ของโลก อธิบายความความสัมพันธ์ของเวลาและฤดูกาล และอธิบายกระบวนการทางกายภาพและเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นบนโลกนับล้านๆ ปีมาแล้ว

มีความรู้ความเข้าใจเรื่องทรัพยากรของโลก การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ทรัพยากร

โดยให้ตัวอย่างของแหล่งทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป และแหล่งที่ใช้หมุนเวียนได้ โดยเชื่อมโยงกับการใช้ทรัพยากรพื้นดินของมนุษย์ และวิธีใช้ในการเกษตร และบอกถึงปัจจัยของความต้องการและการจัดหาน้ำใช้ในการเกษตร

มีความรู้ระบบสุริยะในเรื่องของระยะทาง ขนาดเปรียบเทียบ และการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ และดวงจันทร์ของดาวเคราะห์ ตลอดจนอธิบายปรากฏการณ์บนโลกเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในท้องฟ้า สามารถเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของโลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ ในแง่ที่ว่าดวงดาวเหล่านั้นจะมีสภาพเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตอยู่ได้หรือไม่

**2) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้**

การประเมินผลด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของโครงการฯ ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ ความรู้/ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล การกำหนดน้ำหนักของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมิน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

น้ำหนักของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมิน

• ความรู้/ความเข้าใจ ร้อยละ 30

• การประยุกต์ใช้ความรู้ ร้อยละ 35

• การใช้เหตุผล ร้อยละ 35

**นิยามศัพท์ของพฤติกรรมการเรียนรู้**

**ความรู้/ความเข้าใจ** เป็นความรู้ความเข้าใจที่อยู่บนพื้นฐานข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลแนวคิด เครื่องมือ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถเรียกคืนข้อมูลที่ถูกต้องหรือจดจำได้และมีความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง ข้อมูล สัญลักษณ์ หน่วยและกระบวนการและสามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม ความรู้ความเข้าใจตามนิยามนี้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Recall/Recognize) การระบุข้อมูลจากข้อเท็จจริง ความสัมพันธ์ กระบวนการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น ระบุคุณลักษณะหรือคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งมีชีวิต สาร และกระบวนการ

2. การนิยาม (Define) การระบุความหมายสิ่งที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ เช่น การจำได้และใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ คำย่อ หน่วยวัดและเครื่องมือวัดที่เหมาะสม

3. การอธิบาย (Describe) อธิบายถึงสิ่งมีชีวิต ลักษณะทางกายภาพของสาร และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติ โครงสร้าง หน้าที่ และความสัมพันธ์

4. การยกตัวอย่าง (Illustrate with Examples) มีตัวอย่างประกอบหรือสะท้อนข้อเท็จจริงและแนวคิดได้เหมาะสม เช่น ระบุหรือยกตัวอย่างได้เหมาะสมจากแนวคิดทั่วๆ ไป

5. การใช้เครื่องมือ และกระบวนการ (Use Tool and Procedure) บรรยายความรู้ที่มีเกี่ยวกับการใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ ขั้นตอน เครื่องประดิษฐ์ และเครื่องมือวัด

**การประยุกต์ใช้ความรู้** เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบ การเทียบเคียง และการจัดประเภทที่เกิดจากข้อมูล แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และใช้ความรู้ความเข้าใจแนวคิดและหลักการในการหาคำตอบของปัญหา หรือการสร้างคำอธิบาย ในการสร้างคำอธิบายนักเรียนควรจะสามารถใช้แผนผัง

แผนภาพ หรือแบบจำลอง เพื่อประกอบการอธิบายโครงสร้างหรือความสัมพันธ์ และแสดงการรู้ใน

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ใช้ความรู้ตามนิยามนี้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบ/การเทียบเคียง/การจัดจำแนกประเภท (Compare/Contrast/Classify) ระบุหรืออธิบายความเหมือนและความแตกต่างระหว่างกลุ่มของสิ่งมีชีวิต สาร หรือกระบวนการ เช่น การจำแนก การจัดประเภท หรือกำหนดความเฉพาะของสาร สิ่งมีชีวิต และกระบวนการตามคุณลักษณะและสมบัติ

2. การใช้แบบจำลอง (Use Model) การใช้แผนผังหรือแบบจำลองอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โครงสร้าง ความสัมพันธ์ กระบวนการ ระบบหรือวงจรของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต (เช่น สายใยอาหาร วงจรไฟฟ้า วัฏจักรน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์และโครงสร้างอะตอม)

3. ความสัมพันธ์ (Relate) ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่เกิดจากการสังเกตพบ หรือคุณสมบัติ พฤติกรรมที่อ้างอิง

4. การตีความจากข้อมูล (Interpret Information) การแสดงข้อมูล ตาราง หรือกราฟฟิกจากแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5. การหาข้อสรุป (Find Solution) การระบุหรือใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์หรือสูตรคำนวณหาข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพเพื่ออธิบายแนวคิด

6. การอธิบาย (Explain) บ่งชี้และอธิบายสิ่งที่สังเกตพบหรือการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจภายใต้แนวคิด กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

**การใช้เหตุผล** เป็นการใช้เหตุผลและการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ไม่เคยชิน ในบริบทที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น และมีปัญหาที่มีขั้นตอนซับซ้อนกว่าที่เคยพบ

เป็นประจำ จุดประสงค์หนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือการเตรียมนักเรียนให้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาการสร้างคำอธิบาย และการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ เป็นภารกิจเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาบางอย่างที่ไม่คุ้นเคยหรือที่มีบริบทที่ซับซ้อนนักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ นักเรียนอาจจะต้องแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ อาจต้องวิเคราะห์ว่ามีหลักการใดบ้างเข้ามาเกี่ยวข้อง ต้องใช้สมการ สูตร ความสัมพันธ์ที่เหมาะสมต้องใช้เทคนิค การวิเคราะห์ การประเมินคำตอบ การได้คำตอบที่ถูกต้องอาจมาจากการใช้กลยุทธ์ที่แตกต่างกันหลายแบบ และการเลือกกลยุทธ์ เหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นในนักเรียน การใช้เหตุผลตามนิยามนี้ มีพฤติกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์/การแก้ปัญหา (Analyze/Solve Problems) วิเคราะห์ปัญหาด้วยการอธิบายถึงความเชื่อมโยง แนวคิด และขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา การพัฒนาและอธิบายแนวทางการ

แก้ปัญหา

2. การบูรณาการ/การสังเคราะห์ (Integrate/Synthesize) ลงข้อสรุปของปัญหา โดยพิจารณาเกี่ยวกับจำนวนของความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน แสดงถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหรือหัวข้อที่เหมือนกันหรือตรงข้ามกันบูรณาการแนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาข้อสรุปของปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. การตั้งสมมติฐาน/การทำนาย (Hypothesize/Predict) สร้างความรู้จากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ด้วยข้อมูลจากประสบการณ์หรือการสังเกตที่สร้างคำถามที่สามารถค้นหาคำตอบได้ เช่น ตรวจสอบทฤษฎีโดยใช้ความรู้จากการสังเกตและ/หรือวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์และกรอบแนวคิด เช่น ทำนายเกี่ยวกับผลจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและกายภาพจากพยานหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. การออกแบบ/วางแผน (Design/Plan) ออกแบบและวางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบขอปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมหรือการตรวจสอบทฤษฎี อธิบายหรือรู้จักคุณลักษณะการออกแบบการสำรวจตรวจสอบที่ดี ด้วยการควบคุมตัวแปรและปัจจัยที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดหรือกระบวนการที่จะนำมาใช้ในการสำรวจตรวจสอบ

5. การลงข้อสรุป (Draw Conclusions) ตรวจหา/สืบหารูปแบบของข้อมูล อธิบายหรือลงข้อสรุปแนวโน้มจากข้อมูล การอ้างอิงที่มีเหตุผลจากพยานหลักฐานหรือความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เช่น ลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากคำถามหรือทฤษฎี และแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น

6. การสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป (Generalize) สร้างข้อสรุปทั่วไปที่นอกเหนือไปจากการทดลองหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้สร้างข้อสรุปใหม่ที่เหมาะสม เช่น กำหนดกฏทั่วไปที่แสดงถึงความสัมพันธ์ทางกายภาพที่เกิดขึ้น

7. การประเมิน (Evaluate) ให้น้ำหนักข้อดีและข้อด้อยเพื่อใช้ตัดสินใจเลือกวิธีการปฏิบัติ วัตถุ แหล่งที่มา เช่น การพิจารณาตามหลักวิทยาศาสตร์และปัจจัยทางสังคมที่ได้รับผลกระทบจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเมินการวางแผนหรือแนวทางการแก้ปัญหาและข้อสรุปที่เป็นทางเลือก เช่น ประเมินผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลสำคัญเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้

8. การตัดสินเพื่อยืนยันคำตอบ (Justify) ใช้พยานหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เหตุผลอธิบายและแก้ปัญหา เช่น การโต้แย้งที่มีเหตุผลรองรับปัญหาข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบหรือการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

**ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความรู้ด้านวิชาวิทยาศาสตร์**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ข้อ 1 | **เนื้อหาสาระ** | **หัวข้อหลัก** | **การคิด** |
| เคมี | การจัดจำแนกและองค์ประกอบของสาร | การเข้าใจแนวคิด |

**มงกุฎโลหะ: ความหนาแน่นของก้อนโลหะ**

พระราชาต้องการทราบว่ามงกุฎโลหะของพระองค์ทำด้วยโลหะใด

นักวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาสมบัติของโลหะที่ใช้ทำมงกุฎ จึงต้องการเปรียบเทียบความหนาแน่นของมงกุฎกับก้อนโลหะที่คล้ายกับก้อนโลหะเดิม ค่าความหนาแน่นของสารคือมวลของสารหารด้วยปริมาตรของสารนั้น (ความหนาแน่น = มวล/ปริมาตร)

นักวิทยาศาสตร์หาปริมาตรของก้อนโลหะ และคำนวณหาความหนาแน่นโดยใช้มวลที่ทราบค่าแล้ว(2,400 กรัม) รูปด้านล่างแสดงมิติของก้อนโลหะที่นักวิทยาศาสตร์วัดได้



ความหนาแน่นของก้อนโลหะเป็นเท่าไร

คำตอบ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ g/cm3

**การตรวจให้คะแนน**

**คำตอบถูก**

􀂃 19.2 g/cm3

􀂃 19 g/cm3 [คิดเป็นจำนวนเต็มที่ใกล้เคียงที่สุด]

**คำตอบผิด**

􀂃 แสดงวิธีหาค่าความหนาแน่น (มวล/ปริมาตร) แต่ไม่คำนวณค่าความหนาแน่น หรือคำนวณผิด

􀂃 125 [คำนวณปริมาตรแต่ไม่คำนวณความหนาแน่น]

􀂃 19.3 [ไม่ได้แสดงวิธีคิด ลอกความหนาแน่นจากตารางมาตอบ]

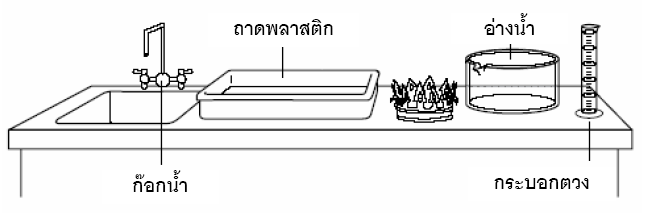
􀂃 คำตอบผิดอื่น ๆ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ข้อ 2 | **เนื้อหาสาระ** | **หัวข้อหลัก** | **การคิด** |
| ฟิสิกส์ | แรงและการเคลื่อนที่ | การให้เหตุผลและการวิเคราะห์ |

**มงกุฎโลหะ: การหาปริมาตรของมงกุฎโลหะ**

นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องหาปริมาตรของมงกุฎเพื่อที่จะทราบความหนาแน่นของโลหะ

นักวิทยาศาสตร์มีวัสดุและอุปกรณ์เหล่านี้ สำหรับใช้หาปริมาตร



จงบรรยายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์อาจจะใช้ เพื่อหาปริมาตรของมงกุฎ โดยใช้อุปกรณ์ที่มีให้นักเรียน

อาจจะวาดแผนภาพเพื่อประกอบคำบรรยายก็ได้

**การตรวจให้คะแนน**

คำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องบรรยายถึง หรือเขียนแผนภาพแสดงการแทนที่น้ำ และบ่งชี้ชัดเจนถึงการหาปริมาตรของมงกุฎ แม้คำตอบจะบอกถึงการใช้อุปกรณ์อื่นๆ นอกจากที่กำหนด (เช่น ไม้บรรทัด ปากกาเขียนเครื่องหมาย ฯลฯ)

คำตอบที่บอกว่าใช้การแทนที่ หรือภาพที่แสดงการแทนที่ โดยไม่บรรยายวิธีทำหรือขั้นตอนการทำ ให้ได้คะแนนบางส่วน

**คำตอบถูก**

􀂃 บรรยายถึง หรือเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการแทนที่น้ำ ใช้วิธีวัดความสูงของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง

1) ใส่น้ำลงในอ่าง (ถาด ฯลฯ) ทำเครื่องหมายระดับน้ำไว้

2) ใส่มงกุฎลงในน้ำ (อ่าง ถาด) ทำเครื่องหมายระดับน้ำใหม่

3) วัดความแตกต่างของปริมาตร ก่อนและหลังใส่มงกุฎลงในน้ำ

􀂃 บรรยายถึง หรือเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการแทนที่น้ำ ใช้วิธีให้น้ำล้นออกมา

1) ใส่น้ำลงในอ่างน้ำจนเต็ม

2) ใส่มงกุฎลงในอ่างน้ำ เก็บน้ำที่ล้นออกมา

3) ใช้กระบอกตวงวัดปริมาตรของน้ำที่ไหลล้นออกมา

􀂃 คำตอบถูกอื่น ๆ

**คำตอบได้คะแนนบางส่วน**

􀂃 บรรยายหรือเขียนภาพที่มีการแทนที่น้ำ แต่ไม่มีคำบรรยาย หรือมีไม่พอเพียง หรือไม่บอกขั้นตอนของการวัดเพื่อหาปริมาตร เช่น

o ใส่น้ำลงในอ่าง แล้วใส่มงกุฎลงไป วัดว่าระดับน้ำสูงขึ้นเท่าไร

o ใส่มงกุฎลงในอ่างที่มีน้ำเต็ม ดูว่าน้ำล้นออกเท่าไร

􀂃 คำตอบอื่นที่มีส่วนถูกแต่บรรยายไม่ครบขั้นตอนๆ

**คำตอบผิด**

􀂃 พูดถึงการใส่มงกุฎลงในอ่าง (ถาด หรือภาชนะอื่น) ที่มีน้ำ โดยไม่บอกเรื่องระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น หรือปริมาณน้ำที่ล้นออก และไม่บอกขั้นตอนการวัดปริมาตร เช่น

o เติมน้ำลงในอ่างน้ำจนเต็ม แล้วใส่มงกุฎลงไป จะได้ปริมาตรของมงกุฎ

􀂃 คำตอบผิดอื่น ๆ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ข้อ 3 | **เนื้อหาสาระ** | **หัวข้อหลัก** | **การคิด** |
| ฟิสิกส์ | แรงและการเคลื่อนที่ | การเข้าใจแนวคิด |

**มงกุฎโลหะ: ทำไมนักวิทยาศาสตร์ต้องวัดซ้ำๆ**

นักวิทยาศาสตร์วัดปริมาตรของมงกุฎห้าครั้ง และคำนวณความหนาแน่นในแต่ละครั้งของการวัด

ปริมาตร ได้ผลดังในตารางข้างล่าง

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **การวัดครั้งที่** | **ปริมาตรของมงกุฎ (cm3 )** | **ความหนาแน่น (g/cm3 )** |
| 1 | 202 | 11.88 |
| 2 | 200 | 12.00 |
| 3 | 201 | 11.94 |
| 4 | 198 | 12.12 |
| 5 | 199 | 12.06 |

ก. ทำไมนักวิทยาศาสตร์ต้องวัดปริมาตรถึงห้าครั้ง

ข. นักวิทยาศาสตร์รายงานต่อพระราชาว่า ความหนาแน่นของมงกุฎ คือ 12.00 g/cm3 จงแสดงให้เห็นว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ผลที่ได้ มาทำให้ได้ค่าความหนาแน่นนี้อย่างไร

**การตรวจให้คะแนน**

**ข้อ ก.** (การวัดซ้ำ)

**คำตอบถูก**

􀂃 คำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องอ้างถึงความถูกต้อง ความแม่นยำ ความเชื่อถือได้ ป้องกันความผิดพลาด หรือความไม่แน่นอนจากการทดลอง ของการวัด หรือเหตุผลทำนองเดียวกัน เช่น

o เพราะว่าอาจมีความผิดพลาดจากการทดลอง จึงวัดห้าครั้งและสามารถคำนวณค่าเฉลี่ย และสามารถรู้ค่าความคลาดเคลื่อน (ความผิดพลาด) ได้ด้วย

o แต่ละครั้งที่วัด จะได้ค่าใกล้เคียงกัน แต่ไม่ตรงกันทีเดียว ดังนั้นการวัดหลายครั้งจึงมั่นใจได้มากกว่า

o ต้องการคำตอบที่ถูกต้องมากขึ้น

o ต้องการหาปริมาตรที่ถูกต้องมากขึ้น

o เพื่อให้เชื่อถือได้มากขึ้น

􀂃 อ้างถึงเฉพาะการคำนวณ ค่าเฉลี่ย หรือค่ากลาง หรือช่วงพิสัย เช่น

o เพื่อหาปริมาตรเฉลี่ย

o เพื่อคำนวณค่ากลาง

􀂃 คำตอบถูกอื่น ๆ

**คำตอบผิด**

􀂃 อ้างถึง**ความผิด** หรือการเปลี่ยนแปลงของการวัด โดยไม่พูดถึงการเฉลี่ย ความถูกต้อง ความแม่นยำ ความเชื่อถือได้ ป้องกันความผิดพลาด หรือความไม่แน่นอน เช่น

o เผื่อว่ามีการวัดผิดเกิดขึ้น

o เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง

o เพื่อให้มั่นใจว่าได้คำตอบถูกและตัวผู้ทดลองจะไม่มีความผิด

o เพื่อให้แน่ใจว่าทำถูกแล้ว

o เพื่อตรวจสอบว่าวัดถูกหรือไม่

􀂃 อ้างถึงการทดลองที่ถูกต้อง เที่ยงตรงแต่ไม่พูดถึงการคำนวณค่าเฉลี่ย ความแม่นยำ ความเชื่อถือได้ ป้องกันความผิดพลาด หรือความไม่แน่นอน เช่น

o เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นการทดลองที่ถูกต้อง

􀂃 คำตอบผิดอื่น ๆ

....................................................................................................................................................

**การให้คะแนน ข้อ ข.** (ค่าความหนาแน่นของมงกุฎ)

**คำตอบถูก**

􀂃 แสดงวิธีคำนวณค่าเฉลี่ยที่ถูกต้อง เช่น

o รวมค่าความหนาแน่น 5 ค่าเข้าด้วยกันแล้วหารด้วย 5 เพื่อหาค่าเฉลี่ย (11.88 + 12.00 + 11.94 +

12.12 + 12.06) = 60. และ 60/5 =12.0

􀂃 คำตอบถูกอื่น ๆ

**คำตอบผิด**

􀂃 บอกว่าเป็นค่าเฉลี่ย โดยไม่แสดงวิธีทำ หรือวิธีทำผิด เช่น

o เขาหาค่าเฉลี่ย ของความหนาแน่นทั้ง 5 ค่า

􀂃 แสดงวิธีหาความหนาแน่น โดยไม่มีการหาค่าเฉลี่ยหรือค่ากลาง เช่น

o เขาเอาค่ามวลมาหารด้วยปริมาตร

o 2400/200 = 12.0

􀂃 คำตอบผิดอื่น ๆ

**ภาคผนวก จ**

**- ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบความรู้ด้านวิทยาศาสตร์**

**กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามกรอบการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์**

**ตารางที่ 4 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามกรอบการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (ข้อสอบปรนัย)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ข้อสอบที่** | **ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ** | | | | | **รวม** | **IOC** | **สรุปผล** |
| **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | | **คนที่ 3** | |
| 1 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 3 | 1 | 0 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 4 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 5 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6 | 0 | 1 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 7 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 8 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 9 | 1 | 0 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 10 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 11 | 1 | 0 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 12 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 13 | 0 | 1 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 14 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 15 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 16 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 17 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 18 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 19 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 20 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 21 | 0 | 1 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 22 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 23 | 1 | 0 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 24 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **ข้อสอบที่** | **ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ** | | | | | **รวม** | **IOC** | **สรุปผล** |
| **คนที่ 1** | | **คนที่ 2** | | **คนที่ 3** |
| 25 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 26 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 27 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 28 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 29 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 30 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 31 | 0 | | 1 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 32 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 33 | 1 | | 0 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 34 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 35 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 36 | 1 | | 0 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 37 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 38 | 0 | | 1 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 39 | 0 | | 1 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 40 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 41 | 0 | | 1 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 42 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 43 | 1 | | 0 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 44 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 45 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 46 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 47 | 0 | | 1 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 48 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 49 | 1 | | 0 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 50 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |

**ตารางที่ 5 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามกรอบการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (ข้อสอบอัตนัย)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ข้อสอบที่** | **ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ** | | | | | **รวม** | **IOC** | **สรุปผล** |
| **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | | **คนที่ 3** | |
| 1 | 0 | 1 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 2 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 4 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 6 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 7 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 8 | 0 | 1 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 9 | 0 | 1 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 10 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 11 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 12 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 13 | 1 | 0 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 14 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 15 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 16 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 17 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 18 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 19 | 1 | 0 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 20 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 21 | 1 | 0 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 22 | 1 | 1 | | 0 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 23 | 0 | 1 | | 1 | | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 24 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **ข้อสอบที่** | **ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ** | | | | | **รวม** | **IOC** | **สรุปผล** |
| **คนที่ 1** | | **คนที่ 2** | | **คนที่ 3** |
| 25 | 1 | | 0 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 26 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 27 | 1 | | 0 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 28 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 29 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 30 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 31 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 32 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 33 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 34 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 35 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 36 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 37 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 38 | 1 | | 0 | | 1 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 39 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 40 | 1 | | 1 | | 0 | 2 | 0.67 | ใช้ได้ |

**ภาคผนวก ฉ**

**- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความรู้วิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามกรอบประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์**

**ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความรู้วิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามกรอบประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (ข้อสอบปรนัย)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ข้อที่** | **ค่าความยากง่าย** | **อำนาจจำแนก** | **ข้อที่** | **ค่าความยากง่าย** | **อำนาจจำแนก** |
| 1 | 0.76 | 0.31 | 23 | 0.50 | 0.46 |
| 2 | 0.47 | 0.63 | 24 | 0.66 | 0.40 |
| 3 | 0.71 | 0.47 | 25 | 0.56 | 0.40 |
| 4 | 0.51 | 0.37 | 26 | 0.72 | 0.56 |
| 5 | 0.73 | 0.52 | 27 | 0.66 | 0.33 |
| 6 | 0.76 | 0.26 | 28 | 0.56 | 0.40 |
| 7 | 0.60 | 0.45 | 29 | 0.73 | 0.46 |
| 8 | 0.73 | 0.42 | 30 | 0.66 | 0.40 |
| 9 | 0.68 | 0.52 | 31 | 0.70 | 0.33 |
| 10 | 0.57 | 0.52 | 32 | 0.63 | 0.40 |
| 11 | 0.50 | 0.57 | 33 | 0.71 | 0.47 |
| 12 | 0.73 | 0.31 | 34 | 0.76 | 0.37 |
| 13 | 0.37 | 0.42 | 35 | 0.73 | 0.52 |
| 14 | 0.29 | 0.37 | 36 | 0.76 | 0.40 |
| 15 | 0.52 | 0.63 | 37 | 0.48 | 0.57 |
| 16 | 0.62 | 0.57 | 38 | 0.73 | 0.42 |
| 17 | 0.40 | 0.62 | 39 | 0.68 | 0.52 |
| 18 | 0.73 | 0.42 | 40 | 0.57 | 0.52 |
| 19 | 0.68 | 0.52 | 41 | 0.71 | 0.47 |
| 20 | 0.57 | 0.52 | 42 | 0.28 | 0.47 |
| 21 | 0.50 | 0.57 | 43 | 0.66 | 0.33 |
| 22 | 0.73 | 0.31 |  |  |  |

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ(Lovett Reliability) = 0.8635

**ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความรู้วิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามกรอบประเมินการรู้วิชาเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ (ข้อสอบอัตนัย)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ข้อที่** | **ค่าความยากง่าย** | **อำนาจจำแนก** | **ข้อที่** | **ค่าความยากง่าย** | **อำนาจจำแนก** |
| 1 | 0.68 | 0.52 | 17 | 0.32 | 0.65 |
| 2 | 0.45 | 0.62 | 18 | 0.56 | 0.33 |
| 3 | 0.70 | 0.42 | 19 | 0.52 | 0.61 |
| 4 | 0.64 | 0.32 | 20 | 0.47 | 0.51 |
| 5 | 0.56 | 0.33 | 21 | 0.68 | 0.75 |
| 6 | 0.66 | 0.40 | 22 | 0.73 | 0.52 |
| 7 | 0.70 | 0.46 | 23 | 0.76 | 0.26 |
| 8 | 0.54 | 0.48 | 24 | 0.62 | 0.45 |
| 9 | 0.56 | 0.32 | 25 | 0.45 | 0.68 |
| 10 | 0.41 | 0.67 | 26 | 0.57 | 0.75 |
| 11 | 0.72 | 0.49 | 27 | 0.70 | 0.46 |
| 12 | 0.56 | 0.33 | 28 | 0.66 | 0.40 |
| 13 | 0.70 | 0.46 | 29 | 0.56 | 0.33 |
| 14 | 0.28 | 0.35 | 30 | 0.70 | 0.46 |
| 15 | 0.56 | 0.33 | 31 | 0.75 | 0.28 |
| 16 | 0.70 | 0.46 |  |  |  |

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Coefficient Alpha) = 0.859

**ภาคผนวก ช**

**- ภาพกิจกรรมการอบรมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ STEM Education ณ ห้องประชุมชั้น 2 อาคารสิริวิชชญากร คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์**

**วันที่ 25-26 ตุลาคม 2561**

**- ภาพกิจกรรมการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์**



โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ STEM Education สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณะบดีคณะครุศาสตร์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และนักวิจัย



นักศึกษาครูสาขาต่าง ๆ ร่วมฝึกปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา





นักเรียนฝึกปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากแป้งโดว์



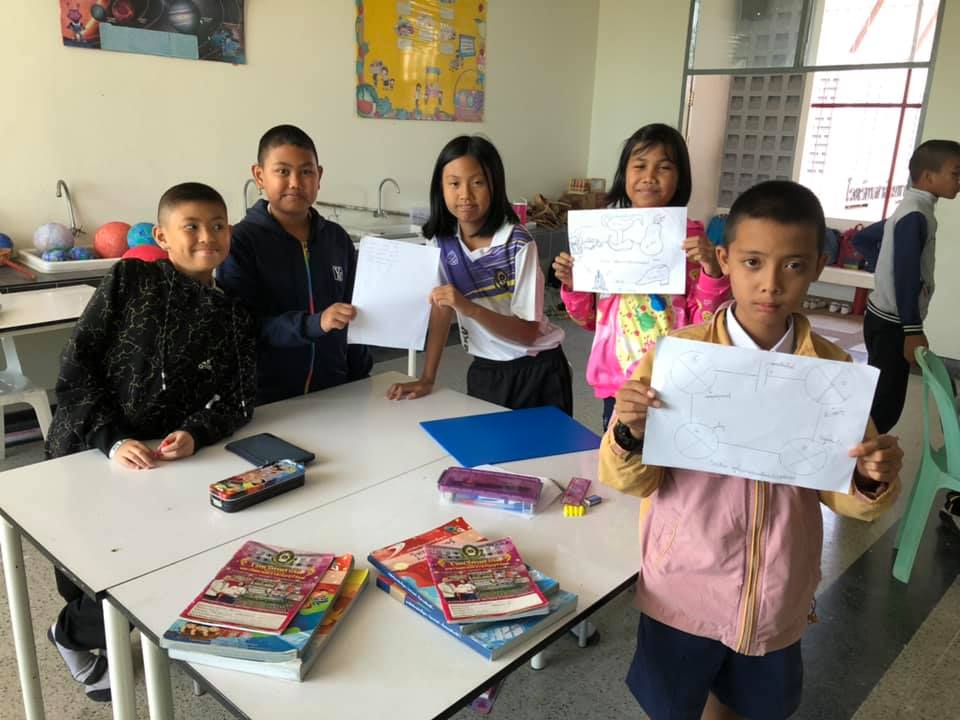


นักเรียนฝึกปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากแป้งโดว์





นักเรียนฝึกปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากแป้งโดว์





ภาพผลงานการออกิ้นงานของนักเรียน เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากแป้งโดว์