

# ตัวอย่างการประเมินผล วิทยาศาสตร์นานาชาติ

PISA และ TIMSS



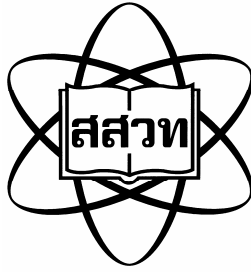
ตัวอย่างการประเมินผลวิทยาศาสตร์นานาชาติ PISA และ TIMSS



โครงการ PISA ประเทศไทย  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

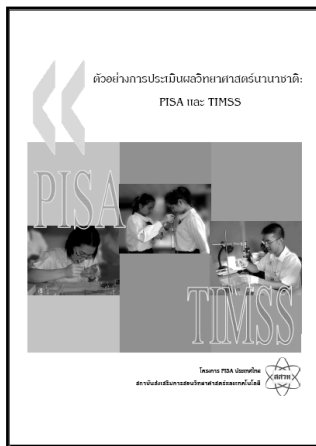
โครงการ PISA ประเทศไทย  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี





**ตัวอย่างการประเมินผลวิทยาสตรนานาชาติ**  
**PISA และ TIMSS**

**โครงการ PISA ประเทศไทย**  
**สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**



**ชื่อหนังสือ** ตัวอย่างการประเมินผลวิทยาศาสตร์นานาชาติ: PISA และ TIMSS

**ชื่อผู้แต่ง** โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**ISBN** 978-974-9955-92-5

**จำนวนพิมพ์** 2,000 เล่ม

**ปีที่พิมพ์** 2551

**จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย**

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ 0-2392-4021

โทรสาร 0-2381-0750

Website: <http://www.ipst.ac.th>

**พิมพ์ที่**

ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์

457/6-7 ถนนพระสุเมรุ แขวงบวรนิเวศ เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200

โทรศัพท์ 0-2282-6033

โทรสาร 0-2280-2187

## คำชี้แจง

จุดมุ่งหมายหลักของการจัดการศึกษาทุกระบบ คือ การเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ มีศักยภาพ และมีความสามารถในการแข่งขันได้ในอนาคต การให้การศึกษาที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย จึงต้องให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในชีวิตจริง สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ ดังนั้นการเตรียม เยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน ที่ส่งผล กระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล ในอาชีพการงานและในสังคมวัฒนธรรม ทำให้บุคคลสามารถ รับรู้และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมี ความรู้ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลก อย่างเต็มภาคภูมิ

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) และโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) เป็นโครงการ ประเมินผลในระดับนานาชาติที่สำคัญ ซึ่งทั้งสองโครงการมีจุดมุ่งหมายในการประเมินแตกต่างกัน หนังสือ “ตัวอย่างการประเมินผลวิทยศาสตร์นานาชาติ: PISA และ TIMSS” จึงได้นำเสนอหลักการ กรอบโครงสร้าง ตลอดจนตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์ ของทั้งสองโครงการนี้ โดยข้อสอบในแต่ละข้อนั้น ระบุลักษณะเฉพาะของข้อสอบและร้อยละของนักเรียนประเทศต่างๆ ในเอเชียที่ตอบถูก (TIMSS 2003 ประเทศไทยไม่ได้เข้าร่วมโครงการจึงไม่มีข้อมูล) เอกสารนี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยให้ครูนำไปใช้เป็น แนวทางในการวัดและประเมินผลความรู้และทักษะของนักเรียน เพื่อเป็นการเตรียมเยาวชนให้มีคุณภาพ และมีศักยภาพในการแข่งขันในเศรษฐกิจโลก

โครงการ PISA ประเทศไทย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



# สารบัญ

	หน้า
<b>บทนำ: การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ</b> .....	1
โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA .....	2
โครงการประเมินผล TIMSS .....	5
<b>ส่วนที่ 1 : การประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวของ PISA</b> .....	7
หลักในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2006 .....	7
กรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2006 .....	8
บริบทหรือสถานการณ์สำหรับการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ .....	10
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ .....	11
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดและเนื้อหา .....	14
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ .....	19
รูปแบบของข้อสอบ .....	21
สรุป .....	22
<b>ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์ของ PISA</b> .....	23
<b>ส่วนที่ 2 : กรอบโครงสร้างการประเมินผลวิทยาศาสตร์ของ TIMSS</b> .....	105
สาระเนื้อหาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นปีที่ 8 .....	105
ด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญา .....	109
การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ .....	111
<b>ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์ของ TIMSS</b> .....	113
<b>เอกสารอ้างอิง</b> .....	191

## สารบัญกรอบ

	หน้า
กรอบ 1 สถานการณ์ (บริบท) ทางวิทยาศาสตร์.....	10
กรอบ 2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	11
กรอบ 3 ความรู้วิทยาศาสตร์ตามนิยามของ PISA.....	14
กรอบ 4 ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมใน PISA 2006 .....	15
กรอบ 5 ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	17
กรอบ 6 ขอบเขตการประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	20

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูป 1 แผนที่ประเทศที่ร่วมโครงการ PISA 2006.....	3
รูป 2 กรอบโครงสร้างที่ใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบวิทยาศาสตร์ใน PISA 2006.....	9

## บทนำ: การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับนานาชาติ

เป้าหมายหลักของการจัดการศึกษาทุกระบบ คือการเตรียมเยาวชนสำหรับอนาคตให้เป็นกำลังคนที่มีศักยภาพในอนาคต การให้การศึกษที่สอดคล้องกับเป้าหมายจึงต้องให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในชีวิตจริง สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ เพื่อให้มีศักยภาพในการแข่งขันในอนาคต แต่ในการปฏิบัติ แม้ว่าจุดมุ่งหมายของการศึกษาจะวางไว้อย่างไร แต่นักเรียนและครูจะให้ความสำคัญเฉพาะกับการรู้ข้อเท็จจริง การรู้เนื้อหาสาระเท่านั้น ทั้งนี้เพราะการประเมินผลการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการสอบผ่านชั้นเรียนหรือการสอบคัดเลือกเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น เน้นเฉพาะการวัดความรู้ตามการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของภาคทฤษฎี นั่นคือ วัดความรู้ในทางด้านเนื้อหาเป็นต้นว่า วัตถุประสงค์ หลักการ นิยาม แนวคิดหลักเท่านั้น

ในขณะที่มีความเคลื่อนไหวในนานาชาติ และความท้าทายจากสังคมโลก เช่น การศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับนานาชาติ อีกทั้งในปัจจุบันการเพิ่มการแข่งขันทางเศรษฐกิจผลักดันให้มีการตื่นตัวและเร่งการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เพราะมีสมมติฐานที่ว่าเศรษฐกิจในปัจจุบันมีพื้นฐานอยู่บนวิทยาศาสตร์จึงมีการแข่งขันกันเป็นเลิศในทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ แนวคิดนี้เกิดขึ้นในทุกประเทศที่ต้องการรักษาระดับความสามารถในการแข่งขัน เกือบทุกประเทศจึงเร่งรัดการปฏิรูปการศึกษาโดยเฉพาะในด้านวิทยาศาสตร์ที่เน้นกลยุทธ์ที่จะทำให้เด็กมีความสามารถในการแข่งขันสูงขึ้น

การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับนานาชาติที่สำคัญ ได้แก่ โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Students Assessment) และโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) โครงการทั้งสองต่างก็มีประเทศร่วมโครงการกินขอบเขตประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่เศรษฐกิจโลก และโครงการทั้งสองเป็นโครงการที่ประเมินผลนักเรียนปกติในระดับโรงเรียน และใช้กลุ่มตัวอย่างมากพอที่เป็นตัวแทนของประชากร ตลอดจนระดมความเชี่ยวชาญจากนานาชาติในการศึกษา เพื่อประกันคุณภาพของการศึกษาวิจัย



เอกสารฉบับนี้ต้องการนำเสนอตัวอย่างของหลักการ กรอบโครงสร้าง ตลอดจนตัวอย่างของข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลของโครงการประเมินผลวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับนานาชาติทั้งสองโครงการ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการประเมินผลต่อไป

หนังสือเล่มนี้แบ่งเป็นสองส่วนหลัก คือ ส่วนแรกจะเป็นการประเมินผลความรู้วิทยาศาสตร์ และตัวอย่างข้อสอบของโครงการ PISA และส่วนที่สองเป็นกรอบโครงสร้างการประเมินผลวิทยาศาสตร์ และตัวอย่างข้อสอบของโครงการ TIMSS

## โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA

### PISA คืออะไร

PISA (Programme for International Student Assessment) คือ โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติที่ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ที่ต้องการให้ตัวชี้วัดคุณภาพการศึกษาแก่ประเทศสมาชิก โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า **คุณภาพของการศึกษาเป็นตัวชี้วัดศักยภาพของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ** ในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2000 นี้ OECD ได้ดำเนินโครงการ PISA มาแล้วสามโครงการ ได้แก่ PISA 2000 ซึ่งเน้นให้น้ำหนักกับการประเมินการอ่าน PISA 2003 เน้นให้น้ำหนักกับคณิตศาสตร์ และ PISA 2006 เน้นให้น้ำหนักกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามด้านนี้ถือว่าเป็นพื้นฐานหลักของการพัฒนา

จุดมุ่งหมายหลักของ PISA ไม่เน้นประเมินความรู้ที่นักเรียนเรียนอยู่ในห้องเรียน ณ ปัจจุบัน แต่ต้องการตรวจสอบว่าเยาวชนมีสมรรถนะที่จะใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงได้ดีเพียงใด PISA เรียกความรู้และทักษะนั้นว่า **“การรู้เรื่อง” (Literacy)**

### PISA 2006

PISA 2006 เน้นการประเมินความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัยที่จะจบการศึกษาภาคบังคับ (นักเรียนวัย 15 ปี) ว่านักเรียนได้พัฒนาความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เพียงพอหรือไม่สำหรับชีวิตจริง ใน PISA 2006 วิทยาศาสตร์มีน้ำหนักของการประเมินเป็น 60% และมีการประเมินการอ่านและคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่อง โดยให้น้ำหนักด้านละ 20%

## โครงการ PISA ครอบคลุมประมาณ 90% ของเขตเศรษฐกิจโลก

แม้ว่าจะเป็นการเริ่มต้นในประเทศสมาชิก OECD แต่การศึกษาของ PISA มีบทบาทไปทั่วโลก ครอบคลุมประเทศสมาชิก OECD ทั้งหมดในยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย และเอเชีย และยังรวมถึงประเทศที่ยังไม่ได้เป็นสมาชิก แต่ที่เข้าร่วมโครงการในฐานะประเทศ “ร่วมโครงการ” ซึ่งรวมถึงประเทศในภูมิภาคต่างๆ ดังนี้

- เอเชียตะวันออกและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ : จีน (เซี่ยงไฮ้) จีน-ฮ่องกง จีน-มาเก๊า อินโดนีเซีย จีน-ไทเป และประเทศไทย
- ยุโรปกลาง ยุโรปตะวันออก และเอเชียกลาง : ลิกเทินสไตน์ อัลบาเนีย บัลแกเรีย โครเอเชีย เอสโตเนีย คีร์กีซสถาน ลัตเวีย ลิทัวเนีย มอลดาเวีย มอนเตเนโกร โรมาเนีย เซอร์เบีย สโลวีเนีย และสหพันธรัฐรัสเซีย
- เอเชียตะวันออกเฉียงกลาง : กาตาร์ จอร์แดน และอิสราเอล
- อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ : อาร์เจนตินา บราซิล ชิลี โคลัมเบีย ปานามา เปรู และอุรุกวัย
- อัฟริกาเหนือ : ตูนิเซีย

ในโครงการ PISA 2009 มีประเทศที่จะร่วมโครงการเพิ่มเติม ได้แก่ สาธารณรัฐโดมินิกัน มาซิโดเนีย เปรู มอลโดวา ปานามา จีน-เซี่ยงไฮ้ สิงคโปร์ และทรินแดดและทوباโก

บรรดาประเทศต่างๆ เหล่านี้ต้องการใช้ผลการประเมินของ PISA เพื่อชี้บอกคุณภาพการศึกษาของประเทศ เปรียบเทียบกับมาตรฐาน OECD หรือเทียบกับประเทศอื่นๆ ในโครงการฯ ให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบายถึงผลการให้การศึกษาและการเตรียมตัวเยาวชนของชาติสำหรับอนาคตทั้งของตัวผู้เรียนและศักยภาพของชาติในการแข่งขันในอนาคต



รูป 1 แผนที่ประเทศที่ร่วมโครงการ PISA 2006

## ลักษณะของโครงการประเมินผล PISA

### สาระ

- ครอบคลุมสาระด้านวิทยาศาสตร์ (ซึ่งเป็นจุดเน้นหลักของ PISA 2006) คณิตศาสตร์ และการอ่าน PISA ไม่ได้ประเมินแต่ละเนื้อหาสาระโดดๆ แต่มองในแง่มุมมองที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของนักเรียนที่สะท้อนให้เห็นว่านักเรียน “รู้เรื่อง” ในเนื้อหาสาระนั้นเพียงใด และมีประสบการณ์มากพอที่จะ “นำไปใช้” ในชีวิตจริงหรือในโลกจริงๆ ได้เพียงใด การประเมินผลจึงเน้นให้ความสำคัญกับกระบวนการคิด ความเข้าใจในแนวคิดของเนื้อหาสาระ ความสามารถที่จะเข้าใจประเด็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้อง และสามารถใช้ความรู้มาจัดการในสถานการณ์ต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ
- PISA ใช้วิธีประเมินผลที่รวมเนื้อหาสาระเข้ากับสมรรถนะที่คาดหวัง และ PISA ตรวจสอบการประเมินตนเองของนักเรียนและลักษณะของตัวผู้เรียน นอกจากนี้ ยังประเมินสาระและสมรรถนะทุกด้านที่เคยประเมินมาแล้วใน PISA 2000 และ PISA 2003 มาตรวจสอบซ้ำอีกครั้งใน PISA 2006 ด้วย เพื่อตรวจสอบแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เปลี่ยนไป

### วิธีการประเมิน

- ข้อสอบมีทั้งแบบเลือกตอบ และคำถามที่ต้องการให้นักเรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี ข้อสอบเกือบทุกหน่วย ส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อเรื่องที่เขียนมาจากเรื่องราวประเภทที่นักเรียนจะต้องพบในชีวิตจริง
- ข้อสอบทั้งหมดมีปริมาณที่ต้องใช้เวลาทำประมาณ 6 ชั่วโมงครึ่ง เป็นข้อสอบวิทยาศาสตร์ประมาณ 4 ชั่วโมงครึ่ง และมีคณิตศาสตร์และการอ่านอย่างละ 1 ชั่วโมง แต่การที่นักเรียนจะทำข้อสอบถึง 6 ชั่วโมงนั้นเป็นไปได้ PISA จึงจัดข้อสอบเป็นฉบับ แต่ฉบับมีการผสมข้อสอบต่างข้อกันที่มีน้ำหนักเท่ากัน นักเรียนจะได้ข้อสอบฉบับที่ไม่เหมือนกัน และแต่ละฉบับนักเรียนใช้เวลาตอบประมาณ 2 ชั่วโมง
- นอกจากทำข้อสอบ นักเรียนต้องตอบแบบสอบถามที่สำรวจภูมิหลังของนักเรียน ลักษณะนิสัยในการเรียน ตลอดจนสิ่งแวดล้อมของการเรียน ความผูกพันกับโรงเรียน และแรงจูงใจในการเรียน
- ผู้บริหารโรงเรียนตอบแบบสอบถามที่สำรวจลักษณะของโรงเรียน ซึ่งรวมทั้งลักษณะและข้อมูลจำเพาะ สิ่งแวดล้อมและองค์ประกอบของโรงเรียน คุณวุฒิของครู สิ่งแวดล้อมทางการเรียน และการสอน

## โครงการประเมินผล TIMSS

โครงการประเมินผล TIMSS เป็นโครงการประเมินผลของสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลการศึกษา International Association for Educational Assessment (IAEA) หรือที่รู้จักกันดีในนามของ IEA หลักการของ TIMSS แตกต่างจากของ PISA ตรงที่ในขณะที่ PISA เน้นดูศักยภาพของความเป็นประชากรในอนาคต แต่ TIMSS เน้นให้ความสำคัญชัดเจนกับการเรียนการสอนตามหลักสูตรปัจจุบันในโรงเรียน

IEA ได้ดำเนินการประเมินผลในระดับนานาชาติเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการจัดการศึกษาของประเทศต่างๆ ในหลายวิชา เช่น ภาษา เทคโนโลยีสารสนเทศในการศึกษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยปกติ IEA มีรอบการประเมินผลคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประมาณ 10 ปีต่อครั้ง ในรอบแรกๆ ของการประเมิน กลุ่มประชากรของ TIMSS มีทั้งสามระดับ คือ ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

**ครั้งแรก** ได้ดำเนินการศึกษาในระดับนานาชาติการศึกษา (First International Science Study หรือ FISS) เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2513 ครั้งนั้นเป็นเพียงการสำรวจเบื้องต้น

**ครั้งที่สอง** เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Second International Science Study) เรียกโดยย่อว่า SISS ซึ่งเริ่มต้นเก็บข้อมูลในปี พ.ศ. 2527 และวิเคราะห์ข้อมูลแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2528 (ค.ศ. 1985) ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการครั้งที่ 2 นี้ ซึ่งนับเป็นการเข้าร่วมการประเมินผลนานาชาติครั้งแรก หลังจากทีประกาศใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. ผลิตขึ้น เป็นต้นมา

**ครั้งที่ 3** เรียกว่า TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) หรือ TIMSS 1995 ศึกษาเสร็จสิ้นในปี พ.ศ. 2538 และทำการศึกษาซ้ำอีกครั้งในปี พ.ศ. 2542 และวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จในปลายปี พ.ศ. 2543 เรียกว่า TIMSS-Replication (TIMSS-R) หรือ TIMSS-1999

TIMSS Trends หลังจากการประเมินผลครั้งที่สาม TIMSS เปลี่ยนเป้าหมายเป็นการศึกษาแนวโน้มของคุณภาพการศึกษา และเปลี่ยนชื่อโครงการเป็น Trends in International Mathematics and Science Study และยังคงใช้ชื่อโครงการว่า TIMSS หรือบางทีเรียก TIMSS Trends และเปลี่ยนกลุ่มประชากรเป็นระดับประถมศึกษา (ชั้นปีที่ 4) และมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นปีที่ 8) โครงการ TIMSS Trends ครั้งแรกเริ่มในปี ค.ศ. 2003 จึงเรียกโครงการนี้ว่า TIMSS 2003 และรอบถัดมา คือ TIMSS 2007 กรอบโครงสร้างการประเมินผลของ TIMSS จำกัดการประเมินไว้สองด้าน คือ การประเมินเชิงสาระเนื้อหา (Content domain) และเชิงการคิดหรือการใช้สติปัญญา (Cognitive domain)

กรอบโครงสร้างการประเมินผลและตัวอย่างข้อสอบของ TIMSS ในเอกสารเล่มนี้ จะจำกัดอยู่เฉพาะ TIMSS 2003 ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเท่านั้น



# ส่วนที่ 1: การประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวของ PISA

เป้าหมายหลักของการจัดการศึกษาของทุกระบบ คือ การเตรียมตัวนักเรียนให้มีความพร้อมเพียงพอสำหรับอนาคต ให้สามารถใช้ความรู้ในชีวิตจริง ให้สามารถคิดได้ ทำได้ และแก้ปัญหาได้ จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนว่าสามารถใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงหรือไม่ นักเรียนสามารถใช้เหตุใช้ผลหรือประจักษ์พยานที่พบในชีวิตจริงเป็นฐานของการคิด การตัดสินใจประเด็นปัญหาที่พบในชีวิตจริงหรือไม่ ประเด็นต่างๆ เหล่านี้ทำให้ต้องการให้มีการวัดและประเมินผลที่สามารถให้คำตอบตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว นอกจากนี้ยังต้องการการประเมินผลมีความหมายมากกว่าการทดสอบและการให้ระดับคะแนน นั่นคือให้มีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน

## หลักในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2006

แนวคิดของการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2006 มีหลักการบนพื้นฐานว่าประชาชนพลเมืองที่ต้องใช้ชีวิตในสังคมที่ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำเป็นต้อง **ต้องรู้อะไร และสามารถทำอะไรได้** ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประชาชนควรให้ความสำคัญกับเรื่องอะไร

- **ประชาชนควรรู้อะไร** เป็นเรื่องที่ตอบได้ตรงไปตรงมา นั่นคือ ความรู้วิทยาศาสตร์สำหรับประชาชน ซึ่งต้องเป็นความรู้ที่ **“ใช้ได้”** ในบริบทที่คนปกติทั่วไปมักจะต้องประสบในชีวิตจริง นอกจากนั้น ยังต้องรู้กระบวนการ วิทยาศาสตร์ และมีความรู้เรื่องความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- **ประชาชนควรทำอะไรได้บ้าง** ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สิ่งที่เราต้องทำอยู่เสมอคือการลงความเห็นหรือสรุปจากสาระหรือข้อมูลที่ได้รับ ต้องประเมินค่าบอกเล่าหรือคำกล่าวอ้างบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ต้องรู้จักแยกแยะระหว่างความคิดเห็นกับข้อความที่มีข้อมูลหรือประจักษ์พยานสนับสนุน แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าวิทยาศาสตร์จะปฏิเสธการมีจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ทำให้มนุษย์มีความเข้าใจโลกเพิ่มขึ้น สิ่งเหล่านี้ PISA เรียกว่า **“สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์”** ซึ่งสามารถนิยามได้สั้นๆ ว่าคือความสามารถ

- **ระบุบอกประเด็นทางวิทยาศาสตร์**
  - **อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์** และ
  - **ใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์** ได้ดีเพียงใด
- **ประชาชนควรต้องให้ความสำคัญกับอะไร** คำตอบคือให้ความสำคัญกับสิ่งที่มืบทบาทและมีส่วนร่วมสร้างสังคมวิทยาศาสตร์ และสิ่งที่ให้ความสำคัญในบริบทของการดำเนินชีวิตส่วนตัว ในบริบทสังคม และในบริบทของโลกโดยรวม หรือถ้าจะพูดสั้นๆ นักเรียนควรมี**ความสนใจในวิทยาศาสตร์ สนับสนุนส่งเสริมการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ และแสดงความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**

การประเมินของ PISA ไม่เน้นความรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเรียนตามหลักสูตรปกติในโรงเรียน แต่ PISA เลือกระเมินการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เพราะต้องการให้ความสำคัญกับศักยภาพของนักเรียน การใช้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริงในอนาคต เพื่อจะศึกษาว่าเยาวชนวัยจบการศึกษาภาคบังคับจะสามารถเป็นประชาชนที่รับรู้ประเด็นปัญหา รับสาระ ข้อมูล ข่าวสาร และสามารถตอบสนองอย่างไร อีกทั้งเป็นผู้บริโภคที่ฉลาดเพียงใด พลเมืองของทุกชาติในปัจจุบันจะต้องเผชิญกับภารกิจที่ต้องใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้นว่าทุกวันนี้ประชาชนถูกโจมตีด้วยประเด็นปัญหาต่างๆ เป็นต้นว่า เรื่องของก๊าซเรือนกระจกกับโลกร้อน การเพิ่มขึ้นของประชากรกับการลดลงของอาหาร ป่าไม้ ชีวิตชนบทที่สูญหายไป นอกจากนี้ประชาชนยังต้องอ่านสิ่งต่างๆ เป็นต้นว่า เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับดินฟ้าอากาศ เศรษฐกิจ การแพทย์ การกีฬา ฯลฯ

## **กรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2006**

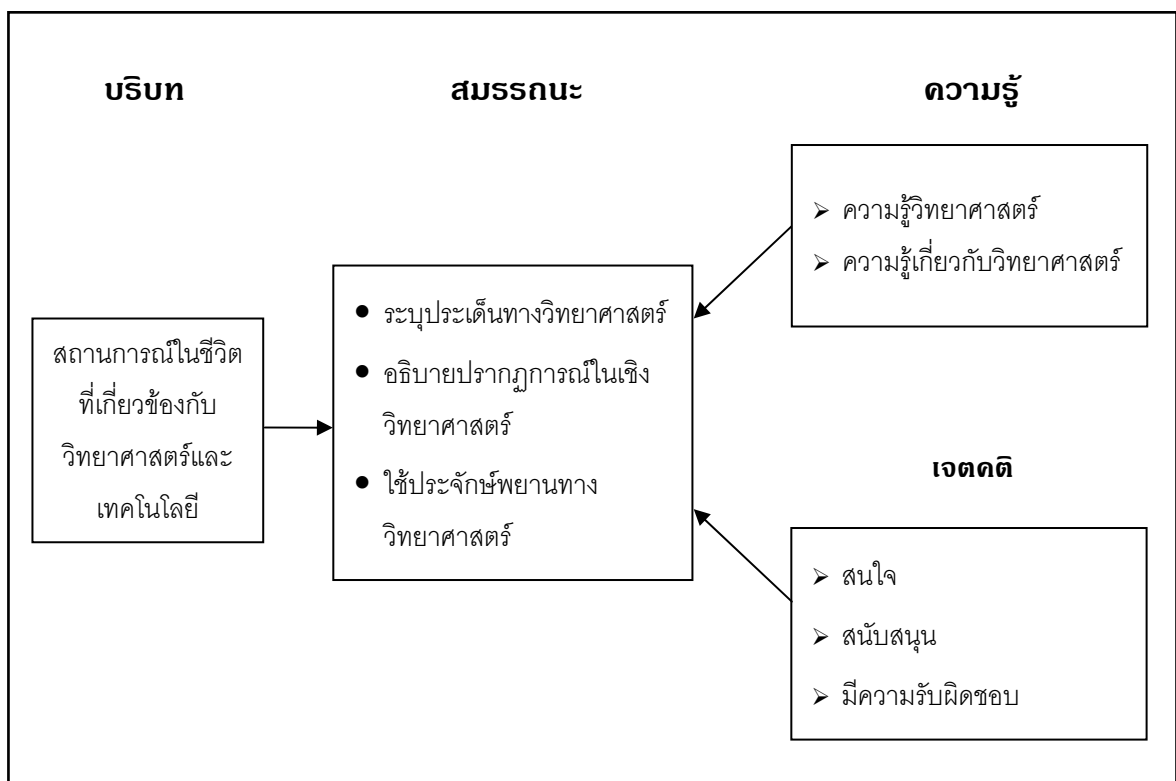
ในการวางกรอบโครงสร้างการประเมินผล คณะผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ของ PISA ได้ตั้งคำถามพื้นฐานของการประเมิน ได้แก่

- **บริบทใด** ที่ควรจะประเมินเยาวชนอายุ 15 ปี
- **สมรรถนะอะไรบ้าง** ที่ควรจะคาดหวังว่าเยาวชนอายุ 15 ปี ควรจะมี
- **ความรู้**อะไรที่ควรจะคาดหวังว่าเยาวชนอายุ 15 ปี ควรจะสามารถแสดงออกมาว่ารู้
- **เจตคติ**ใดบ้างที่ควรคาดหวังได้ว่าเยาวชนอายุ 15 ปี ควรจะแสดงออกให้เห็นได้

ดังนั้นเพื่อจุดประสงค์ในการประเมินผล นิยามของการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของ PISA 2006 เน้นองค์ประกอบของการประเมินผลสี่ส่วนที่ต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ได้แก่ การประเมินในส่วนของ

- 1) **บริบทของวิทยาศาสตร์** ได้แก่ สถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2) **ความรู้ทางวิทยาศาสตร์** ซึ่งประกอบด้วยสองส่วน ได้แก่ **“ความรู้วิทยาศาสตร์”** คือ ความรู้ในเรื่องโลกธรรมชาติ และ **“ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์”** คือ ความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 3) **สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์** ซึ่งหมายถึงการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสามด้านหลักๆ ได้แก่
  - การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues)
  - การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically)
  - การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence)
- 4) **เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์** ได้แก่ การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ สนับสนุนการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์ และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่างๆ เช่น ในประเด็นของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังต่อไปนี้



รูป 2 กรอบโครงสร้างที่ใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบวิทยาศาสตร์ใน PISA 2006



## บริบทหรือสถานการณ์สำหรับการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

เนื่องจากความรู้ไม่ได้เกิดขึ้นโดยตัวของตัวเองโดดๆ โดยลำพัง แต่เกิดขึ้นตามสถานการณ์หรือบริบท ดังเช่น สถานการณ์จากสิ่งที่เป็นประเด็นร้อนที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล ต่อสุขภาพ ต่อสังคมวัฒนธรรม หรือต่อชีวิตมนุษย์ในโลก วิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อ หรือวิทยาศาสตร์ที่จะมีผลกระทบต่อไปในอนาคต เป็นต้น

การประเมินผลจึงจะอยู่ในสถานการณ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโลกของนักเรียนที่ภารกิจการประเมินผลหรือคำถามนั้นเกิดขึ้น คำถามของ PISA 2006 จะไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะเป็นสถานการณ์ที่อาจจะเกี่ยวข้องในระดับส่วนบุคคล เช่น ตัวเองกับครอบครัว ในระดับชุมชน (สังคม) จนกระทั่งสถานการณ์ในระดับโลก (global) แม้กระทั่งคำถามทางประวัติศาสตร์ ซึ่งเข้าใจได้ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถนำมาถามได้

กรอบ 1 สถานการณ์ (บริบท) ทางวิทยาศาสตร์			
บริบท	ระดับส่วนตัว (ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน)	ระดับชุมชน (สังคม)	ระดับโลก
สุขภาพ	สุขภาพ อุบัติเหตุ โภชนาการ	ควบคุมโรค สุขภาพชุมชน การเลือกอาหาร	โรคระบาด การระบาด ข้ามประเทศ
ทรัพยากรธรรมชาติ	การใช้วัสดุ พลังงาน	การรักษาจำนวนประชากร คุณภาพชีวิต ความมั่นคง การผลิตและการกระจาย อาหาร การหาพลังงาน	ทรัพยากรที่เกิดใหม่ได้และ ไม่ได้ ระบบของธรรมชาติ การเพิ่มประชากร
คุณภาพสิ่งแวดล้อม	พฤติกรรมเป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม	การกระจายประชากร การทิ้งขยะ ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม อากาศใน ท้องถิ่น	ความหลากหลายทาง ชีววิทยา ความยั่งยืนของ ระบบนิเวศ การเกิดและ การสูญเสียดิน
อันตราย พิษภัย	อันตรายจากธรรมชาติ และคนทำขึ้น	การเปลี่ยนแปลงแบบ กะทันหัน (แผ่นดินไหว คลื่นยักษ์ พายุ) การเปลี่ยนแปลงช้าๆ (การ กัดเซาะ การตกตะกอน)	การเปลี่ยนแปลงบรรยากาศ ผลกระทบของสงคราม

กรอบ 1 สถานการณ์ (บริบท) ทางวิทยาศาสตร์			
บริบท	ระดับส่วนตัว (ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน)	ระดับชุมชน (สังคม)	ระดับโลก
โลกของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	ความสนใจ การอธิบาย ปรากฏการณ์ งานอดิเรกที่ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การกีฬาและการพักผ่อน ดนตรีและเทคโนโลยีส่วนตัว	วัสดุใหม่ๆ เครื่องมือและ กระบวนการใหม่ การดัดแปลงพันธุกรรม เทคโนโลยีอาวุธ การคมนาคมขนส่ง	การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต การสำรวจอวกาศ การเกิดจักรวาล

## สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จะต้องมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science competencies) PISA 2006 ให้ความสำคัญกับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมกลุ่มสมรรถนะหลักๆ ได้สามกลุ่ม ได้แก่ สมรรถนะในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identify Scientific Issues ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปจะเรียก ISI) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically ต่อไปจะเรียก EPS) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence ต่อไปจะเรียก USE) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กรอบ 2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	
<b>การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</li> <li>➢ ระบุได้ว่าจำเป็นต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ (รู้ค่าสำคัญสำหรับการค้นคว้า)</li> <li>➢ รู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์</li> </ul>	
<b>การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน</li> <li>➢ บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์</li> <li>➢ ระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล</li> </ul>	

**การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์**

- ตีความหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ลงข้อสรุป และสื่อสารข้อสรุป
- ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป
- แสดงให้เห็นว่าเข้าใจแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทต่างๆ
- สะท้อนถึงนัยของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ต้องการประเมินนักเรียนในความสามารถต่อไปนี้

**1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์**

- **รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใด ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์**  
 คำถามการประเมินสมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนแยกแยะปัญหา/คำถามที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกจากปัญหาประเภทอื่นๆ ที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนระบุว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ หรือคำถามใดที่สำรวจตรวจสอบไม่ได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอาจเสนอแนะวิธีการที่จะใช้หาคำตอบต่อปัญหาที่มีอยู่
- **บอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า**  
 ในการที่จะรู้ว่าคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถบอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้าและหาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบได้ นั่นคือจะต้องระบุได้ว่าจะต้องใช้สาระ **ข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ** สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนตอบว่าในคำถาม / ปัญหาที่กำหนดให้ นั้น นักเรียนจำเป็นต้องรู้สาระใดบ้าง ใช้ข้อมูลใด หรือต้องหาประจักษ์พยานหรือหลักฐานใด เพื่อที่จะได้ออกแบบวางแผนที่จะเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง
- **รู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์**  
 การแสดงความสามารถในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องรู้ลักษณะที่สำคัญของการตรวจสอบ เช่น รู้ว่าการทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร จะต้องเปรียบเทียบอะไรควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด จะต้องค้นคว้าสาระ และข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และจะต้องทำอะไร อย่างไรก็ตามจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้

## 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนแสดงสมรรถนะนี้โดยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่งๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการบรรยาย และการตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น การประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนระบุว่า คำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไรเป็นต้น เช่น ในสถานการณ์ที่มีคดีฆาตกรรม และมีการตรวจ DNA เกิดขึ้น ให้นักเรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ มาระบุว่าคำบรรยายเกี่ยวกับ DNA ข้อใดบรรยายได้เหมาะสม เป็นต้น

## 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนรู้ความหมายและความสำคัญของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การบอกเล่า และการสื่อสาร โดยการแสดงว่ามีความรู้และทักษะต่อไปนี้

- **รู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยาน** แสดงว่ามีความเข้าใจว่าจะต้องมีข้อมูล หลักฐานใดจากการค้นคว้า การเก็บข้อมูล รongรับหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้าง ข้อสรุป หรือการพยากรณ์ หรือคาดการณ์ล่วงหน้า
- **สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล** บนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ คำถามประเภทนี้อาจให้นักเรียนวิเคราะห์วิจารณ์ข้อสรุปที่ยกมาให้ โดยให้วิเคราะห์ว่า การสรุปนั้นได้สรุปออกมาจากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ หรืออาจจะให้ข้อมูลหรือประจักษ์พยานมาแล้ว ให้นักเรียนเป็นผู้ลงข้อสรุปจากข้อมูล หรือประจักษ์พยานที่มี หรืออาจจะให้นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย
- **สื่อสารข้อสรุป** การสื่อสารข้อมูลเฉพาะ หรือข้อสรุปจากประจักษ์พยานและข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้ โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้
- **การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์** ในข้อนี้จะวัดว่า นักเรียนแสดงว่ามีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำแนวคิด (Concept) นั้นๆ ไปใช้ได้ ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง หรืออาจจะให้นักเรียนคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่าง หรือให้ชี้บอกว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้ โดยให้นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ที่ไม่ได้กำหนดให้) มาใช้ในการบอกนั้นๆ

ข้อสอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีหลายแบบ เช่น อาจให้นักเรียนเลือกข้อสรุปที่สมเหตุสมผลกับประจักษ์พยานหรือข้อมูลจากตัวเลือกที่มีให้ อาจให้นักเรียนบอกเหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านการลงข้อสรุปหนึ่งที่ได้มาจากกระบวนการหนึ่งๆ อาจให้นักเรียนอธิบายหรือให้เหตุผลว่ากระบวนการนั้นควรนำมาสู่ข้อสรุปนั้นหรือไม่ อย่างไร ให้คิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ว่าข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ที่กำหนดไว้สำหรับการศึกษานั้น แล้วนำไปสู่ข้อสรุปนั้นๆ เหมาะสมหรือไม่อย่างไร

## ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดและเนื้อหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในนามของ PISA ประกอบด้วย ความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

### กรอบ 3 ความรู้วิทยาศาสตร์ตามนิยามของ PISA

เนื่องจากในปัจจุบันคำว่า **วิทยาศาสตร์** ได้รับการยอมรับว่ามีสองสถานะ ได้แก่ **วิทยาศาสตร์คือองค์ความรู้** (Science as a body of knowledge) และ **วิทยาศาสตร์คือกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้** (Science as enquiry)

ในนิยามของ PISA คำว่า “**ความรู้ทางวิทยาศาสตร์**” จึงใช้ในความหมายของความรู้ทั้งสองแบบ โดยเรียกว่า “**ความรู้วิทยาศาสตร์**” และ “**ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์**” ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้ซึ่งเป็นความรู้ของโลกธรรมชาติ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ฯลฯ ส่วนความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือวิถีทางที่นำไปสู่เป้าหมายของการได้มาซึ่งความรู้ (วิถีทางในที่นี้คือกระบวนการสืบเสาะหา ส่วนเป้าหมายคือการอธิบายและลงข้อสรุป)

## ความรู้วิทยาศาสตร์ : แนวคิดและเนื้อหา

PISA เลื่อนเน้นเฉพาะแนวคิดและสาระเนื้อหาที่ใช้ได้ (Relevant) สำหรับการใช้ชีวิตในอนาคตที่มีส่วนช่วยให้เข้าใจโลกที่อยู่ในแง่มุมเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเน้นความชัดเจนที่ต้องใช้ได้กับชีวิตจริง ต้องใช้ได้กับวันนี้ และในทศวรรษต่อไป และต้องเหมาะสมกับนักเรียนอายุ 15 ปี ด้วย นอกจากนั้นเกณฑ์ในการเลือกเนื้อหาสำหรับการประเมินของ PISA จะไม่เน้นความรู้ความจำในเนื้อหาหรือแนวคิด การให้คำจำกัดความข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ แต่เนื้อหาที่ครอบคลุม ได้แก่

- **วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม** (Science in earth and environment) หรือเรียกรวมว่า ความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Knowledge of natural world)
- **วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ** (Science in life and health) และ
- **วิทยาศาสตร์ในเทคโนโลยี** (Science in Technology)

วิทยาศาสตร์ทั้งสามด้านนี้เป็นเรื่องที่อยู่และพบเห็นในชีวิตจริงของประชาชนคนธรรมดาทั่วไป ซึ่งเป็นวิถีปกติของชีวิตในสังคมปัจจุบันและอนาคต ประชาชนที่ได้รับข่าวสารก็ต้องมีความเข้าใจพื้นฐานเพียงพอที่จะรับข่าวสารสาระจากสื่อ และควรมีกระบวนการที่จะย่อย วิเคราะห์ และตัดสินใจสำหรับประเด็นหรือข่าวนั้นๆ ดังนั้น จึงใช้เนื้อหาสาระทั้งสามด้านนี้เป็นตัวเดินเรื่องเพื่อการปลูกฝังกระบวนการคิดและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

### กรอบ 4 ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมใน PISA 2006

#### ระบบทางกายภาพ (Physical Systems)

- โครงสร้างของสสาร (เช่น อนุภาค พันธะ)
- สมบัติของสสาร (เช่น การเปลี่ยนสถานะ การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า)
- การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (เช่น ปฏิกิริยา การถ่ายโอนพลังงาน กรด/เบส)
- การเคลื่อนที่และแรง (เช่น ความเร็ว ความเสียดทาน)
- พลังงานและการถ่ายโอน (เช่น คลื่นแสงและวิทยุ คลื่นเสียง)

#### ระบบสิ่งมีชีวิต (Living Systems)

- เซลล์ (เช่น โครงสร้างและหน้าที่ DNA พืชและสัตว์)
- มนุษย์ (เช่น สุขภาพ โภชนาการ ระบบย่อยๆ ในร่างกาย [เช่น การย่อย การหายใจ การไหลเวียนเลือด การขับถ่าย และความสัมพันธ์ของระบบ] โรคภัย การสืบพันธุ์)

**ระบบของโลกและอวกาศ (Earth and Space systems)**

- โครงสร้าง (เช่น ผิวโลก บรรยากาศ พื้นน้ำ)
- พลังงานในโลก (เช่น แหล่งพลังงาน ดินฟ้าอากาศของโลก)
- การเปลี่ยนแปลงในโลก (เช่น การเกิดชั้นดินระบบทางเคมีในพื้นที่โลก แรงที่สร้างและทำลายโลก)
- ประวัติศาสตร์ของโลก (เช่น ฟอสซิล การเริ่มต้น และวิวัฒนาการ)
- โลกในอวกาศ (เช่น การโน้มถ่วง ระบบสุริยะ)

**ระบบเทคโนโลยี (Technology Systems)**

- บทบาทของเทคโนโลยีที่มีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน
- ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยี (เช่น ส่วนดี ค่าใช้จ่าย ความเสี่ยง การแลกเปลี่ยน)
- หลักการที่สำคัญ (เช่น นวัตกรรม ข้อจำกัดของเทคโนโลยี การประดิษฐ์ การแก้ปัญหา)

**ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์**

ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Knowledge about science) คือ ความรู้ในเชิงกระบวนการ ประกอบด้วย กระบวนการค้นคว้าหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific enquiry) ซึ่งจุดเน้นอยู่ที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่วนที่สองซึ่งสัมพันธ์กับกระบวนการส่วนแรกคือการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation)

## กรอบ 5 ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

### การหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- จุดเริ่มต้น (เช่น ความอยากรู้อยากศึกษ การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์)
- จุดมุ่งหมาย ต้องการทำอะไร (เช่น ต้องการหาหลักฐานเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ความคิดในปัจจุบัน/ตัวแบบ/ทฤษฎี/การสืบหา)
- การทดลอง (คำถามที่ต่างกันนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ การออกแบบที่ต่างกัน)
- ลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ (เช่น เชิงปริมาณ [การวัด] เชิงคุณภาพ [การสังเกต])
- การวัด (เช่น ความไม่แน่นอน การวัดซ้ำ ความแปรผัน การประมาณความถูกต้องของ อุปกรณ์และกระบวนการ)
- ลักษณะของผล (เช่น ผลจากการวัดตรงๆ ผลที่ได้ขณะนั้นซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ ผลที่ตรวจสอบได้ การแก้ไขด้วยตนเอง)

### การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ประกอบด้วย)

- แบบ (ของคำอธิบาย) (เช่น สมมติฐาน ทฤษฎี กฎ)
- การสร้าง (เช่น การเสนอข้อมูล บทบาทของความรู้ปัจจุบันกับประจักษ์พยานใหม่ การสร้างสรรค์และจินตนาการ)
- กฎ (เช่น กฎคงที่ สมเหตุสมผล มีประจักษ์พยานรองรับ)
- ผลที่เกิดขึ้น (เช่น สร้างความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ เทคโนโลยีใหม่ นำไปสู่คำถามใหม่และการสำรวจตรวจสอบใหม่)

### ตัวอย่าง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างคำถามเรื่องนมโรงเรียน เป็นการใช้ความรู้ในเรื่องเกี่ยวกับสุขภาพและเป็นคำถามความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในด้านการหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ คำถามแรกเป็นการให้นักเรียนบอกจุดประสงค์ของการศึกษาสมรรถนะ-การระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คำถามที่สองก็เป็นสมรรถนะการระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน



---

## นมโรงเรียน

ในปี ค.ศ. 1930 ได้มีการศึกษาทดลองครั้งใหญ่ในโรงเรียนต่างๆ ในท้องที่หนึ่งของสกอตแลนด์ ในช่วงเวลาสี่เดือน นักเรียนบางคนได้รับนมฟรีและบางคนไม่ได้รับ ครูใหญ่เป็นผู้คัดเลือกว่านักเรียนคนใดได้รับนม การศึกษาทำดังนี้

- นักเรียน 5,000 คน ได้รับนมไม่พาสเจอร์ไรส์ปริมาณหนึ่งทุกวันที่เรียน
- นักเรียนอีก 5,000 คน ได้รับนมพาสเจอร์ไรส์ ปริมาณเท่ากันทุกวันที่เรียน และ
- นักเรียน 10,000 คนไม่ได้รับนมชนิดใดเลย

ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงของนักเรียนทั้ง 20,000 คน ทั้งเริ่มต้นและจบการทดลอง

---

### คำถามที่ 1 : นมโรงเรียน

ต่อไปนี้เป็นคำถามวิจัยสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
จะต้องทำอะไรบ้างในการทำงานนมพาสเจอร์ไรส์	ใช่ / ไม่ใช่
การดื่มนมเสริม จะมีผลอะไรกับเด็กนักเรียน	ใช่ / ไม่ใช่
นมพาสเจอร์ไรส์มีผลอะไรกับการเจริญเติบโตของเด็ก	ใช่ / ไม่ใช่
การอยู่ในท้องที่ต่างกันของสกอตแลนด์มีผลอะไรกับสุขภาพของเด็ก	ใช่ / ไม่ใช่

### การให้คะแนน นมโรงเรียน

#### คะแนนเต็ม

รหัส 1: ถูกทั้งสี่ข้อ: ไม่ใช่ ใช่ ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่ได้คะแนน

รหัส 0: คำตอบอื่นๆ

รหัส 9: ไม่ตอบ

---

## คำถามที่ 2: นมโรงเรียน

โดยเฉลี่ย เด็กที่ได้รับนมในช่วงที่ศึกษามีส่วนสูงและน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าเด็กที่ไม่ได้รับนม

ข้อสรุปหนึ่งที่เป็นไปได้จากการศึกษานี้ คือเด็กที่ดื่มนมมากๆ จะเจริญเติบโตเร็วกว่าเด็กที่ดื่มนมน้อย

เพื่อให้ข้อสรุปนี้มีความน่าเชื่อถือ จึงบอกข้อกำหนดหนึ่งข้อที่ต้องพิจารณาก่อนทำการศึกษากับนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้

.....  
.....

### การให้คะแนน นมโรงเรียน

**คะแนนเต็ม** บอกข้อกำหนดที่ชัดเจนที่สุดที่ว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มต้องไม่มีความแตกต่างในแต่ละด้าน เช่น การกินอาหารที่บ้านของนักเรียน ระยะเวลาเจริญเติบโต

- นักเรียนทั้งสองกลุ่มจะต้องกินอาหารที่เหมือนกันในเวลาอื่นๆ จึงทำให้ข้อสรุปนี้น่าเชื่อถือได้
- นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ต้องถูกเลือกมาโดยการสุ่ม

-----

## เจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติของคนมีบทบาทสำคัญที่จะทำให้เกิดความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทั่วไป หรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับตนเองโดยตรง เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือการทำให้นักเรียนพัฒนาเจตคติ ให้นักเรียนรู้จักส่งเสริม สนับสนุนวิทยาศาสตร์ ให้มีความรู้ และใช้ความรู้ อย่างเหมาะสม การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2006 ตั้งอยู่บนความเชื่อว่าการรู้วิทยาศาสตร์ของคนต้องมีเจตคติ ความเชื่อ แรงบันดาลใจ ความเชื่อในตนเอง การให้คุณค่า และแสดงออกด้วยการกระทำในที่สุด

PISA 2006 ประเมินเจตคติของนักเรียนในสามกลุ่มด้วยกัน คือ

- ความสนใจในวิทยาศาสตร์
- การสนับสนุนวิทยาศาสตร์ และ
- ความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

PISA ไม่ได้ประเมินเจตคติของนักเรียนต่อรายวิชาที่เรียนในโรงเรียน หรือต่อครูผู้สอน ผลของการประเมินส่วนนี้อาจจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่จะบอกถึงการเลือกเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในอนาคตว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง

<p>กรอบ 6 ขอบเขตการประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์</p>
<p><b>ความสนใจในวิทยาศาสตร์</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ และเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์</li> <li>➢ แสดงความตั้งใจที่จะหาความรู้ และทักษะวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม</li> <li>➢ แสดงความตั้งใจที่จะค้นหาสาระ และแสดงความสนใจต่อเนื่อง รวมถึงพิจารณาอาชีพการงานทางวิทยาศาสตร์</li> </ul>
<p><b>สนับสนุนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่างมุมมอง และข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์</li> <li>➢ สนับสนุนการใช้ความเป็นจริง และการอธิบายที่สมเหตุสมผล</li> <li>➢ แสดงออกว่าในการสร้างข้อสรุป มีกระบวนการและความเป็นเหตุเป็นผล (ตรรกะ) อย่างระมัดระวัง</li> </ul>
<p><b>ความรับผิดชอบต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ แสดงออกความรับผิดชอบต่อส่วนบุคคลในอันที่จะรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน</li> <li>➢ แสดงความตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของคน</li> <li>➢ แสดงความเต็มใจที่จะมีบทบาทในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ</li> </ul>

PISA 2006 ใช้ทั้งแบบสอบถามและแบบทดสอบ เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติ แบบสอบถามใช้เก็บข้อมูลด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และแบบสอบถามยังใช้เก็บข้อมูลเพิ่มเติมอื่นๆ เป็นต้นว่า ความผูกพันกับวิทยาศาสตร์ ทักษะของนักเรียนต่อความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่อชีวิตตนเอง และต่อสังคมในส่วนรวม ส่วนข้อสอบที่ขึ้นกับบริบทใช้ตรวจสอบความรู้สึกของนักเรียนในและนอกบริบท เพื่อตรวจสอบว่าความรู้สึกของนักเรียนจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่เมื่ออยู่นอกบริบทหรือเมื่ออยู่ในต่างบริบทจะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร และจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์

## รูปแบบของข้อสอบ

ข้อสอบแต่ละหน่วยประกอบด้วยบริบทที่เป็นสถานการณ์ของข้อสอบ ซึ่งอาจจะเป็นในรูปแบบของข้อเขียนสั้นๆ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบ และตัวข้อสอบหรือคำถาม (ตั้งตัวอย่างเรื่อง มาลาเรีย และนมโรงเรียน) แต่ละหน่วยข้อสอบหรือคำถามอาจมีถึง 4 ข้อ ที่ประเมินความรู้วิทยาศาสตร์ หรือความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเกือบทุกหน่วยจะประเมินมากกว่าหนึ่งสมรรถนะ และความรู้มากกว่าหนึ่งอย่าง

แบบของข้อสอบ มีสามแบบด้วยกันในสัดส่วนดังนี้

- ข้อสอบที่มีตัวเลือกตอบ มีประมาณหนึ่งในสามของข้อสอบทั้งหมด ให้นักเรียนเลือกหนึ่งคำตอบจากสี่ตัวเลือก
- อีกหนึ่งในสามส่วนมีทั้งส่วนที่นักเรียนต้องเขียนคำตอบ อาจเป็นเขียนตอบสั้นๆ หรือเลือกตอบเชิงซ้อน (Complex multiple-choice)
- ส่วนที่สามเป็นข้อสอบแบบเปิดที่ให้นักเรียนสร้างคำตอบอย่างอิสระ (เช่น ข้อสอบนมโรงเรียน คำถามที่สอง)

### การตรวจให้คะแนน

แม้ว่าข้อสอบปกติจะเป็นการให้คะแนนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือมีคะแนนกับไม่มีคะแนน แต่ข้อสอบประเภทเลือกตอบเชิงซ้อน หรือตอบอิสระจะมี**คะแนนบางส่วน** ให้ด้วยสำหรับการตอบที่มีส่วนถูกบ้าง หรือมีการใช้เหตุผลบางอย่างที่สอดคล้องกับคำอธิบาย แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด คู่มือการตรวจให้คะแนนข้อสอบประเภทนี้ จะแยกคำตอบของนักเรียนออกจากกันตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ สามอย่างด้วยกัน คือ **คะแนนเต็ม** **คะแนนบางส่วน** และ**ไม่มีคะแนน**

การที่นักเรียนได้คะแนนเต็มบางครั้งอาจจะไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามเนื้อหาวิชาที่เดียว แต่นักเรียนได้แสดงว่ามีความรู้และเข้าใจ สามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกว่าเป็นผู้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในระดับของเด็กอายุ 15 ปี บางครั้งแม้คำตอบอาจจะไม่เหมือนกัน ก็อาจมีคะแนนเต็มเท่ากัน ถ้านักเรียนสามารถแสดงออกให้เห็นว่ามีความเข้าใจในเรื่องราว มีการใช้เหตุผลได้สอดคล้อง ส่วนคำตอบที่ความถูกต้องที่ลดลง ก็จะได้คะแนนบางส่วน ส่วนคำตอบที่**ไม่มีคะแนน** เป็นคำตอบที่ไม่ได้ตอบคำถามที่โจทย์ต้องการ ไม่สมเหตุสมผล อาจตอบถูกแต่ไม่มีคำอธิบายหรืออธิบายผิด ให้เหตุผลผิด หรือ บางครั้งดูเหมือนคำตอบถูก แต่นักเรียนลอกข้อความจากตัวคำถามมาตอบ พวกนี้จะไม่ให้คะแนนให้

ในทางปฏิบัติจริงๆ การตรวจให้คะแนน PISA ไม่ได้ให้เป็นคะแนน แต่ให้เป็นรหัสคะแนนเป็นการตรวจที่ใช้วิธีให้รหัสคำตอบ โดยคู่มือการให้รหัสคำตอบจะกำหนดรหัสให้เป็นคะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน หรือไม่มีคะแนน และทุกข้อจะมีเกณฑ์การตอบและตัวอย่างคำตอบที่จะได้รับรหัสในแต่ละกลุ่ม แล้วรหัสจะถูกนำไปเปลี่ยนเป็นคะแนนภายหลัง และข้อสอบแต่ละข้อก็อาจกำหนดรหัสต่างกัน การให้รหัสสำหรับคะแนนเต็มหรือคะแนนบางส่วนมีประโยชน์มากสำหรับการวิเคราะห์การเรียนรู้ของนักเรียน หรือจุดอ่อนที่ครูสามารถให้ข้อมูลกลับได้ เพราะบางครั้งนักเรียนอาจได้คะแนนเต็มเหมือนกัน แต่ใช้เหตุผลต่างกัน หรือไม่ได้คะแนนเหมือนกันแต่ผิดด้วยเหตุผลต่างกัน การใช้รหัสคะแนนทำให้ครูทราบว่านักเรียนส่วนใหญ่ผิดหรือถูกอย่างไร

## สรุป

ข้อสอบของ PISA ใช้ทดสอบนักเรียนอายุ 15 ปี คำถามในข้อสอบ PISA ตลอดจนคำตอบที่ต้องการมีลักษณะแตกต่างจากข้อสอบที่นักเรียนเคยชิน เป็นต้นว่าการเลือกตอบเชิงซ้อน การตอบแบบอิสระ การตรวจให้คะแนนก็มีวิธีการใหม่ๆ เป็นต้นว่าคำถามที่ต้องการคำตอบอิสระ นักเรียนอาจจะได้คะแนนเต็มเหมือนกันแม้ว่าคำตอบจะไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเหตุผลที่ใช้ การประเมินผลแบบนี้เป็นการทดสอบวิีคิด และใช้เหตุผลประกอบคำตอบ ซึ่งจะเป็นทักษะที่ต้องใช้ในชีวิิตจริงในอนาคต การมีข้อสอบหลากหลายแบบ และต้องการคำตอบที่นักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะมากกว่าที่เคยทำแบบเดิมๆ ผลการประเมินจึงสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับให้นักเรียนรู้ว่าจุดอ่อนจุดแข็งอย่างไร และสามารถนำมาปรับปรุงจุดด้อยของตัวเองได้

อย่างไรก็ตาม ข้อสอบแบบนี้เป็นสิ่งที่ยังนักเรียนไทยไม่คุ้นเคย นักเรียนจึงทำคะแนนได้ต่ำมาก เมื่อเทียบกับนักเรียนในหลายประเทศที่นักเรียนเคยถูกฝึกให้ใช้เหตุผล ใช้การวิเคราะห์ และสามารถสร้างคำตอบโดยการเขียนด้วยตนเองแทนการเลือกตอบ ควรจะได้รับการฝึกฝนให้เคยชินกับการเขียนอธิบาย การให้เหตุผล การอ้างอิงหรือใช้ประจักษ์พยาน เพราะสิ่งนี้คือทักษะที่จำเป็นสำหรับชีวิิตและการอยู่ในสังคมอย่างเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ



ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์ของ PISA



## ปรากฏการณ์เรือนกระจก

จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

ปรากฏการณ์เรือนกระจก : เรื่องจริง หรือ บวบิยาย?

สิ่งที่มีชีวิตต้องการพลังงานในการดำรงชีวิต และพลังงานสำหรับสิ่งมีชีวิตบนโลกมาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งแผ่มาในอวกาศได้เพราะร้อนมาก แต่พลังงานที่มาถึงโลกมีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

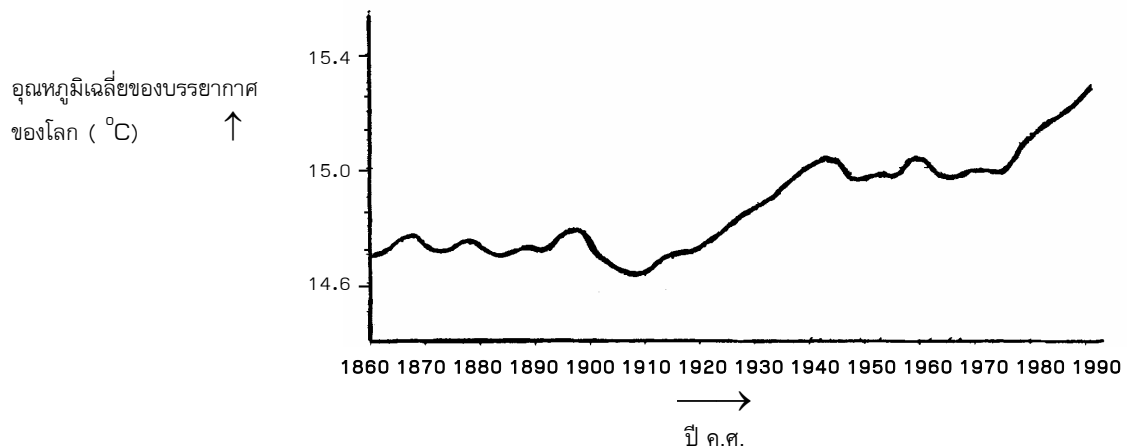
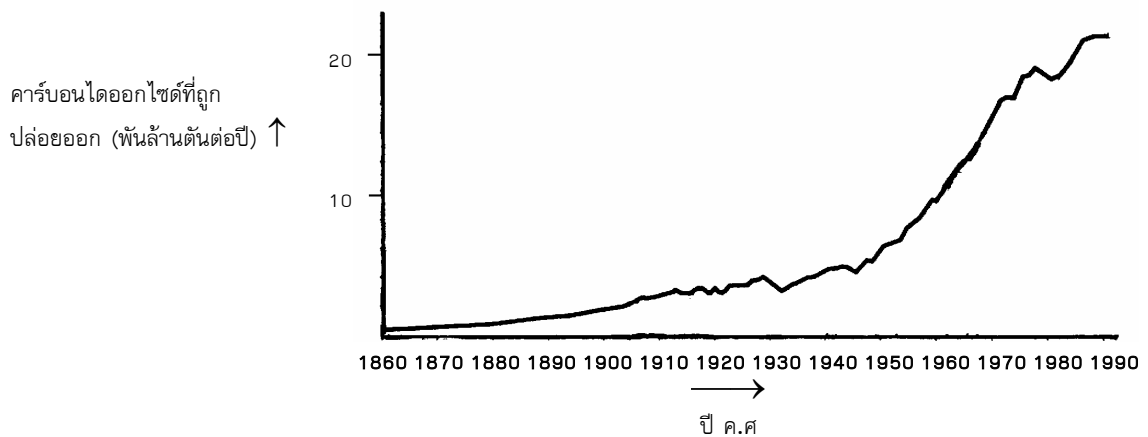
บรรยากาศของโลกทำตัวเหมือนผ้าห่มคลุมป้องกันผิวโลกของเรา คอยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิ ซึ่งจะเกิดขึ้นหากโลกนี้ไม่มีอากาศ

พลังงานที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะผ่านบรรยากาศของโลก โลกจะดูดซับพลังงานไว้บางส่วน และสะท้อนพลังงานบางส่วนกลับไป พลังงานที่สะท้อนกลับนี้บางส่วนจะถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศ ผลที่เกิดขึ้นคือ หากไม่มีบรรยากาศดังกล่าว อุณหภูมิโดยเฉลี่ยเหนือผิวโลกจะสูงกว่าที่เป็นอยู่ที่นี่ ทำให้บรรยากาศของโลกเกิดผลทำนองเดียวกับเรือนกระจก จึงเรียกว่า "ปรากฏการณ์เรือนกระจก"

ปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ มีการกล่าวถึงกันมากในศตวรรษที่ 20

อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกได้เพิ่มสูงขึ้นจริง หนังสือพิมพ์และวารสารต่างๆ มักบอกว่า ตัวการสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 คือ การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์

นักเรียนคนหนึ่งชื่ออัจฉริยะ สนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ที่อาจเป็นไปได้ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยของ บรรยากาศของโลก และ ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาบนโลก เขาค้นพบกราฟ 2 รูป ในห้องสมุดดังต่อไปนี้





อัจฉริยะสรุปจากกราฟสองรูปนี้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกที่สูงขึ้น เป็นเพราะคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาสู่โลกเพิ่มมากขึ้น

### คำถามที่ 1 : ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ข้อมูลส่วนใดของกราฟที่สนับสนุนการสรุปของอัจฉริยะ

.....

.....

#### คะแนนเต็ม

คำตอบอ้างถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมา (โดยเฉลี่ย) เช่น

- ขณะที่มีการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> เพิ่มขึ้น อุณหภูมิก็จะเพิ่มขึ้นด้วย
- กราฟทั้ง 2 เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ
- เพราะว่ากราฟทั้ง 2 เริ่มสูงขึ้นในปี ค.ศ. 1910
- อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
- เส้นกราฟสูงขึ้นไปด้วยกัน
- ทุก ๆ อย่างเพิ่มขึ้น
- ยิ่งมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น อุณหภูมิก็จะสูงขึ้นไปด้วย

**หรือ** คำตอบอ้างถึง (โดยทั่วไป) ความสัมพันธ์ในเชิงบวกของอุณหภูมิและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมา เช่น

*[หมายเหตุ : มุ่งจับคำเฉพาะที่นักเรียนใช้ เช่น “ความสัมพันธ์ด้านบวก” “รูปร่างคล้ายกัน” หรือ “มีสัดส่วนโดยตรง” ถึงแม้ว่าจะไม่ตรงกับคำตอบที่นำมาข้างล่าง แต่ก็แสดงถึงความเข้าใจในระดับที่พอจะให้คะแนนได้]*

- ปริมาณของ CO<sub>2</sub> และอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเป็นสัดส่วนโดยตรง
- ทั้งสองมีรูปร่างคล้ายกัน แสดงว่ามีความสัมพันธ์

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบที่อ้างถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ (โดยเฉลี่ย) หรือการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่ง

- อุณหภูมิสูงขึ้น
- คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น
- แสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

**หรือ** คำตอบที่อ้างถึงอุณหภูมิและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ โดยไม่มีคำอธิบายธรรมชาติของความสัมพันธ์ให้กระจ่าง

- การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (กราฟ 1) มีผลต่ออุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้น (กราฟ 2)
- คาร์บอนไดออกไซด์เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ของอุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น

**หรือ** คำตอบอื่นๆ เช่น

- คาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาสูงกว่าอุณหภูมิของโลกโดยเฉลี่ย (คำตอบไม่ถูกต้อง เพราะตอบในเชิงที่ว่า ปริมาณของ CO<sub>2</sub> ที่ปล่อยออกมา และอุณหภูมิกำลังเพิ่มขึ้น มากกว่าที่จะตอบว่าเพิ่มขึ้นทั้งสองอย่าง)
- การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในหลายปีที่ผ่านมา เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิของบรรยากาศสูงขึ้น
- วิธีที่เส้นกราฟลากสูงขึ้น
- มีการเพิ่มขึ้น

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ด้านสิ่งแวดล้อม

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 69.32

เกาหลี 63.86

จีน-ฮ่องกง 75.40

จีน-มาเก๊า 60.70

จีน-ไทเป 65.47

ไทย 21.74

## คำถามที่ 2 : ปรากฏการณ์เรือนกระจก

นักศึกษาอีกคนหนึ่งชื่อจินตนา ไม่เห็นด้วยกับการสรุปของอัจฉริยะ เธอเปรียบเทียบกราฟทั้งสอง และบอกว่า มีกราฟบางส่วนไม่สนับสนุนข้อสรุปของอัจฉริยะ

จงยกตัวอย่างว่า กราฟส่วนใดไม่สนับสนุนข้อสรุปของอัจฉริยะ พร้อมทั้งอธิบายคำตอบ

.....

.....

.....

### คะแนนเต็ม

อ้างอิงส่วนใดส่วนหนึ่งของกราฟที่ไม่ได้เพิ่มหรือไม่ได้ลดพร้อมกัน และอธิบายคำตอบ

- CO<sub>2</sub> ในปี 1900-1910 เพิ่มขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิในช่วงเวลานั้น ลดลง
- คาร์บอนไดออกไซด์ในปี 1980-1983 ลดลงแต่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น
- อุณหภูมิในช่วงปี 1800 (1800-1899) ตอนช่วงดึกที่ แต่กราฟแรกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ
- อุณหภูมิระหว่างปี 1950 ถึงปี 1980 ไม่เพิ่มแต่ปริมาณ CO<sub>2</sub> เพิ่มขึ้น
- อุณหภูมิตั้งแต่ปี 1940 จนกระทั่งถึงปี 1975 ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
- อุณหภูมิในปี 1940 สูงกว่าในปี 1920 มาก เช่นเดียวกับกับการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ด้านสิ่งแวดล้อม

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	54.35
เกาหลี	49.24
จีน-ฮ่องกง	52.93
จีน-มาเก๊า	42.56
จีน-ไทเป	51.86
ไทย	12.35

### คะแนนบางส่วน

กล่าวถึงช่วงเวลาถูกต้องแต่ไม่ให้อธิบาย เช่น

- ปี 1930 - 1933
- ก่อนปี 1910

กล่าวถึงปีใดปีหนึ่งเท่านั้น ไม่ใช่ช่วงเวลาและให้คำอธิบายที่ยอมรับได้

- การปล่อย CO<sub>2</sub> ในปี 1980 ลดลง แต่อุณหภูมิยังคงเพิ่มขึ้น

ยกตัวอย่างที่ไม่สนับสนุนข้อสรุปของอัจฉริยะ แต่กล่าวถึงช่วงเวลาผิด *ควรมีสิ่งบอกถึงความผิดพลาด เช่น ทำเครื่องหมายในกราฟที่แสดงพื้นที่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ความผิดพลาดเกิดขึ้นตอนที่แปลความหมายออกมาเป็นข้อความ*

- อุณหภูมิระหว่างปี 1950 และปี 1960 ลดลง และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาเพิ่มขึ้น

กล่าวถึงความแตกต่างของกราฟทั้งสอง โดยไม่กล่าวถึงช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งโดยเฉพาะ

- ที่ตำแหน่งเดียวกับอุณหภูมิเพิ่มขึ้นแม้ว่าการปล่อย CO<sub>2</sub> จะลดลง
- การปล่อย CO<sub>2</sub> ในช่วงแรกมีปริมาณเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิก็สูง
- ในขณะที่มีการเพิ่มขึ้นในกราฟที่ 1 เรื่อย ๆ กราฟที่ 2 ไม่เพิ่มยังคงเท่าเดิม *(หมายเหตุ: มั่นคงที่ "โดยภาพรวม")*
- เพราะอุณหภูมิในตอนเริ่มต้นยังคงสูง ในช่วงที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำมาก ๆ

กล่าวถึงความผิดปกติของกราฟใดกราฟหนึ่ง

- ในช่วงประมาณปี 1910 ที่อุณหภูมิลดลง และเป็นอยู่อย่างนั้นระยะเวลาหนึ่ง
- ในกราฟที่ 2 อุณหภูมิของบรรยากาศของโลกก่อนปี 1910 ลดลง

บ่งชี้ถึงกราฟที่แตกต่างกัน แต่ให้อธิบายไม่ดี

- ความร้อนในช่วงปี 1940-1950 สูงมาก แต่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำมาก

ให้อธิบายไม่ดี แต่บ่งชี้ความแตกต่างอย่างเด่นชัด

### คำถามที่ 3 : ปรากฏการณ์เรือนกระจก

อัจฉริยะยืนยันข้อสรุปของเขาที่ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกสูงขึ้น เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ แต่จินตนาการว่าการสรุปของอัจฉริยะไม่มีข้อมูลพอ เธอบอกว่า “ก่อนที่จะยอมรับข้อสรุปนี้ คุณต้องแน่ใจว่าปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อปรากฏการณ์เรือนกระจกต้องมีค่าคงที่”

จงบอกปัจจัยที่จินตนาการว่าคงมา 1 อย่าง

.....  
.....

#### คะแนนเต็ม

อ้างอิงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน/การแผ่รังสีที่มาจากดวงอาทิตย์	อ้างอิงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางธรรมชาติหรือมลภาวะที่อาจเกี่ยวข้อง
<ul style="list-style-type: none"><li>ดวงอาทิตย์อาจจะร้อนขึ้น และอาจเป็นไปได้ที่โลกกำลังเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง</li><li>พลังงานสะท้อนกลับจากโลก (สันนิษฐานว่า “โลก” มักเรียกหมายถึง “พื้นดิน”)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>ไอน้ำในอากาศ</li><li>เมฆ</li><li>เหตุการณ์ เช่น ภูเขาไฟระเบิด</li><li>มลภาวะทางอากาศ (ก๊าซ, เชื้อเพลิง)</li><li>ปริมาณของก๊าซจากไอเสีย</li><li>CFC</li><li>จำนวนรถยนต์</li><li>โอโซน (ที่เป็นองค์ประกอบของอากาศ)</li></ul>
หรือ	(หมายเหตุ: กรณีที่อ้างถึงการทำลายโอโซน/ช่องโอโซน ไม่ได้คะแนน)

#### ไม่มีคะแนน

บอกถึงสาเหตุที่ทำให้ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น	อ้างอิงปัจจัยกว้างๆ ที่ไม่เฉพาะเจาะจง	ปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ถูกต้องหรือคำตอบอื่นๆ
<ul style="list-style-type: none"><li>การทำลายป่าดิบฝน</li><li>ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมา</li><li>เชื้อเพลิงจากฟอสซิล</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>ปุ๋ย</li><li>สเปรย์</li><li>สภาพของดินฟ้าอากาศที่เป็นมา</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>ปริมาณของออกซิเจน</li><li>ไนโตรเจน</li><li>รอยรั่วในชั้นโอโซนมีขนาดใหญ่ขึ้น</li></ul>

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** โลกและอวกาศ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ด้านสิ่งแวดล้อม

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 17.59

เกาหลี 18.27

จีน-ฮ่องกง 30.75

จีน-มาเก๊า 21.46

จีน-ไทเป 29.07

ไทย 11.14

## โคลนนิ่ง

จงอ่านบทความจากหนังสือพิมพ์ แล้วตอบคำถาม

### เครื่องทำสำเนาสิ่งมีชีวิต

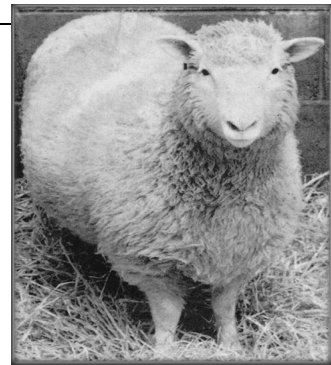
ถ้ามีการเลือกขอดสัตว์แห่งปี พ.ศ. 2540 ดอลลี จะต้องได้รับตำแหน่งนี้อย่างแน่นอน ดอลลีเป็นแกะสัญชาติสกอตที่เห็นในรูปข้างล่างนี้ แต่ดอลลีไม่ใช่แกะธรรมดา ดอลลีเป็นสำเนา (Clone) ของแกะ

5 อีกตัวหนึ่ง การโคลนนิ่ง (Cloning) หมายถึง การทำสำเนาจากต้นฉบับ นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการสร้างแกะ (ดอลลี) ให้เหมือนกับแกะที่เป็นต้นฉบับทุกอย่าง

10 นักวิทยาศาสตร์ชาวสก็อตชื่อ เอียน วิลมุต เป็นคนออกแบบเครื่องทำสำเนาแกะ เขานำชิ้นส่วนเล็กๆ จากต่อมน้ำนมของแกะตัวเมียที่โตเต็มที่แล้ว (แกะตัวที่ 1) จากชิ้นส่วนเล็กๆ นี้

เขาแยกเอานิวเคลียสออก แล้วก็ปลูกถ่ายนิวเคลียสนี้ลงไปในเซลล์ไข่ของแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 2) ที่แยกเอาสิ่งนี้อาจเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของแกะตัวที่ 2 ออกแล้ว จากนั้นจึงนำไข่จากแกะตัวที่ 2 นี้ไปปลูกถ่ายลงในแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 3) แกะตัวที่ 3 ตั้งท้องและคลอดลูกออกมาเป็นดอลลี

20 นักวิทยาศาสตร์บางคนคิดว่า ภายใน 2-3 ปีนี้ เป็นไปได้ที่จะมีการโคลนนิ่งมนุษย์ แต่รัฐบาลหลายประเทศได้ตัดสินใจออกกฎหมายห้ามการทำโคลนนิ่งมนุษย์แล้ว



### คำถามที่ 1 : โคลนนิ่ง

ดอลลีเหมือนกับแกะตัวใด

1. แกะตัวที่ 1
2. แกะตัวที่ 2
3. แกะตัวที่ 3
4. พ่อของดอลลี

**คะแนนเต็ม (ระดับ 4)**

ข้อ 1. แกะตัวที่ 1

**ไม่มีคะแนน**

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** บอกรายละเอียด และพยากรณ์ปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การควบคุมพันธุกรรม

**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	71.66
เกาหลี	68.19
จีน-ฮ่องกง	71.66
จีน-มาเก๊า	69.13
ไทย	39.27

## คำถามที่ 2 : โคลนนิ่ง

ในบทความบรรทัดที่ 11 ที่กล่าวถึงชิ้นส่วนของตอม้านมที่ใช้ ว่าเป็น “ชิ้นส่วนเล็ก ๆ” จากการอ่านเรื่องทั้งหมด นักเรียนคิดว่า “ชิ้นส่วนเล็ก ๆ” นั้น หมายถึงอะไร

1. เซลล์
2. ยีน
3. นิวเคลียสของเซลล์
4. โครโมโซมข้อ

**คะแนนเต็ม**

ข้อ 1. เซลล์

**ไม่มีคะแนน**

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** บอก บรรยาย และพยากรณ์  
ปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** รูปแบบและหน้าที่

**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	43.52
เกาหลี	33.13
จีน-ฮ่องกง	53.47
จีน-มาเก๊า	54.22
ไทย	33.10

## คำถามที่ 3 : โคลนนิ่ง

ในประโยคสุดท้ายของบทความกล่าวว่า รัฐบาลหลายประเทศ ได้ตัดสินใจออกกฎหมายห้ามการโคลนนิ่งมนุษย์แล้ว

ในตารางข้างล่างคือเหตุผลสองประการที่อาจเป็นไปได้ของการตัดสินใจนี้

เหตุผลเหล่านั้น เป็นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “เป็น” หรือ “ไม่เป็น” ในแต่ละข้อ

เหตุผล	เป็นวิทยาศาสตร์หรือไม่
มนุษย์จากการโคลนนิ่งอาจติดเชื้อต่าง ๆ ได้ง่ายกว่ามนุษย์ธรรมดา	เป็น / ไม่เป็น
มนุษย์ไม่ควรแย่งบทบาทของพระเจ้าผู้สร้างสิ่งมีชีวิต	เป็น / ไม่เป็น

**คะแนนเต็ม**

ตอบถูกทั้งสองข้อ: เป็น ไม่เป็น ตามลำดับ

**ไม่มีคะแนน**

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** เข้าใจการสำรวจตรวจสอบ  
ทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การควบคุมพันธุกรรม

**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงข้อ

### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	65.27
เกาหลี	51.22
จีน-ฮ่องกง	51.75
จีน-มาเก๊า	48.37
ไทย	60.64

## กลางวัน

จงอ่านข้อมูลต่อไปนี้และตอบคำถาม

### กลางวัน ของวันที่ 22 มิถุนายน 2545

วันนี้ ขณะที่ทางซีกโลกเหนือฉลองวันที่มีกลางวันยาวนานที่สุด ออสเตรเลียจะมีกลางวันที่ยาวที่สุด

ในเมลเบิร์น\* ประเทศออสเตรเลีย ดวงอาทิตย์จะขึ้นเวลา 7:36 น. และตกในเวลา 17:08 น. จึงมีกลางวัน 9 ชั่วโมง กับ 32 นาที

เปรียบเทียบกับวันนี้ กับวันที่มีกลางวันยาวที่สุดทางซีกโลกใต้ ซึ่งคาดว่าจะเป็วันที่ 22 ธันวาคม ซึ่งดวงอาทิตย์

จะขึ้นในเวลา 5:55 น. และจะตกในเวลา 20:42 น. ทำให้มีกลางวัน 14 ชั่วโมง กับ 47 นาที

ประธานของสมาคมดาราศาสตร์ นาย เปรร์รี วลาโฮ กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลของซีกโลกเหนือ และซีกโลกใต้นั้น เกี่ยวข้องกับการที่โลกเอียง 23 องศา

\*เมลเบิร์น เป็นเมืองในออสเตรเลีย อยู่ที่ละติจูด ประมาณ 38 องศา ใต้เส้นศูนย์สูตร

#### คำถามที่ 1 : กลางวัน

ข้อใดอธิบายถึงการเกิดกลางวันและกลางคืนบนโลก

1. โลกหมุนรอบแกนของตัวเอง
2. ดวงอาทิตย์หมุนรอบแกนของตัวเอง
3. แกนของโลกเอียง
4. โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์

**คะแนนเต็ม (ระดับ 4)**

ข้อ 1 โลกหมุนรอบแกนของตัวเอง

**ไม่มีคะแนน**

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** บอก บรรยาย และพยากรณ์  
ปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์

**แนวเรื่อง :** โลกและตำแหน่งของโลกในจักรวาล

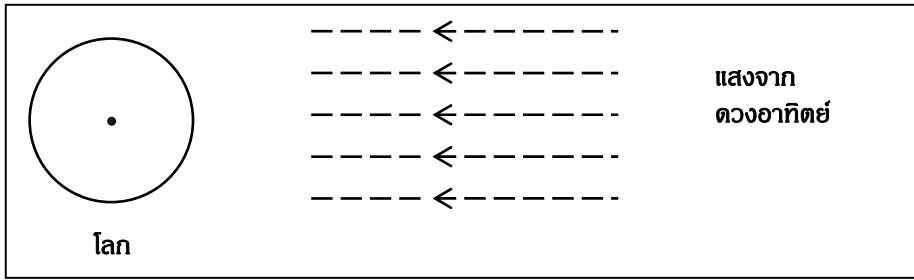
**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	56.48
เกาหลี	63.12
จีน-ฮ่องกง	43.65
จีน-มาเก๊า	39.93
ไทย	31.51

รูปข้างล่างนี้ แสดงลำแสงจากดวงอาทิตย์ส่องไปยังโลก



รูป: ลำแสงจากดวงอาทิตย์

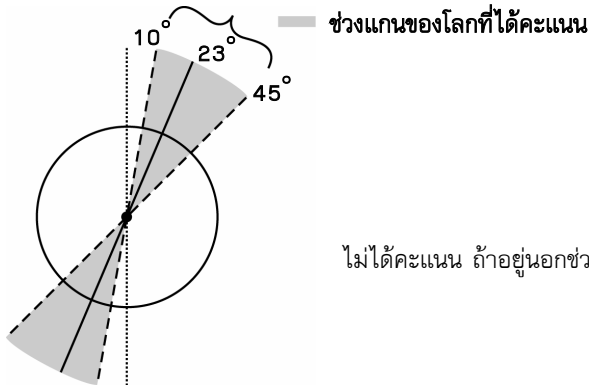
**คำถามที่ 2 : กลางวัน**

สมมติว่าเป็นวันที่มีกลางวันสั้นที่สุดในเมลเบิร์น

จงเขียนเส้นแวงโลก ซีกโลกเหนือ ซีกโลกใต้ และเส้นศูนย์สูตร ลงในรูป พร้อมเขียนชื่อกำกับคำตอบว่าเป็นส่วนใดด้วย

สิ่งสำคัญในการให้คะแนนข้อนี้มีดังนี้

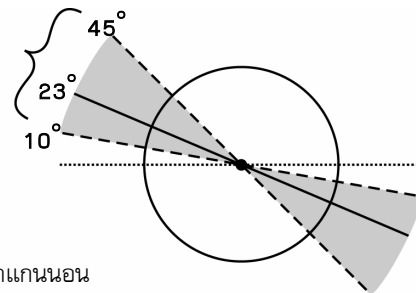
1. วาดแกนของโลกเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์ ในมุมระหว่าง  $10^\circ$  ถึง  $45^\circ$  จากแนวตั้ง ดังรูป



ไม่ได้คะแนน ถ้าอยู่นอกช่วง  $10^\circ$  ถึง  $45^\circ$

2. บอกซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ หรือบอกแค่อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
3. ให้คะแนนวาดเส้นศูนย์สูตรเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์ ในมุมระหว่าง  $10^\circ$  ถึง  $45^\circ$  เหนือแกนนอน ดังรูป  
อาจวาดเส้นศูนย์สูตรให้เป็นวงรีหรือเส้นตรงก็ได้

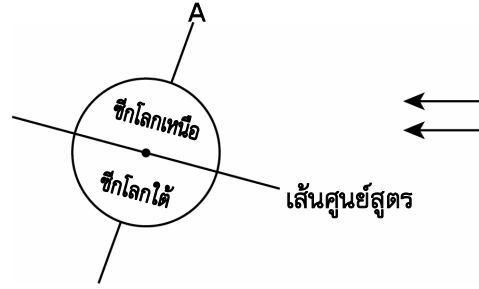
ช่วงเส้นศูนย์สูตรที่ได้คะแนน



ไม่ได้คะแนน ถ้าวาดแล้วอยู่นอกช่วง  $10^\circ - 45^\circ$  จากแกนนอน

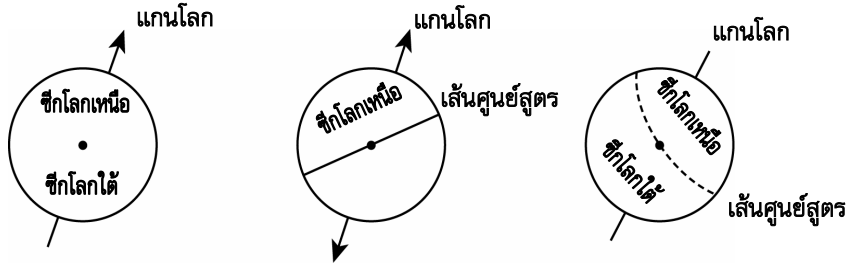
**คะแนนเต็ม**

แผนผังพร้อมเส้นศูนย์สูตรของโลกที่เอียงเข้าหาดวงอาทิตย์ทำมุมระหว่าง  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  และแกนโลกเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์ในระดับแนวขนาน  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  จากแนวตั้ง และเขียนซีกโลกเหนือและ/หรือซีกโลกใต้ถูกต้อง (หรือใช้สัญลักษณ์อื่นที่มีความหมายน้อยเดียวกัน หรือบอกเพียงซีกใดซีกหนึ่ง)

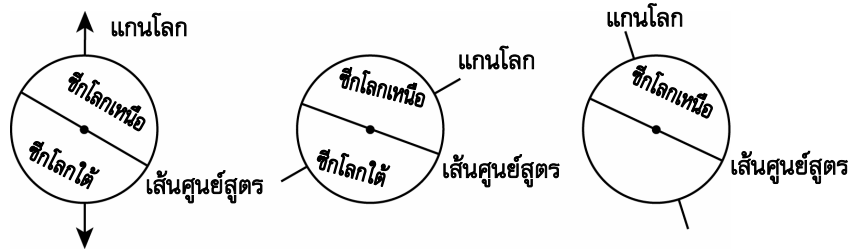


**คะแนนบางส่วน**

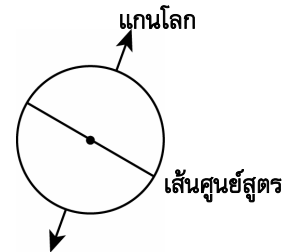
แกนของโลกที่เอียงทำมุมระหว่าง  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  โดยเขียนสัญลักษณ์เหนือได้อย่างถูกต้อง (หรือใช้สัญลักษณ์อื่นที่มีความหมายน้อยเดียวกัน หรือบอกเพียงซีกใดซีกหนึ่งก็ได้) แต่มุมของเส้นศูนย์สูตรที่เอียงไม่ได้อยู่ระหว่าง  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  หรือไม่เขียนเส้นศูนย์สูตร



หรือ เส้นศูนย์สูตรเอียงทำมุมระหว่าง  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  โดยเขียนสัญลักษณ์เหนือได้อย่างถูกต้อง (หรือมีเพียงหนึ่งสัญลักษณ์, ความหมายน้อยอื่น) แต่มุมของแกนโลกไม่ได้เอียงทำมุมระหว่าง  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  หรือไม่เขียนแกนโลก



หรือ มุมของเส้นศูนย์สูตรที่เอียงทำมุมระหว่าง  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  และแกนโลกเอียงทำมุมระหว่าง  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  แต่ซีกโลกเหนือและใต้ไม่ได้ทำสัญลักษณ์อย่างถูกต้องไว้ (ไม่ได้ทำสัญลักษณ์ไว้ที่ ซีกใดซีกหนึ่ง, ความหมายน้อยอื่นหรือไม่ได้บอกสัญลักษณ์ทั้งสองซีก)

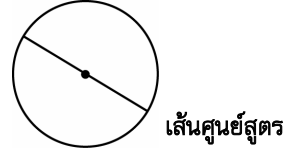




**ไม่มีคะแนน**

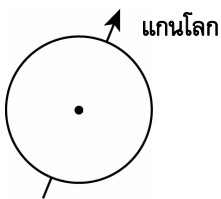
ทำสัญลักษณ์แสดงซีกโลกเหนือและใต้ถูกต้อง (แม้จะเพียงซีกเดียว, อีกซีกรู้ได้โดยนัย) เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

หรือ เขียนเส้นศูนย์สูตรเอียงระหว่าง  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  เพียงส่วนเดียวเท่านั้นที่ถูกต้อง



หรือ เขียนเส้นแกนของโลกเอียงระหว่าง  $10^\circ$  และ  $45^\circ$  ถูกต้องเพียงอย่างเดียว

หรือ ไม่มีส่วนใดเลยที่ถูกต้อง หรือคำตอบอื่นๆ



**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ**

**สมรรถนะ :** บอก บรรยาย และพยากรณ์  
ปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** โลกและตำแหน่งของโลกในจักรวาล

**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เขียนตอบสั้น ๆ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	37.87
เกาหลี	23.16
จีน-ฮ่องกง	22.36
จีน-มาเก๊า	22.71
ไทย	5.90

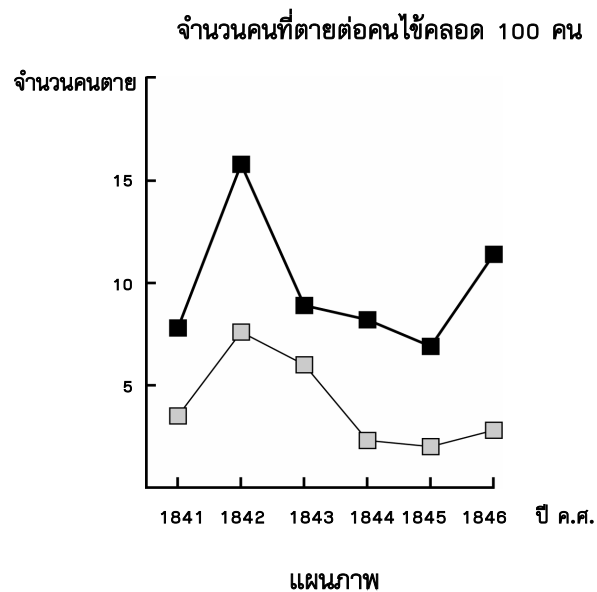
## บันทึกของแซมเมลไวส์

### บทความที่ 1

กรกฎาคม 1846 สัปดาห์หน้าข่าวเจ้าจะไปรับตำแหน่ง แพทย์สูตินารีในหอผู้ป่วยที่1 ของคลินิกผดุงครรภ์ในโรงพยาบาลกรุงเวียนนา ข้าพเจ้ารู้สึกตกใจเมื่อได้ทราบเปอร์เซ็นต์ของคนที่ตายในคลินิกนี้ ในเดือนนี้มีแม่ไม่น้อยกว่า 36 ราย จาก 208 ราย ตายที่นี้ ทั้งหมดตายจากการเป็นไข้หลังคลอดแสดงว่าการให้กำเนิดบุตรมีอันตรายเท่ากับการเป็นโรคปอดบวมชั้นร้ายแรง

จากข้อความในบันทึกของ อิกเนส แซมเมลไวส์ (1818-1865) แสดงให้เห็นผลของการเป็นไข้หลังคลอด โรคจากการติดเชื้อที่ฆ่าผู้หญิงจำนวนมากหลังการคลอดลูก แซมเมลไวส์เก็บข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนคนที่ตายเพราะการเป็นไข้หลังคลอดจากหอผู้ป่วย 1 และ จากหอผู้ป่วย 2

(ดูแผนภาพประกอบ)



แพทย์ซึ่งรวมทั้ง แซมเมลไวส์ รู้สึกมีเดม่นเกี่ยวกับสาเหตุของโรคไข้หลังคลอด แซมเมลไวส์บันทึกต่อไปอีกว่า

*“ธันวาคม 1846 ทำไมผู้หญิงจำนวนมากมายต้องตายด้วยไข้ชนิดนี้หลังการคลอดลูกที่ไม่มีปัญหาอะไร นับเป็นศตวรรษมาแล้วที่วิทยาศาสตร์บอกเราว่ามีโรคระบาดที่มองไม่เห็นฆ่ามารดาเหล่านี้ สาเหตุอาจจะมาจากการเปลี่ยนแปลงของอากาศ อิทธิพลจากนอกโลก หรือภายในโลก คือแผ่นดินไหว”*

ในปัจจุบันนี้มีคนไม่มากนักที่เชื่อว่าอิทธิพลนอกโลก หรือ แผ่นดินไหวจะเป็นสาเหตุที่เป็นไปได้ของการเกิดไข้ แต่ในสมัยที่แซมเมลไวส์มีชีวิตอยู่ มีคนจำนวนมาก แม้แต่นักวิทยาศาสตร์ก็มีความเชื่อดังกล่าว ปัจจุบันเรารู้ว่ามันต้องเกี่ยวกับความสะอาด แซมเมลไวส์ ทราบว่าโรคไข้หลังคลอดนี้ ไม่น่าจะมีสาเหตุมาจากอำนาจนอกโลกหรือแผ่นดินไหว เขาชี้ให้เห็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ (ดูแผนภาพ) เพื่อโน้มน้าวเพื่อนร่วมงานให้เห็นด้วย

### คำถามที่ 1 : บันทึกของแซมเมลไวส์

สมมุติว่านักเรียนเป็นแซมเมลไวส์ จงบอกเหตุผล (ใช้ข้อมูลที่แซมเมลไวส์รวบรวมได้เป็นฐานการคิด) ว่าทำไมไข้หลังคลอดจึงไม่น่าจะเกิดจากการเกิดแผ่นดินไหว

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

#### คะแนนเต็ม

คำตอบที่แสดงถึงความแตกต่างของจำนวนผู้เสียชีวิตระหว่างหอผู้ป่วยทั้งสอง (ต่อคนไข้ที่ป่วยจากการคลอด 100 คน)

- เนื่องจากข้อเท็จจริงที่ว่า หอผู้ป่วย 1 มีอัตราการตายของผู้ป่วยสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับหอผู้ป่วย 2 เห็นได้อย่างชัดเจนว่าไม่เกี่ยวกับแผ่นดินไหวเลย
- ผู้ป่วยในหอผู้ป่วย 2 ตายไม่เท่ากับในหอผู้ป่วย 1 ดังนั้น แผ่นดินไหวไม่สามารถเกิดโดยไม่ก่อให้เกิดจำนวนผู้ตายที่เท่ากับในแต่ละหอผู้ป่วย
- เพราะหอผู้ป่วย 2 มีจำนวนผู้ตายไม่สูงเท่ากับหอผู้ป่วย 1 บางทีอาจมีบางสิ่งเกิดขึ้นกับหอผู้ป่วย 1
- มีแนวโน้มว่าแผ่นดินไหวจะไม่ใช่สาเหตุของการเกิดไข้เนื่องจากอัตราการตายของหอผู้ป่วยทั้งสองมีความแตกต่างกันมาก

#### คะแนนบางส่วน

คำตอบที่แสดงถึงข้อเท็จจริงว่าแผ่นดินไหวไม่ได้เกิดขึ้นบ่อย เช่น

- มีแนวโน้มว่าอาจไม่ใช่สาเหตุจากแผ่นดินไหว เพราะแผ่นดินไหวไม่ได้เกิดตลอดเวลา

**หรือ** คำตอบที่อ้างถึงข้อเท็จจริงว่าแผ่นดินไหวมีผลกับผู้คนที่อยู่นอกหอผู้ป่วยเช่นกัน เช่น

- ถ้าแผ่นดินไหวเป็นสาเหตุ ผู้หญิงที่อยู่นอกโรงพยาบาลควรเป็นไข้เช่นเดียวกัน
- ถ้าแผ่นดินไหวเป็นสาเหตุ ทั่วโลกจะเกิดไข้ทุกครั้งที่เกิดแผ่นดินไหว

**หรือ** คำตอบที่อ้างถึงความคิดว่าเมื่อเกิดแผ่นดินไหวผู้ชายไม่ได้เป็นไข้ เช่น

- ถ้ามีผู้ชายอยู่ในโรงพยาบาลและมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นเขาก็ไม่ได้เป็นไข้ ดังนั้นแผ่นดินไหวไม่สามารถเป็นสาเหตุได้

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบที่บอกว่าแผ่นดินไหวไม่สามารถเป็นสาเหตุของไข้ (เท่านั้น) เช่น

- แผ่นดินไหวไม่มีอิทธิพลต่อคนหรือทำให้เขาป่วย
- การสัมผัสเพียงเล็กน้อยไม่เป็นอันตราย

**หรือ** คำตอบที่บอกว่าไข้ต้องเกิดจากสาเหตุอื่น (ไม่ว่าสาเหตุจะถูกหรือผิด) เช่น

- แผ่นดินไหวไม่ได้ทำให้ก๊าซพิษรั่วออกมา มันเกิดจากแผ่นเปลือกโลกม้วนและเลื่อนตัวเข้าหากัน
- เพราะว่ามันไม่มีผลต่อกันและเป็นเพียงความเชื่อที่ผิด
- แผ่นดินไหวไม่มีผลใด ๆ ต่อคนท้อง เหตุผลเพราะหมอยังมีความเชี่ยวชาญไม่เพียงพอ

**หรือ** คำตอบที่รวมทั้งข้อ (1) และ (2) เช่น

- ผู้หญิงมากมายที่ตายหลังจากการคลอดไม่มีปัญหาไข้ ปัญหาไข้มีแนวโน้มว่าไม่ได้เกิดจากแผ่นดินไหว วิทยาศาสตร์บอกเราว่าโรคระบาดที่มองไม่เห็นเป็นสิ่งที่ฆ่าผู้หญิงเหล่านั้น
- สาเหตุของการตายเกิดจากแบคทีเรียและแผ่นดินไหวไม่มีผลกับมัน

**หรือ** คำตอบผิดอื่น ๆ

- ฉันคิดว่ามันต้องเป็นแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ที่มีแรงสั่นสะเทือนมาก
- ในปี 1843 การตายลดลงในหอผู้ป่วย 1 และหอผู้ป่วย 2 ถัดลงเช่นกัน เพราะไม่มีแผ่นดินไหวเกิดในช่วงนั้นแต่ยังมิใช่เกิดขึ้น

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ****สมรรถนะ :** สร้างข้อสรุปหรือประเมินข้อสรุป**ความรู้ :** ชีววิทยามนุษย์**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ**ประเทศ % ตอบถูก**

ญี่ปุ่น 36.30

เกาหลี 42.00

จีน-ฮ่องกง 38.10

ไทย 7.20

**บันทึกของแซมเมลไวส์ บทความที่ 2**

ส่วนหนึ่งของการวิจัยในโรงพยาบาล คือ การผ่าศพ ร่างของผู้ตายจะถูกผ่าออกเพื่อหาสาเหตุของการตาย แซมเมลไวส์ บันทึกว่านักศึกษาแพทย์ที่ทำงานในหอผู้ป่วย 1 ปกติจะมีส่วนร่วมในการผ่าศพหญิงซึ่งเสียชีวิตเมื่อวันก่อน และก่อนที่พวกเขาจะตรวจร่างกายหญิงที่เพิ่งจะให้กำเนิดลูก พวกเขาไม่ได้ให้ความสนใจมากนักกับการทำความสะอาดร่างกายตนเองหลังจากการผ่าศพ บางคนยังรู้สึกภูมิใจเสียด้วยซ้ำที่สีกลิ้นทำให้คนอื่นรู้ว่าเขาได้ทำงานเกี่ยวกับความตายมา เพราะว่ามันแสดงให้เห็นว่าเขาทำงานอย่างขยันขันแข็ง

เพื่อนของแซมเมลไวส์ คนหนึ่งตายหลังจากทำมีดบาดตัวเองในระหว่างการผ่าศพ และจากการผ่าศพของเพื่อนคนนั้นพบว่า เขามีอาการเหมือนกับหญิงที่ตายเนื่องจากการเป็นไข้หลังคลอดจึงทำให้แซมเมลไวส์เกิดความคิดใหม่ขึ้นอย่างหนึ่ง

**คำถามที่ 2 : บันทึกของแซมเมลไวส์**

ความคิดใหม่ของแซมเมลไวส์ คือ จะต้องทำอะไรเกี่ยวกับการตายของผู้หญิงในคลินิกผดุงครรภ์ที่มีเปอร์เซ็นต์สูง และพฤติกรรมของนักศึกษาแพทย์ ความคิดนี้น่าจะเป็นอะไร

1. การให้นักศึกษาทำความสะอาดตัวเองหลังการผ่าศพ น่าจะทำให้โรคไข้หลังคลอดลดลง
2. นักศึกษาไม่ควรมีส่วนร่วมในการผ่าศพ เพราะเขาอาจทำมีดบาดตนเอง
3. นักศึกษามักกลืนเพราะไม่ทำความสะอาดตนเอง หลังจากการผ่าศพ
4. นักศึกษาต้องการแสดงว่าตนเป็นคนขยัน ซึ่งทำให้เขาขาดความระมัดระวังเมื่อมาตรวจร่างกายคนไข้หญิง

**คะแนนเต็ม**

ข้อ 1. การให้นักศึกษาทำความสะอาดตัวเองหลังการผ่าศพ น่าจะทำให้โรคไข้หลังคลอดลดลง

**ไม่มีคะแนน**

คำตอบอื่นๆ

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ****สมรรถนะ :** รู้จักปัญหาหรือคำถามที่สามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์**แนวเรื่อง :** ชีววิทยามนุษย์**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ**ประเทศ % ตอบถูก**

ญี่ปุ่น 70.10

เกาหลี 81.50

จีน-ฮ่องกง 65.30

ไทย 49.00

### คำถามที่ 3 : บันทึกของแซมเมลไวส์

แซมเมลไวส์ประสบความสำเร็จในการพยายามลดการตายเนื่องจากการเป็นไข้หลังคลอด แต่ในปัจจุบันโรคนี้ก็ยังยากที่จะกำจัดให้หมดไป ไข้ที่รักษายากยังเป็นปัญหาของโรงพยาบาล มาตรการหลายอย่างถูกนำมาใช้ควบคุมปัญหานี้ ตัวอย่างหนึ่งของมาตรการคือการซักผ้าปูเตียงที่อุณหภูมิสูง

จงอธิบายว่าทำไมการใช้อุณหภูมิสูง (ขณะซักผ้าปูเตียง) จึงช่วยลดความเสี่ยงที่คนไข้จะติดเชื้อ

.....  
.....

#### คะแนนเต็ม

คำตอบที่อ้างถึงแบคทีเรียถูกฆ่า เช่น

- เพราะการให้ความร้อนอาจทำให้แบคทีเรียส่วนใหญ่ตาย
- แบคทีเรียไม่สามารถทนอุณหภูมิสูงได้
- แบคทีเรียจะไหม้โดยอุณหภูมิที่สูง
- แบคทีเรียจะถูกทำให้สุก ( คำว่า “สุก” หรือ “ไหม้” อาจไม่ถูกต้องในทางวิทยาศาสตร์ แต่ให้นับเป็นถูกต้องตามความเข้าใจของนักเรียน)

หรือ คำตอบที่อ้างถึงการฆ่าจุลชีพ เชื้อโรคหรือไวรัส เช่น

- เพราะความร้อนที่สูงฆ่าสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ก่อให้เกิดโรค
- มันร้อนเกินไปสำหรับเชื้อโรคที่จะดำรงชีวิต

หรือ คำตอบที่อ้างถึงการกำจัดแบคทีเรียออกไป (ไม่ได้ฆ่า) เช่น

- จุลชีพ เชื้อโรค หรือไวรัสแบคทีเรียจะถูกกำจัดไป
- จำนวนของแบคทีเรียจะลดลง
- คุณล้างแบคทีเรียออกไปที่อุณหภูมิสูง

หรือ คำตอบที่อ้างถึงการกำจัด จุลชีพ เชื้อโรค หรือไวรัส (ไม่ได้ฆ่า) เช่น

- เพราะคุณจะไม่มียeast อยู่บนร่างกาย

หรือ คำตอบที่อ้างถึงการฆ่าเชื้อของผ้าปูเตียง เช่น

- ผ้าปูเตียงจะได้รับการฆ่าเชื้อ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบที่อ้างถึงการฆ่าโรค เช่น

- เพราะน้ำที่ร้อนจะฆ่าโรคใด ๆ ที่อยู่บนผ้าปูเตียง
- อุณหภูมิที่สูงจะกำจัดเชื้อส่วนใหญ่บนผ้าปูเตียง มีโอกาสเหลืออยู่น้อย

หรือ คำตอบผิดอื่นๆ

- ดังนั้นเขาจะไม่ป่วยเป็นไข้หวัด
- เมื่อคุณล้างบางสิ่งมันจะชะล้างเชื้อโรคออกไปด้วย

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : แสดงความเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์

แนวเรื่อง : ชีววิทยามนุษย์

การใช้ความรู้ : วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ

ลักษณะของข้อสอบ : สร้างคำตอบอิสระ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 77.90

เกาหลี 79.80

จีน-ฮ่องกง 81.80

ไทย 56.30

#### คำถามที่ 4 : บันทึกของแซมเมลไวส์

โรคหลายชนิดสามารถรักษาได้ด้วยยาปฏิชีวนะ แต่ความสำเร็จของยาปฏิชีวนะบางตัวในการรักษาใช้หลังตลอดย้งดริบทธิในปัจจุบัน อะไรคือเหตุผลของเรื่องนี้

1. หลังจากการผลิตแต่ละครั้ง ยาปฏิชีวนะจะลดประสิทธิภาพในการรักษาลงเรื่อย ๆ
2. แบคทีเรียเกิดการดื้อยาปฏิชีวนะ
3. ยาปฏิชีวนะเหล่านี้สามารถช่วยต่อต้านใช้หลังตลอดแต่ไม่สามารถต่อต้านโรคอื่น ๆ
4. ความต้องการยาปฏิชีวนะลดลงเพราะการสาธารณสุขดีขึ้นมากในปัจจุบัน

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : แสดงความเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์

แนวเรื่อง : ชีววิทยามนุษย์

การใช้ความรู้ : วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบ

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 2. แบคทีเรียเกิดการดื้อยาปฏิชีวนะ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	70.60
เกาหลี	66.70
จีน-ฮ่องกง	76.00
ไทย	34.30

## เสื้อผ้า

จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

### บทความเกี่ยวกับเสื้อผ้า

นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษคนหนึ่ง ได้พัฒนาผ้า “ฉลาด” เพื่อที่จะช่วยให้เด็กพิการสามารถสื่อสารด้วย “คำพูด” ได้ เด็กที่ใส่เสื้อกั๊กที่ทำด้วยเส้นใยพิเศษที่นำไฟฟ้าได้ ซึ่งเชื่อมต่อไปยังเครื่องสังเคราะห์เสียง จะสามารถทำให้ผู้อื่นเข้าใจสิ่งที่เขาต้องการสื่อสาร โดยการแตะลงบนผ้าที่มีความไวต่อการสัมผัสเท่านั้น

วัสดุนี้ทำด้วยผ้าธรรมดาและเคลือบรูปพรุณด้วยเส้นใยที่มีคาร์บอนสอดไส้อยู่ จึงสามารถนำไฟฟ้าได้ เมื่อมีแรงกดลงบนผ้า สัญญาณแบบต่างๆ จะถูกส่งไปตามเส้นใยและไปแปลงสัญญาณ ชิพคอมพิวเตอร์จะอ่านได้ว่าส่วนใดของผ้าถูกแตะแล้วก็จะไปทำให้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งอยู่ทำงาน เครื่องมือดังกล่าวมีขนาดไม่เกินกว่ากล่องไม้ขีด 2 กล่องเท่านั้น

“ส่วนที่ฉลาด ก็คือ วิธีการทอและการส่งสัญญาณผ่านทางเส้นใย เราสามารถทอเส้นใยนี้ให้กลมกลืนเข้าไปในลายผ้าซึ่งทำให้เราไม่สามารถมองเห็นมัน” นักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งกล่าว

ผ้านี้สามารถซึก บิด หรือหุ้มห่อสิ่งต่างๆ โดยไม่เกิดความเสียหายและนักวิทยาศาสตร์ยังกล่าวด้วยว่า ผ้านี้สามารถผลิตเป็นจำนวนมากได้ในราคาถูก

#### คำถามที่ 1 : เสื้อผ้า

ด้านล่างอาจดังต่อไปนี้ สามารถทดสอบในห้องปฏิบัติการได้หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ได้” หรือ “ไม่ได้” ในแต่ละข้อ

ผ้า สามารถ	สามารถทดสอบในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
ซึกได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	ได้ / ไม่ได้
ห่อหุ้มสิ่งต่าง ๆ ได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	ได้ / ไม่ได้
บิดได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	ได้ / ไม่ได้
ผลิตเป็นจำนวนมากได้ในราคาถูก	ได้ / ไม่ได้

#### คะแนนเต็ม (ระดับ 4)

ถูกทั้งสี่ข้อ: ได้ ได้ ได้ ไม่ได้ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์ : สังคม

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบเชิงข้อ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 52.26

เกาหลี 48.76

จีน-ฮ่องกง 62.77

จีน-มาเก๊า 47.73

จีน-ไทเป 50.80

ไทย 24.36

## คำถามที่ 2 : เสื้อผ้า

เครื่องมือชนิดใดในห้องปฏิบัติการ ที่ใช้ตรวจสอบว่า ผ้าที่ทอขึ้นนำไฟฟ้าได้

1. โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)
2. กล่องแสง (Light box)
3. ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)
4. เครื่องวัดเสียง (Sound meter)

### คะแนนเต็ม

ข้อ 1. โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางเทคโนโลยี (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 81.05

เกาหลี 88.25

จีน-ฮ่องกง 91.96

จีน-มาเก๊า 88.53

จีน-ไทเป 94.24

ไทย 40.42



## โอโซน

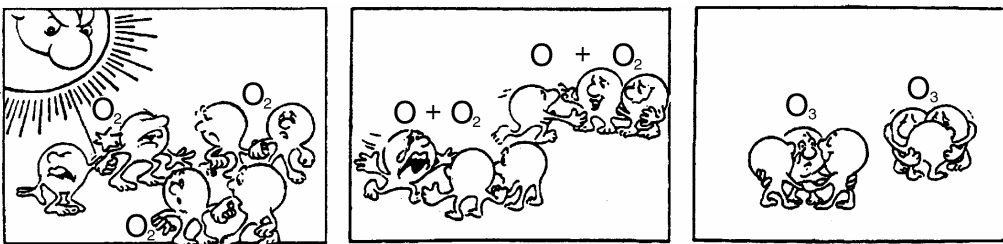
ต่อไปนี้เป็นส่วนหนึ่งของบทความซึ่งเกี่ยวกับชั้นโอโซน

บรรยากาศ คือ มหาสมุทรของอากาศและทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่ายิ่งสำหรับการดำรงชีวิตบนโลก แต่โซคร้ายที่กิจกรรมของมนุษย์ ทั้งเพื่อประโยชน์ตนหรือประโยชน์ชาติ กำลังทำอันตรายต่อทรัพยากรส่วนรวมนี้ ที่เห็นชัดคือ การทำลายชั้นโอโซนอันเปราะบาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นเสมือนโล่ปกป้องชีวิตบนโลก

โมเลกุลของโอโซนประกอบด้วยออกซิเจน 3 อะตอม ซึ่งไม่เหมือนกับโมเลกุลของออกซิเจนที่ประกอบด้วยออกซิเจนเพียง 2 อะตอม โมเลกุลของโอโซนมีน้อยมาก มีน้อยกว่า 10 โมเลกุล ในทุกๆ หนึ่งในล้านโมเลกุลของอากาศ อย่างไรก็ตามเกือบพันล้านปีมาแล้วที่โอโซนทำหน้าที่ปกป้องสิ่งมีชีวิตบนโลกให้ปลอดภัย แต่โอโซนอาจทำได้ทั้งปกป้องหรือทำร้ายสิ่งมีชีวิตบนโลก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่มันอยู่ โอโซนที่อยู่ในชั้นโทรโปสเฟียร์ (สูงขึ้นมาจากผิวโลกจนถึง 10 กม.) เป็นโอโซน "เสีย" ที่สามารถทำลายเชื้อโรค และทำลายพืชได้ แต่โอโซนประมาณ 90% จะอยู่ในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ (ระหว่าง 10 ถึง 40 กม. เหนือผิวโลก) เป็นโอโซน "ดี" ซึ่งเล่นบทบาทเป็นผู้คุ้มครอง โดยทำหน้าที่ดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เป็นอันตราย (UV-B) ที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์

หากปราศจากชั้นโอโซนที่มีประโยชน์นี้ มนุษย์จะเป็นโรคบางอย่างได้ง่าย เนื่องจากได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์มากขึ้น ในสิบปีที่ผ่านมา ปริมาณโอโซนได้ลดลง ในปี พ.ศ. 2517 มีการตั้งสมมุติฐานว่า สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) อาจเป็นสาเหตุนี้ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2540 การประเมินความสัมพันธ์ของสาเหตุ-ผลที่เกิดขึ้น ก็ไม่สามารถสรุปได้แน่นอนว่าสาร CFCs เป็นสาเหตุ อย่างไรก็ตาม ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2541 ผู้แทนจากทั่วโลกได้มาประชุมที่เมืองมอนทรีออล (แคนาดา) และตกลงกันที่จะจำกัดการใช้สาร CFCs อย่างเข้มงวด

ในบทความ ไม่ได้บอกถึงวิธีการเกิดโอโซนในบรรยากาศ ตามความเป็นจริงในแต่ละวันจะมีโอโซนบางส่วนเกิดขึ้นใหม่ และมีบางส่วนหายไป วิธีการเกิดโอโซน แสดงได้ดังรูปการ์ตูนต่อไปนี้



สมมุติว่าเพื่อนของนักเรียนพยายามจะทำความเข้าใจกับการ์ตูนนี้ แต่เขาไม่เคยได้เรียนวิทยาศาสตร์ และไม่เข้าใจว่าผู้เขียนการ์ตูนกำลังอธิบายอะไร เขารู้ว่าในบรรยากาศไม่มีเจ้าตัวเล็ก ๆ แต่สงสัยว่าเจ้าตัวเล็ก ๆ ในภาพแทนอะไร เครื่องหมาย  $O_2$  และ  $O_3$  หมายถึงอะไร และการ์ตูนนี้แสดงกระบวนการอะไร เพื่อนต้องการคำอธิบายจากนักเรียน โดยสมมุติว่าเขาทราบแล้วว่า

- $O$  เป็นสัญลักษณ์แทนออกซิเจน
- อะตอม และโมเลกุลคืออะไร

### คำถามที่ 1 : โอโซน

จงเขียนคำบรรยายภาพของการ์ตูนสำหรับเพื่อน

ในคำบรรยาย ให้ใช้คำว่า อะตอม และโมเลกุล ในทำนองเดียวกับที่ใช้ในบรรทัดที่ 4 และ 5

.....  
.....

### เกณฑ์พิจารณาคะแนนเต็ม

ให้พิจารณาดำตอบตามเกณฑ์ทั้ง 3 ข้อ ต่อไปนี้:

- เกณฑ์แรก:** โมเลกุลของออกซิเจนหรือออกซิเจนบางโมเลกุล (แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจน 2 อะตอม) ถูกแบ่งเป็นอะตอมของออกซิเจน (รูป 1)
- เกณฑ์ที่สอง:** การแบ่งตัว (ของโมเลกุลของออกซิเจน) เกิดขึ้นภายใต้อิทธิพลของแสงอาทิตย์ (รูป 1)
- เกณฑ์ที่สาม:** อะตอมของออกซิเจนรวมกับโมเลกุลของออกซิเจนอื่น ๆ กลายเป็นโมเลกุลของโอโซน (รูป 2 และ 3)

ข้อสังเกตในแต่ละเกณฑ์ทั้ง 3 ข้อ:

#### เกณฑ์ที่ 1

- การแบ่งตัวควรอธิบายโดยใช้คำที่ถูกต้อง (ดูบรรทัดที่ 4 และ 5) คือ O (หนึ่งอะตอมหรือหลายอะตอม) และ O<sub>2</sub> (หนึ่งโมเลกุลหรือหลายโมเลกุล)
- ถ้า O และ/หรือ O<sub>2</sub> ถูกอธิบายว่าเป็นเพียงแค่ “อนุภาค” หรือ “ส่วนที่มีขนาดเล็ก” เกณฑ์นี้จะไม่ได้คะแนน

#### เกณฑ์ที่ 2

- อิทธิพลของดวงอาทิตย์มีความสัมพันธ์ต่อการแบ่งตัวของ O<sub>2</sub> (หนึ่งโมเลกุลของออกซิเจนหรือหลายโมเลกุลของออกซิเจน)
- ถ้าอิทธิพลของดวงอาทิตย์สัมพันธ์ต่อการสร้างโมเลกุลของโอโซนจากอะตอมของออกซิเจนและโมเลกุลของออกซิเจน (รูป 2 และ 3) ส่วนนี้จะไม่ได้คะแนน

หมายเหตุ : เกณฑ์ 1 และ 2 ตามตัวอย่าง อาจอยู่ใน 1 ประโยค

#### เกณฑ์ที่ 3

- เกณฑ์นี้ควรได้คะแนนส่วนหนึ่ง ถ้าคำตอบมีการอธิบายถึงการรวมตัวของ O กับ O<sub>2</sub> ถ้ามีการอธิบายการสร้าง O<sub>3</sub> จากการรวมกันของ O (3, แยกกัน) อะตอมของออกซิเจน เกณฑ์นี้จะไม่ได้คะแนน
- ถ้าไม่ได้อธิบายว่า O<sub>3</sub> เป็นโมเลกุลเดี่ยวหรือหลายโมเลกุล แต่ยกตัวอย่างเป็น “กลุ่มอะตอมกลุ่มหนึ่ง” ลักษณะนี้ถือว่ายอมให้ได้คะแนน

### ตัวอย่างคะแนนเต็ม

- เมื่อดวงอาทิตย์ส่องแสงบนโมเลกุล O<sub>2</sub> อะตอม 2 อะตอมจะแยกจากกัน อะตอม O ทั้ง 2 จะมองหาโมเลกุล O<sub>2</sub> ตัวอื่นเพื่อรวมตัวเมื่อ O<sub>1</sub> และ O<sub>2</sub> รวมตัวเป็น O<sub>3</sub> ซึ่งกลายเป็นโอโซน
- ภาพแสดงให้เห็นการสร้างโอโซน ถ้าโมเลกุลออกซิเจนได้รับผลกระทบจากดวงอาทิตย์ แล้วถูกแบ่งเป็น 2 อะตอม อะตอมที่ถูกแบ่งตัวนี้หาโมเลกุล 1 ตัวเพื่อเชื่อมกับ มันจะเรียงกันจากโมเลกุล O<sub>2</sub> เป็น O<sub>3</sub> หนึ่งโมเลกุล ซึ่ง 3 อะตอมรวมตัวเข้าด้วยกันเป็น O<sub>3</sub> ในรูปโอโซน
- รูปร่างเล็ก ๆ ของ O หรืออะตอมของออกซิเจน เมื่ออะตอม 2 อะตอมรวมกันกลายเป็น O<sub>2</sub> หรือโมเลกุลของออกซิเจน ดวงอาทิตย์ทำให้โมเลกุลนี้แยกออกเป็นออกซิเจนอีกครั้ง อะตอม O<sub>2</sub> ก็จับกับโมเลกุล O<sub>2</sub> ทำให้เกิด O<sub>3</sub> ซึ่งก็คือโอโซน (หมายเหตุ: คำตอบนี้ถือว่าถูกต้อง นี่เป็นเพียงความผิดพลาดของการเขียน (“อะตอม O<sub>2</sub>” หลังจากที่ถูกกล่าวถึงอะตอมของออกซิเจนไว้ก่อนหน้านี้))

## คะแนนบางส่วน

กรณีที่เกิดเกณฑ์ที่ 1 และ 2 เท่านั้นที่ถูกต้อง

- ดวงอาทิตย์แยกโมเลกุลออกซิเจนเป็นอะตอมเดี่ยว อะตอมเดี่ยวนี้รวมกลุ่มกัน กลุ่มอะตอมเกิดจากการรวมตัวของ 3 อะตอมเข้าด้วยกัน

กรณีที่เกิดเกณฑ์ที่ 1 และ 3 เท่านั้นที่ถูกต้อง

- สมาชิกของอะตอมเล็ก ๆ หมายถึงออกซิเจน 1 อะตอม  $O$  คืออะตอมออกซิเจน 1 อะตอม  $O_2$  คือโมเลกุลของออกซิเจน และ  $O_3$  คือกลุ่มของอะตอมรวมตัวเข้าด้วยกัน กระบวนการนี้แสดงให้เห็นว่าอะตอมของออกซิเจน 1 คู่ ( $O_2$ ) ถูกแบ่ง และในแต่ละอะตอมก็เข้าไปรวมกับคู่อื่น 2 คู่ เป็นกลุ่มอะตอม 3 อะตอม 2 กลุ่ม ( $O_3$ )
- สมาชิกของอะตอมออกซิเจนเล็ก ๆ มี  $O_2$  หมายถึงโมเลกุลของออกซิเจน 1 โมเลกุล (เหมือนสมาชิกตัวเล็ก ๆ 1 คู่จับมือกัน) และ  $O_3$  หมายถึงอะตอมออกซิเจน 3 อะตอม อะตอมออกซิเจน 2 อะตอมของ 1 คู่ แยกออกจากกัน และแต่ละอะตอมก็รวมเข้ากับอะตอมคู่อื่นและแยกออกมาจาก 3 คู่ โมเลกุลของออกซิเจน 3 โมเลกุล จำนวน 2 กลุ่ม จัดอยู่เป็นรูป  $O_3$

กรณีที่เกิดเกณฑ์ที่ 2 และ 3 เท่านั้นที่ถูกต้อง

- ออกซิเจนถูกรังสีของดวงอาทิตย์ ทำให้แบ่งครึ่ง ทั้ง 2 ส่วนนี้ไปรวมกับ “อนุภาค” ของออกซิเจนอื่น กลายเป็นไอโซน
- โดยมากออกซิเจนบริสุทธิ์ ( $O_2$ ) ออกซิเจนในสิ่งแวดล้อมเป็นคู่ที่มี 2 อะตอม ดังนั้นจึงมีคู่ 2 จำนวน 3 คู่ คู่หนึ่งได้รับความร้อนมากเกินไปและแยกออกจากกันไปรวมกับคู่อื่น ๆ ทำให้เกิด  $O_3$  แทน  $O_2$  *(หมายเหตุ: ถึงแม้ว่า “คู่หนึ่งได้รับความร้อนมากเกินไป” ไม่ใช่การอธิบายที่ต้นสำหรับอิทธิพลของ ดวงอาทิตย์ แต่ให้คะแนนสำหรับเกณฑ์ที่ 2 และเกณฑ์ที่ 3 ก็ได้ว่าคำตอบถูกต้อง)*

กรณีที่ต้องเฉพาะเกณฑ์ที่ 1 เท่านั้น

- โมเลกุลของออกซิเจนถูกทำลาย และอยู่ในรูปอะตอม  $O$  และบางครั้งก็เป็นโมเลกุลของไอโซน ชั้นของไอโซนยังคงเหมือนเดิม เพราะโมเลกุลใหม่ถูกสร้างขึ้นและตัวอื่นก็ตาย

กรณีที่ต้องเฉพาะเกณฑ์ที่ 2

- แสดงถึง 1 โมเลกุลของออกซิเจน  $O_2 =$  ออกซิเจน,  $O_3 =$  ไอโซน บางครั้งโมเลกุลของออกซิเจนทั้งคู่รวมตัวเข้าด้วยกัน ถูกแสงอาทิตย์แยกออก โมเลกุลเดี่ยวเหล่านี้รวมเข้ากับคู่อื่นก่อตัวเป็นไอโซน

กรณีที่ต้องเฉพาะเกณฑ์ที่ 3

- โมเลกุลของออกซิเจนถูกบังคับให้ยึดติดกับ  $O_2$  ( $2 \times$  โมเลกุลของออกซิเจน) เพื่อก่อตัวเป็น  $O_3$  ( $3 \times$  โมเลกุลของออกซิเจน) ด้วยความร้อนของดวงอาทิตย์ *(หมายเหตุ: คำตอบส่วนที่ขีดเส้นใต้แสดงเกณฑ์ที่ 3 ไม่ใช่คะแนนในส่วนเกณฑ์ที่ 2 เพราะดวงอาทิตย์ไม่ได้มีส่วนในการก่อตัวของไอโซน จาก  $O + O_2$  แต่เป็นเพียงแต่ทำลายพันธะของ  $O_2$ )*

## ไม่มีคะแนน

ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องตามเกณฑ์ทั้ง 3 ข้อ

- ดวงอาทิตย์ (รังสีอัลตราไวโอเล็ต) เผาไหม้ชั้นไอโซน และในขณะที่เดียวกันก็เป็นตัวทำลายด้วย ซึ่งสิ่งเล็ก ๆ เหล่านั้นคือ ชั้นไอโซน และมันได้หนีออกจากดวงอาทิตย์เพราะมันร้อนมาก *(หมายเหตุ: ไม่ใช่คะแนน เพราะไม่ได้กล่าวถึงสิ่งใด ๆ เกี่ยวกับอิทธิพลของดวงอาทิตย์)*
- ดวงอาทิตย์เผาไหม้ไอโซนในกรอบแรก ในกรอบที่ 2 มันวิ่งหนีโดยมีน้ำตกลงมาและในกรอบที่ 3 มีการกอดกันพร้อมกับน้ำตาย

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** สื่อสารข้อสรุปที่สมเหตุสมผล จากประจักษ์พยานและข้อมูล

**ความรู้ :** การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ

**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	34.30
เกาหลี	24.80
จีน-ฮ่องกง	27.30
ไทย	3.13

## คำถามที่ 2 : โอโซน

โอโซนเกิดขึ้นได้ในขณะเกิดพายุฟ้าคะนอง ซึ่งทำให้มีกลิ่นเฉพาะตัวหลังพายุฟ้าคะนอง ในบรรทัดที่ 8 ถึง 10 ผู้เขียนได้กล่าวถึง “โอโซนเสีย” และ “โอโซนดี”

โอโซนที่เกิดขึ้นในระหว่างเกิดพายุฟ้าคะนองเป็น โอโซนเสีย หรือ โอโซนดี

จงเลือกคำตอบและคำอธิบายที่มีข้อมูลสนับสนุนจากบทความ

	โอโซนเสียหรือโอโซนดี	คำอธิบาย
1.	เสีย	มันเกิดขึ้นในขณะที่มีภูมิอากาศไม่ดี
2.	เสีย	มันเกิดขึ้นในชั้นโทรโปสเฟียร์
3.	ดี	มันเกิดขึ้นในชั้นสตราโทสเฟียร์
4.	ดี	มันมีกลิ่นดี

### คะแนนเต็ม

ข้อ 2. เสีย มันเกิดขึ้นในชั้นโทรโปสเฟียร์

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** สร้างข้อสรุปหรือประเมินข้อสรุป

**ความรู้ :** การเปลี่ยนแปลงในบรรยากาศ

**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบแบบปิด

### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 60.20

เกาหลี 56.70

จีน-ฮ่องกง 37.70

ไทย 11.47

## คำถามที่ 3 : โอโซน

บรรทัดที่ 12 และ 13 กล่าวว่า “หากปราศจากชั้นโอโซนที่มีประโยชน์นี้ มนุษย์จะมีโอกาสเป็นโรคบางอย่างได้ง่าย เนื่องจากได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์มากขึ้น”

จงบอกชื่อของโรคเฉพาะเหล่านี้มา 1 อย่าง

.....

### คะแนนเต็ม

อ้างอิงมะเร็งผิวหนังหรือโรคที่มีสาเหตุ จากดวงอาทิตย์เข้ามาเกี่ยวข้อง

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** แสดงความเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การเปลี่ยนแปลงทางสรีระ

**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** เขียนตอบสั้น ๆ

### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 72.30

เกาหลี 73.90

จีน-ฮ่องกง 63.40

ไทย 33.95

#### คำถามที่ 4 : โอโซน

ในตอนท้ายของบทความ ได้กล่าวถึงการประชุมนานาชาติในมอนทรีออล ในการประชุมนั้นมีการนำคำถามที่เกี่ยวกับการที่ชั้นโอโซนถูกทำลายมากมายนับร้อยคำถาม ดังเช่น 2 คำถาม ที่แสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้ คำถามเหล่านี้สามารถตอบโดยการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ได้หรือไม่

ให้เขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า *ได้* หรือ *ไม่ได้* ในแต่ละข้อ

คำถาม	ตอบโดยการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่
การที่นักวิทยาศาสตร์ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ว่า สาร CFCs มีอิทธิพลต่อการทำลายชั้นโอโซน รัฐบาลควรจะถือเอาเป็นเหตุผลที่จะไม่ทำอะไรเลย ใช่หรือไม่	ได้ / ไม่ได้
ความเข้มข้นของสาร CFCs ในบรรยากาศจะเป็นเท่าไร ในปี พ.ศ. 2545 ถ้าการปล่อยสาร CFCs เข้าสู่บรรยากาศ เกิดขึ้นในอัตราเดียวกับที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน	ได้ / ไม่ได้

#### คะแนนเต็ม

ถูกทั้งสองข้อ: ไม่ได้ ได้ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การเปลี่ยนแปลงในบรรยากาศ

**การใช้ความรู้ :** วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงซ้อน

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 56.90

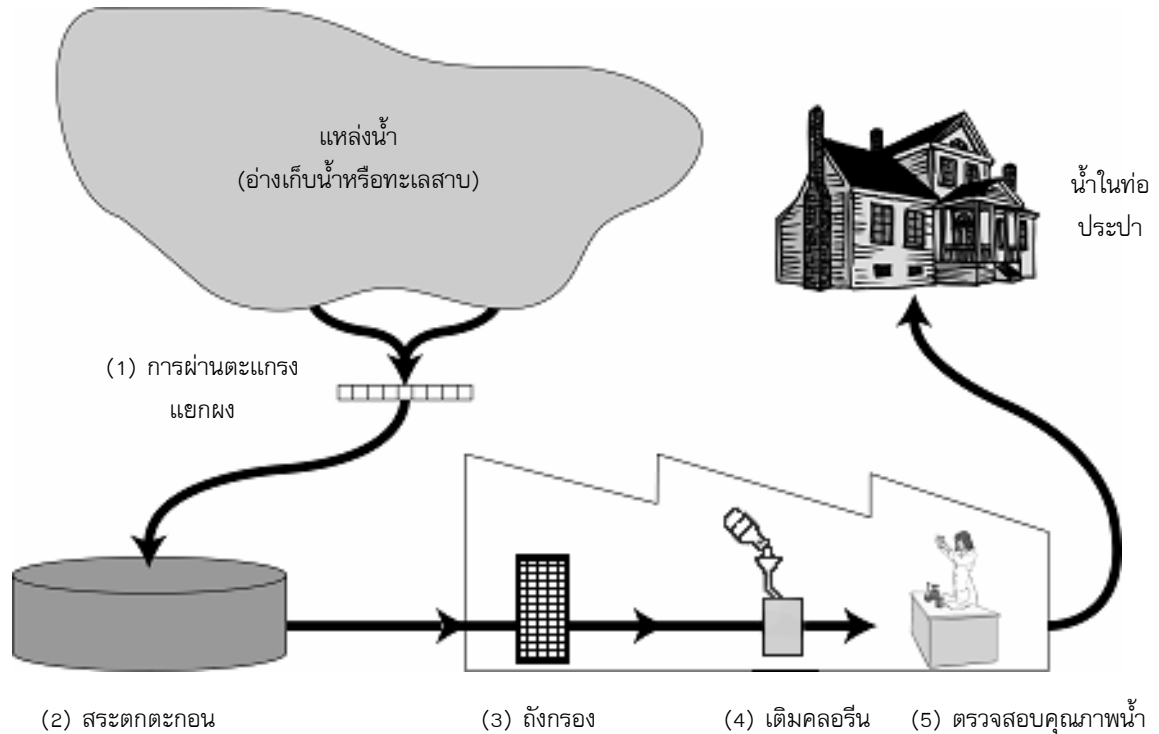
เกาหลี 63.00

จีน-ฮ่องกง 48.50

ไทย 31.46

## ทำน้ำดื่ม

รูปแสดงการทำน้ำใช้สำหรับบ้านที่อยู่ในเมืองให้สะอาดพอสำหรับดื่ม



### คำถามที่ 1 : ทำน้ำดื่ม

การทำน้ำดื่มจำเป็นต้องมีแหล่งน้ำที่ดี น้ำที่พบอยู่ใต้ดินเรียกว่า **น้ำใต้ดิน**

จงบอกเหตุผลอย่างหนึ่งว่าทำไมจึงมีแบคทีเรียและอนุภาคมลพิษในน้ำใต้ดินน้อยกว่าน้ำบนผิวดิน เช่น น้ำในทะเลสาบ และแม่น้ำ

.....

.....

### คะแนนเต็ม

คำตอบที่อ้างถึงน้ำใต้ดินถูกกรองขณะที่ซึมผ่านดิน

- เมื่อมันผ่านทรายและฝุ่น น้ำจะถูกทำให้สะอาด
- มันถูกกรองโดยธรรมชาติ
- เพราะเมื่อน้ำซึมลงสู่พื้น จะถูกทำให้สะอาดโดยหินและทราย

หรือ คำตอบที่อ้างถึงน้ำใต้ดินถูกกักเก็บและป้องกันจากมลพิษที่เป็นไปได้ หรือ น้ำผิวดินถูก ปนเปื้อนได้ง่าย

- น้ำใต้ดินอยู่ในดิน ดังนั้น มลพิษทางอากาศจึงไม่สามารถทำให้น้ำสกปรกได้

หรือ

- เพราะน้ำใต้ดินไม่ถูกเปิด มันอยู่ภายใต้ของบางอย่าง
- ทะเลสาบและแม่น้ำสามารถถูกทำให้สกปรกได้ด้วยอากาศและคนสามารถลงไปว่ายน้ำในนั้น ดังนั้นน้ำจึงไม่สะอาด
- ค่ะแน่นอนเต็มอึ้งๆ
- น้ำใต้ดินเป็นน้ำที่มีอาหารไม่มากพอสำหรับแบคทีเรีย ดังนั้นแบคทีเรียจึงมีชีวิตรอดอยู่ในน้ำไม่ได้

## ไม่มีคะแนน

คำตอบที่อ้างถึงน้ำใต้ดินมีความสะอาดมาก (ข้อมูลมีอยู่แล้ว)  
เช่น

- เพราะมันถูกทำให้สะอาดอยู่แล้ว
- เพราะมีขยะในทะเลสาบและแม่น้ำ
- เพราะมีแบคทีเรียน้อย

**หรือ** คำตอบที่เห็นได้ชัดว่า อ้างถึงกระบวนการการทำน้ำให้สะอาดที่ให้ไว้ในรูปจากคำถาม เช่น

- เพราะน้ำใต้ดินผ่านที่กรองและเติมคลอรีน
- น้ำใต้ดินผ่านที่กรองจนทำให้สะอาดมากที่สุด

**หรือ** คำตอบอื่นๆ เช่น

- เพราะมันเคลื่อนที่อยู่เสมอ
- เพราะมันไม่ถูกกวน และดังนั้นจึงไม่นำโคลนจากด้านล่างมาด้วย
- เพราะน้ำใต้ดินมาจากภูเขา ซึ่งได้น้ำจากการละลายของหิมะและน้ำ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** โลกและอวกาศ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ทรัพยากรธรรมชาติ

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ	% ตอบถูก
--------	----------

ไทย	51.14
-----	-------

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## คำถามที่ 2 : ทำน้ำดื่ม

การทำให้น้ำสะอาดเกิดขึ้นหลายขั้นตอน ในเทคนิคต่าง ๆ กระบวนการทำความสะอาดน้ำที่แสดงในรูปมีสี่ขั้น (หมายเลข 1 – 4) ในขั้นที่สอง น้ำถูกเก็บไว้ในสระสำหรับตกตะกอน

ในขั้นที่ 2 น้ำถูกทำให้สะอาดได้อย่างไร

1. แบคทีเรียในน้ำตาย
2. ออกซิเจนถูกเติมลงไป
3. กรวดและทรายจมลงสู่ด้านล่าง
4. สารพิษสลายตัวไป

### คะแนนเต็ม

ข้อ 3. กรวดและทรายจมลงสู่ด้านล่าง

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

ประเทศ	% ตอบถูก
--------	----------

ไทย	56.13
-----	-------

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## คำถามที่ 3 : ทำน้ำดื่ม

ในขั้นที่ 4 ของกระบวนการทำความสะอาด คลอรีนถูกเติมลงไป

คลอรีนถูกเติมลงไปเพื่ออะไร

.....  
.....

### คะแนนเต็ม

คำตอบอ้างถึงการกำจัด การฆ่าหรือทำลายแบคทีเรีย (หรือจุลินทรีย์ หรือไวรัส หรือเชื้อโรค) เช่น

- ทำให้ปลอดจากแบคทีเรีย
- คลอรีนฆ่าแบคทีเรีย
- เพื่อฆ่าสาหร่ายต่าง ๆ ให้หมดไป

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- น้ำเป็นกรดน้อยลงและจะไม่มีสาหร่าย
- แบคทีเรีย
- มันเป็นเหมือนฟลูออไรด์

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ	% ตอบถูก
--------	----------

ไทย	63.43
-----	-------

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น



#### คำถามที่ 4 : ทำน้ำดื่ม

สมมติว่า นักวิทยาศาสตร์ทดสอบน้ำในโรงทำน้ำประปา พบว่ายังมีแบคทีเรียบางชนิดที่เป็นอันตรายอยู่ในน้ำหลังจากผ่านกระบวนการทำความสะอาดทั้งหมด

ผู้ที่ใช้น้ำทางบ้านควรทำอะไรกับน้ำก่อนใช้ดื่ม

.....  
.....

#### คะแนนเต็ม

คำตอบที่อ้างถึงการต้มน้ำ เช่น

- ต้มน้ำ
- ต้มน้ำหรือกรองน้ำผ่านที่กรอง

**หรือ** คำตอบที่อ้างถึงวิธีอื่นๆ ในการทำความสะอาดที่เป็นไปได้ต่อความปลอดภัยในการใช้น้ำที่บ้านเรือน เช่น

- ทำน้ำให้สะอาดโดยใส่คลอรีน
- ใช้เครื่องกรองที่มีช่องว่างขนาดเล็กมากจนสามารถกรองแบคทีเรียได้

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบที่อ้างถึงวิธีการ “ระดับสูง” สำหรับการทำความสะอาดที่เป็นไปไม่ได้ที่จะใช้เพื่อความปลอดภัยในบ้านเรือน เช่น

- ผสมน้ำกับคลอรีนในถังน้ำแล้วใช้ดื่ม
- เพิ่มคลอรีน สารเคมีและอุปกรณ์ทางชีวภาพ
- กลั่นน้ำ

**หรือ** คำตอบอื่นๆ เช่น

- ทำให้น้ำบริสุทธิ์อีกครั้ง
- อุ่นน้ำให้ร้อน และทำให้แบคทีเรียตาย

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 85.71

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

### คำถามที่ 5 : ทำน้ำดื่ม

การต้มน้ำที่มีมลพิษทำให้เกิดปัญหาสุขภาพต่อไปนี้ได้หรือไม่  
จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

น้ำดื่มที่สกปรกสามารถทำให้ เกิดปัญหานี้ต่อสุขภาพ หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
เบาหวาน	ใช่ / ไม่ใช่
ท้องร่วง	ใช่ / ไม่ใช่
โรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง / เอชส์	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ถูกต้องสามข้อ: ไม่ใช่ ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงซ้อน

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 59.14

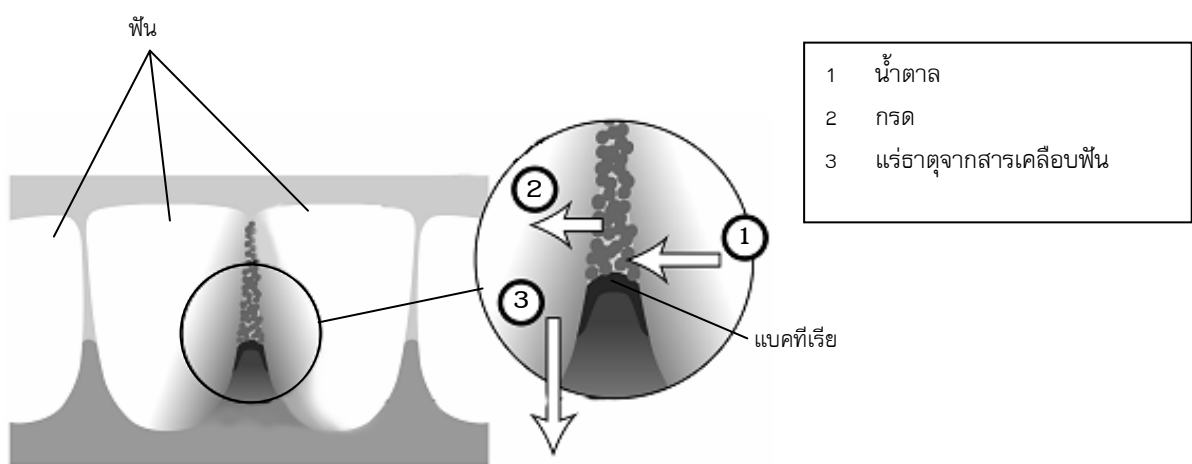
หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

## ฟันผุ

แบคทีเรียที่อยู่ในปากเป็นสาเหตุของฟันผุ ฟันผุเป็นปัญหามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1700 นับตั้งแต่มีน้ำตาลจากการขยายอุตสาหกรรมน้ำตาลจากอ้อย

ปัจจุบันนี้ เรามีความรู้มากเกี่ยวกับฟันผุ ตัวอย่างเช่น:

- แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของฟันผุกินน้ำตาลเป็นอาหาร
- น้ำตาลถูกเปลี่ยนไปเป็นกรด
- กรดทำลายผิวของฟัน
- การแปรงฟันช่วยป้องกันฟันผุ



**คำถามที่ 1 : ฟันผุ**

แบคทีเรียมีบทบาทใดที่ทำให้ฟันผุ

1. แบคทีเรียสร้างสารเคลือบฟัน
2. แบคทีเรียสร้างน้ำตาล
3. แบคทีเรียสร้างแร่ธาตุ
4. แบคทีเรียสร้างกรด

**คะแนนเต็ม**  
ข้อ 4. แบคทีเรียสร้างกรด

**ไม่มีคะแนน**  
คำตอบอื่น ๆ

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ**

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

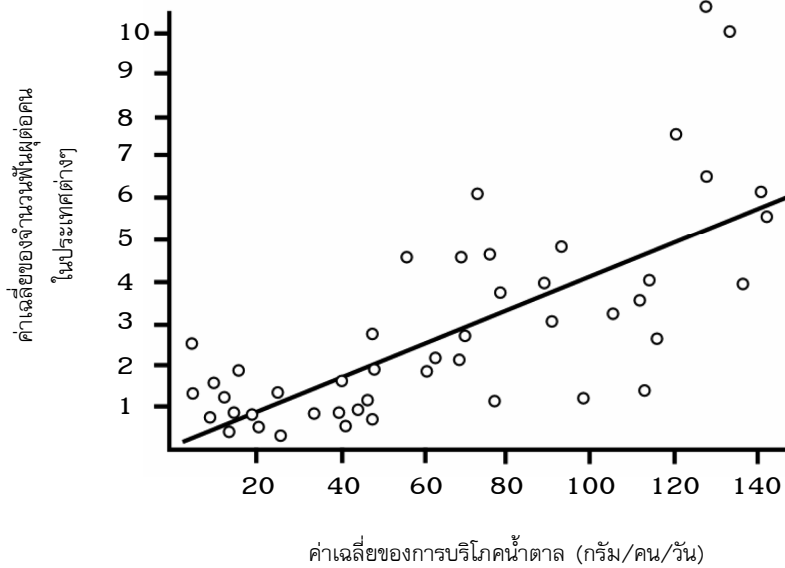
**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	50.64

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

กราฟต่อไปนี้ แสดงถึงการบริโภคน้ำตาลและจำนวนของฟันผุในประเทศต่างๆ แต่แต่ละประเทศแสดงด้วยจุดบนกราฟ



## คำถามที่ 2 : ฟันผุ

ข้อมูลจากกราฟสนับสนุนข้อความใดต่อไปนี้

1. ในบางประเทศ คนแปรงฟันบ่อยครั้งกว่าประเทศอื่น
2. ยิ่งคนกินน้ำตาลมาก อัตราเกิดฟันผุก็ยิ่งมากขึ้น
3. เมื่อไม่กี่ปีมานี้ อัตราของการเกิดฟันผุเพิ่มขึ้นในหลายประเทศ
4. เมื่อไม่กี่ปีมานี้ การบริโภคน้ำตาลเพิ่มขึ้นในหลายประเทศ

### คะแนนเต็ม

ข้อ 2. ยิ่งคนกินน้ำตาลมาก อัตราเกิดฟันผุก็ยิ่งมากขึ้น

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 33.76

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

### คำถามที่ 3 : ฟินฟู

ในประเทศหนึ่ง มีจำนวนฟินฟูต่อคนสูงมาก คำถามต่อไปนี้เกี่ยวกับฟินฟูในประเทศนี้ สามารถตอบได้โดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถามที่เกี่ยวกับฟินฟูเหล่านี้ สามารถตอบได้ โดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
การใส่ฟลูออไรด์ในน้ำประปาจะมีผลต่อฟินฟูอย่างไร	ใช่ / ไม่ใช่
การไปหาทันตแพทย์ควรเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ถูกทั้งสองข้อ: ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การระบุคำถามเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงซ้อน

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 33.76

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

## ความร้อน

### คำถามที่ 1 : ความร้อน

ปิติกำลังทำงานซ่อมแซมบ้าน เขานำขวดน้ำ ตะปูเหล็ก และไม้ชิ้นหนึ่งไว้ในท้ายรถยนต์ หลังจากทีรถออกไปอยู่กลางแจ้งเป็นเวลา 3 ชั่วโมง อุณหภูมิภายในรถสูงถึงประมาณ  $40^{\circ}\text{C}$  เกืออะไรขึ้นกับวัตถุในรถยนต์ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อความ

เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นกับวัตถุหรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
วัตถุทุกชนิดมีอุณหภูมิเท่ากัน	ใช่ / ไม่ใช่
หลังจากระยะเวลาหนึ่งน้ำเริ่มเดือด	ใช่ / ไม่ใช่
หลังจากระยะเวลาหนึ่งตะปูเหล็กเริ่มร้อนแดง	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ถูกต้องสามข้อ: ใช่ ไม่ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงข้อ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	0.87

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

### คำถามที่ 2 : ความร้อน

ในวันนั้น ปิติมีกาแฟร้อน 1 ถ้วยที่มีอุณหภูมิประมาณ  $90^{\circ}\text{C}$  และน้ำแร่เย็น 1 ถ้วยที่มีอุณหภูมิประมาณ  $5^{\circ}\text{C}$  ถ้วยทั้งสองเหมือนกันทุกประการทั้งลักษณะ ขนาด และปริมาตรของเครื่องดื่มแต่ละอย่างก็เท่ากัน ปิติวางถ้วยไว้ในห้องที่อุณหภูมิประมาณ  $20^{\circ}\text{C}$

อุณหภูมิของกาแฟและน้ำแร่น่าจะเป็นเท่าใดหลังจากตั้งไว้ 10 นาที

1.  $70^{\circ}\text{C}$  และ  $10^{\circ}\text{C}$
2.  $90^{\circ}\text{C}$  และ  $5^{\circ}\text{C}$
3.  $70^{\circ}\text{C}$  และ  $25^{\circ}\text{C}$
4.  $20^{\circ}\text{C}$  และ  $20^{\circ}\text{C}$

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 1.  $70^{\circ}\text{C}$  และ  $10^{\circ}\text{C}$

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	30.87

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## ฝัฒษทญุ

ไวรัสที่ทำให้เกิดฝัในสัตว์มีอยู่หลายชนิด ตามปกติไวรัสแต่ละชนิดจะทำให้เกิดโรคในสัตว์เพียงชนิดเดียวเท่านั้น นิตยสารฉบับหนึ่งรายงานว่า นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้พันธุวิศวกรรมเพื่อดัดแปลงดีเอ็นเอ (DNA) ของฝัฒษทญุ ไวรัสที่ดัดแปลงนี้ฆ่าหนูทุกตัวที่ติดโรคนี้

นักวิทยาศาสตร์บอกว่า การวิจัยเรื่องการดัดแปลงไวรัส จำเป็นต้องทำเพื่อควบคุมสัตว์ที่ทำลายอาหารของมนุษย์ มีคำวิจารณ์งานวิจัยนี้คือ ไวรัสอาจจะหนีหลุดรอดไปจากห้องปฏิบัติการ และทำให้สัตว์อื่นเกิดโรค ยังมีความกังวลอีกด้วยว่าเชื้อไวรัสฝัฒษทญุที่ดัดแปลงเกิดโรคในสัตว์ชนิดหนึ่ง อาจจะทำให้เกิดโรคในสัตว์ชนิดอื่นได้ด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในมนุษย์

คนเป็นโรคจากเชื้อไวรัสฝัที่เรียกว่าเป็นฝัฒษทญุ คนที่เป็นฝัฒษทญุมักจะตายเกือบทั้งหมด ในขณะที่คิดกันว่าโรคนี้ได้ถูกกำจัดให้หมดโลกแล้ว ยังมีตัวอย่างเชื้อไวรัสฝัฒษทญุที่ถูกเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการต่างๆ ทั่วโลก

### คำทกมที่ 1: ฝัฒษทญุ

คำวิจารณ์ที่แสดงความกังวลว่า ไวรัสฝัฒษทญุอาจทำให้เกิดโรคในสัตว์ชนิดอื่นนอกเหนือจากหนูได้ เหตุผลใดเป็นคำอธิบายความกังวลนี้ได้ดีที่สุด

1. ยีนของไวรัสฝัฒษทญุ และยีนของไวรัสฝัฒษทญุที่ดัดแปลงแล้วเหมือนกันทุกประการ
2. การเกิดมิวเตตของดีเอ็นเอของฝัฒษทญุ อาจทำให้เชื้อไวรัสไปเกิดโรคกับสัตว์ชนิดอื่นได้
3. การเกิดมิวเตตอาจทำให้ดีเอ็นเอของไวรัสฝัฒษทญุ เหมือนกับดีเอ็นเอของฝัฒษทญุทุกประการ
4. จำนวนยีนในไวรัสฝัฒษทญุมีเท่ากับกับไวรัสฝัชนิดอื่น ๆ

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 2. การเกิดมิวเตตของดีเอ็นเอของฝัฒษทญุ อาจทำให้เชื้อไวรัสไปเกิดโรคกับสัตว์ชนิดอื่นได้

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์ : โลก

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบ

ประเทศ	% ตอบถูก
--------	----------

ไทย	30.87
-----	-------

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## คำถามที่ 2 : ฝิดาขหนู

คนท่จะว้รณการว้จยก้งวลว่า วรรสฝิดาขหนูท่ถูกดัดแปลง อาจะหลุดออกไปจากห้องปฏิบัติการ วรรสนี้้อาจทำให้หนูบางชนิดสูญพันธุ์ได้

กำหนดูบางชนิดสูญพันธุ์จะเกิดผลเหล่านี้หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในแต่ละข้อ

กำหนดูบางชนิดสูญพันธุ์ ผลท่เกิดตามมาต่อไปนี้อาจเกิดขึ้นหรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
ห้องโซอาหารบางห้องอาจจะถูกกระทบ	ใช่ / ไม่ใช่
แมวตามบ้านอาจตายเพราะขาดอาหาร	ใช่ / ไม่ใช่
พืชท่หนูกินเมล็ดเป็นอาหารอาจเพิ่มจำนวนมากขึ้น	ใช่ / ไม่ใช่

### คะแนนเต็ม

ถูกทั้งสามข้อ: ใช่ ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงข้อ

### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 32.02

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล ของประเทศอื่น

## คำถามที่ 3 : ฝิดาขหนู

บริษัทหนึ่งกำลังพยายามพัฒนาวรรสท่จะทำให้หนูเป็นหมัน (ไม่ให้หนูมีลูกได้) วรรสดังกล่าวอาจช่วย ควบคุมจำนวนหนูได้ สมมติว่าบริษัทนั้นประสบความสำเร็จ และก่อนท่จะปล่อยวรรสนี้่ออกไป ควร มี การว้จยเพื่อตอบคำถามเหล่านี้หรือไม่

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในแต่ละข้อ

คำถามนี้ควรจะมีการว้จยเพื่อหาคำตอบ ก่อนท่จะปล่อยวรรส ออกไป หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
วิธีไหนจะดีที่สุดในการแพร่วรรส	ใช่ / ไม่ใช่
เป็นเวลานานเท่าไรกว่าท่หนูจะสร้างภูมิต้านทานวรรสนี้	ใช่ / ไม่ใช่
วรรสนี้จะเกิดผลกับสัตว์ชนิดอื่นได้หรือไม่	ใช่ / ไม่ใช่

### คะแนนเต็ม

ถูกทั้งสามข้อ: ใช่ ใช่ ใช่ ตามลำดับ

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ / การระบุ คำถามเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์) / การสืบสวน เชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงข้อ

### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 15.45

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล ของประเทศอื่น



## แกรนด์แคนยอน

แกรนด์แคนยอนตั้งอยู่ในทะเลทรายแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา เป็นหุบเขาที่กว้างใหญ่และลึกมาก ประกอบด้วยชั้นหินหลายชั้น ในอดีตกาลการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกได้ยกชั้นหินเหล่านี้ขึ้นมาเหนือผิวดิน ปัจจุบันแกรนด์แคนยอนหลายส่วนมีความลึก 1.6 กม. มีแม่น้ำโคโลราโดไหลผ่านด้านล่างสุดของหุบเขา จงดูรูปของแกรนด์แคนยอนที่ถ่ายจากขอบด้านทิศใต้ สามารถเห็นชั้นหินที่แตกต่างกันหลายชั้นได้ชัดเจนตามแนวผนังของหุบเขา



หินปูน A

หินชนวน A

หินปูน B

หินชนวน B

หินชีสต์และหินแกรนิต

### คำถามที่ 1 : แกรนด์แคนยอน

ทุก ๆ ปีมีคนประมาณห้าล้านคนไปเที่ยวอุทยานแห่งชาติแกรนด์แคนยอน มีความกังวลกันว่าจะมีความเสียหายที่เกิดกับอุทยานเนื่องจากมีคนไปเที่ยวจำนวนมาก

คำถามต่อไปนี้สามารถตอบโดยการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถามนี้สามารถตอบโดยการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
การร่อนที่เกิดขึ้นจากการใช้เส้นทางเดิน มีมากน้อยเท่าใด	ใช่ / ไม่ใช่
พื้นที่ของอุทยานมีความสวยงามเท่ากับเมื่อ 100 ปีก่อนหรือไม่	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ถูกทั้งสองข้อ: ใช่ / ไม่ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์) และการสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สิ่งแวดล้อม

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงข้อ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 53.76

เกาหลี 72.24

จีน-ฮ่องกง 67.55

จีน-มาเก๊า 66.51

จีน-ไทเป 63.76

ไทย 47.31

## คำถามที่ 2 : แกรนด์แคนยอน

อุณหภูมิในแกรนด์แคนยอนอยู่ในช่วงตั้งแต่ต่ำกว่า 0°C จนถึงสูงกว่า 40°C แม้ว่าจะเป็นบริเวณทะเลทราย บางครั้งรอยแตกของหินก็กักเก็บน้ำไว้ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและน้ำในรอยแตกของหินไปเร่งการแตกตัวของหินได้อย่างไร

1. น้ำที่เป็นน้ำแข็งละลายหินที่ร้อน
2. น้ำทำให้หินเชื่อมติดกัน
3. น้ำแข็งขัดผิวหน้าของหินให้ราบเรียบ
4. น้ำที่กำลังแข็งตัวจะขยายตัวในรอยแตกของหิน

### คะแนนเต็ม (ระดับ 2)

ข้อ 4. น้ำที่กำลังแข็งตัวจะขยายตัวในรอยแตกของหิน

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : โลกและอวกาศ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : สิ่งแวดล้อม

สถานการณ์ : สังคม

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบ

### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	67.74
เกาหลี	70.03
จีน-ฮ่องกง	71.75
จีน-มาเก๊า	67.88
จีน-ไทเป	76.45
ไทย	57.26

## คำถามที่ 3 : แกรนด์แคนยอน

มีฟอสซิลของซากสัตว์ทะเลหลายชนิด เช่น หอยกาบ ปลา และปะการัง อยู่ในชั้นหินปูน A ของแกรนด์แคนยอน มีอะไรเกิดขึ้นเมื่อหลายล้านปีก่อนที่อธิบายว่าทำไมฟอสซิลเหล่านี้จึงถูกพบที่นั่น

1. ในสมัยโบราณ ผู้คนนำอาหารทะเลจากมหาสมุทรเข้ามาในบริเวณนี้
2. ครั้งหนึ่งมหาสมุทรมีคลื่นรุนแรงมากและคลื่นยักษ์พัดพาสิ่งมีชีวิตในทะเลขึ้นมาบนบก
3. ในสมัยก่อนบริเวณนั้นเป็นบริเวณที่มีมหาสมุทรปกคลุม และได้เหือดแห้งไปในตอนหลัง
4. สัตว์ทะเลบางชนิดครั้งหนึ่งมีชีวิตอยู่บนบกก่อนที่จะอพยพลงสู่ทะเล

### คะแนนเต็ม

ข้อ 3. ในสมัยก่อนบริเวณนั้นเป็นบริเวณที่มีมหาสมุทรปกคลุม และได้เหือดแห้งไปในตอนหลัง

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : โลกและอวกาศ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : ทรัพยากรธรรมชาติ

สถานการณ์ : สังคม

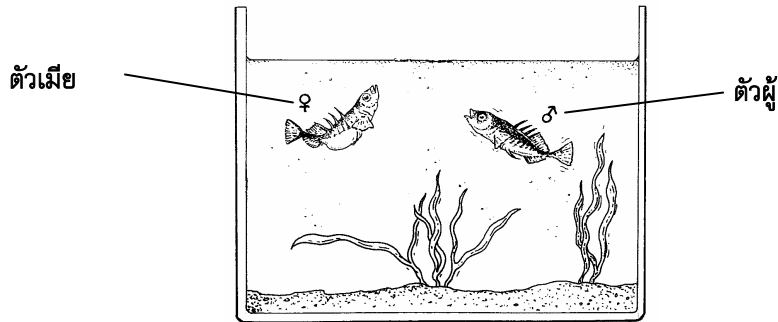
ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบ

### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	84.40
เกาหลี	85.60
จีน-ฮ่องกง	74.30
จีน-มาเก๊า	76.67
จีน-ไทเป	85.90
ไทย	57.63

## พฤติกรรมของปลาหลังนาม

ปลาหลังนามเป็นปลาที่เลี้ยงง่ายในตู้ปลา

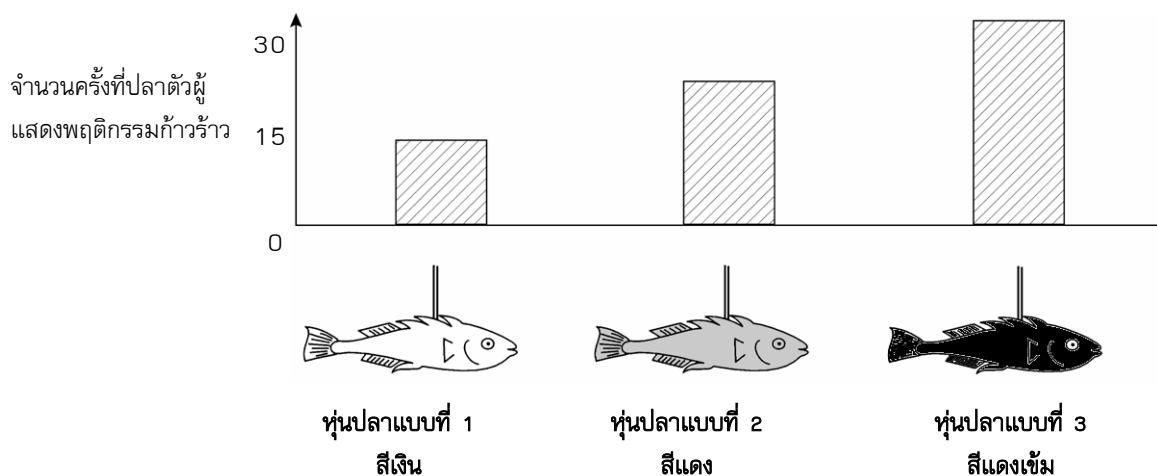


- ในฤดูผสมพันธุ์ของปลาหลังนามตัวผู้จะเปลี่ยนจากสีเงินเป็นสีแดง
- ปลาหลังนามตัวผู้จะโจมตีคู่แข่งตัวผู้ตัวอื่นๆ ที่เข้ามาในบริเวณที่ครอบครองและพยายามขับไล่ออกไปจากบริเวณนั้น
- ถ้ามีปลาตัวเมียสีเงินเข้ามาใกล้ ปลาตัวผู้จะพยายามนำปลาตัวเมียไปที่รังของตัวเอง เพื่อให้ปลาตัวเมียได้วางไข่

นักเรียนคนหนึ่งทดลองเพื่อสำรวจตรวจสอบว่า อะไรทำให้ปลาหลังนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว

ในตู้ปลาของนักเรียนได้เลี้ยงปลาหลังนามตัวผู้ไว้หนึ่งตัว นักเรียนได้นำหุ่นของปลาที่ทำด้วยซีดีสีสามแบบผูกติดไว้กับหลอด เขาแขวนหุ่นปลาทั้งสามแบบแยกกันไว้ในตู้ปลาในระยะเวลาที่เท่ากัน แล้วนับจำนวนครั้งที่ปลาตัวผู้แสดงปฏิกิริยาอย่างก้าวร้าวโดยการพุ่งใส่ปลาซีดีสี

ผลการทดลองแสดงดังรูปข้างล่าง



## คำถามที่ 1 : พฤติกรรมของปลาหลังหนาม

การทดลองนี้พยายามตอบคำถามอะไร

.....

.....

### คะแนนเต็ม

คำตอบกล่าวถึงสิ่งที่ช่วยให้ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว ออกมามากที่สุด

- ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงปฏิกิริยาก้าวร้าวต่อหุ่นปลาสีแดงมากกว่าหุ่นปลาสีเงินหรือไม่
- มีความสัมพันธ์ระหว่างสีกับพฤติกรรมก้าวร้าวหรือไม่
- สีของปลาเป็นสาเหตุให้ปลาตัวผู้แสดงอาการก้าวร้าวหรือไม่

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

(รวมถึงทุกคำตอบที่ไม่ได้อ้างถึง สีของการกระตุ้น/ หุ่นปลา/ปลา)

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การระบุคำถามเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

#### ประเทศ % ตอบถูก

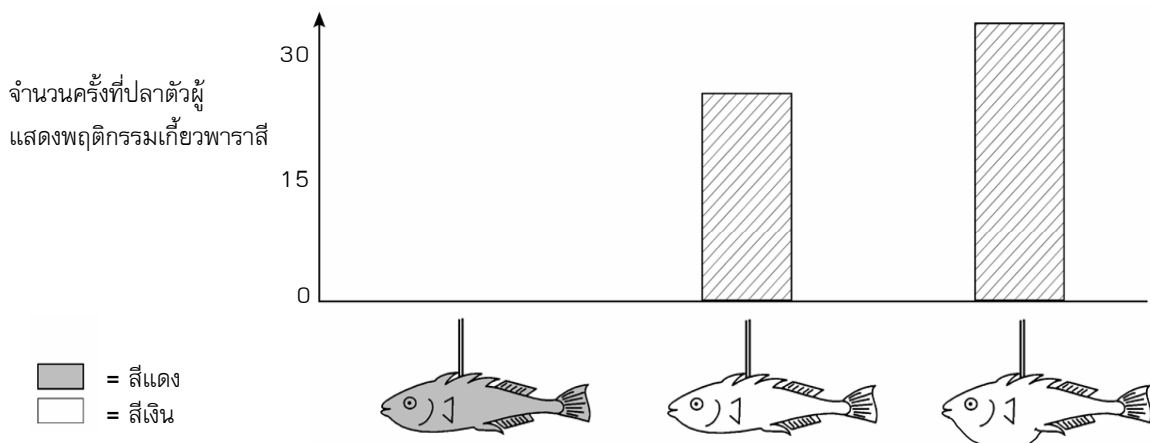
ไทย 14.10

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล ของประเทศอื่น

ในช่วงของการผสมพันธุ์ ถ้าปลาหลังหนามตัวผู้เห็นปลาตัวเมีย มันจะพยายามดึงดูดตัวเมียโดยการแสดง พฤติกรรมเกี่ยวพาราสีซึ่งดูคล้ายกับการเต้นรำเล็กๆ ในการทดลองครั้งที่สองได้สำรวจตรวจสอบ พฤติกรรมเกี่ยวพาราสีนี้

อีกครั้งที่ใช้หุ่นสีฝั่งสามแบบผูกติดกับลวด ตัวหนึ่งสีแดง อีกสองตัวสีเงินซึ่งตัวหนึ่งมีท้องแบน ส่วนอีกตัว ท้องป่อง นักเรียนนับจำนวนครั้ง (ในเวลาที่กำหนด) ที่ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงปฏิกิริยาต่อหุ่นจำลองโดย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวพาราสี

ผลการทดลองแสดงดังรูปข้างล่าง



## คำถามที่ 2 : พฤติกรรมของปลาหลังหนาม

นักเรียนสี่คนสรุปผลของตัวเองตามผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่สองนี้ ข้อสรุปเหล่านี้ถูกต้องตามข้อมูลที่ได้จากกราฟหรือไม่

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อสรุป

ข้อสรุปนี้ถูกต้องตามข้อมูลที่ได้จากกราฟหรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
สีแดงก่อให้เกิดพฤติกรรมเกี่ยวพาราสิของปลาหลังหนามตัวผู้	ใช่ / ไม่ใช่
ปลาหลังหนามตัวเมียท้องแบน ทำให้ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมเกี่ยวพาราสิมากที่สุด	ใช่ / ไม่ใช่
ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมเกี่ยวพาราสิกับปลาตัวเมียท้องป่องมากกว่าปลาตัวเมียท้องแบน	ใช่ / ไม่ใช่

### คะแนนเต็ม

ถูกทั้งสามข้อ: ไม่ใช่ ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงซ้อน

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	49.15

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

การทดลองได้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังหนามตัวผู้ต่อหุ่นปลาท้องสีแดง และแสดงพฤติกรรมเกี่ยวพาราสิต่อหุ่นปลาท้องสีเงิน ในการทดลองครั้งที่สาม ได้กลับมาใช้หุ่นของปลาทั้งสี่แบบอีกครั้ง:

หุ่นปลาแบบที่ 1



หุ่นปลาแบบที่ 2



หุ่นปลาแบบที่ 3



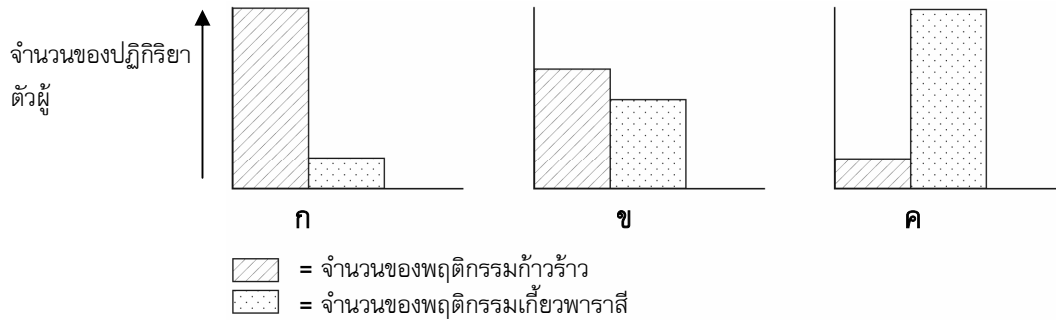
หุ่นปลาแบบที่ 4



■ = สีแดง  
□ = สีเงิน

### คำถามที่ 3 : พฤติกรรมของปลาหลังนาม

แผนภูมิสามรูปข้างล่างนี้ แสดงปฏิกิริยาที่เป็นไปได้ของปลาหลังนามตัวผู้ที่มีต่อหุ่นแต่ละแบบด้านบน  
ปฏิกิริยาใดที่นักเรียนทำนายว่าจะเกิดกับแบบจำลองของปลาแต่ละแบบ



จงเติมอักษร ก ข หรือ ค เพียงตัวอักษรเดียวที่เป็นผลเกิดจากหุ่นแต่ละแบบ

	ปฏิกิริยา
แบบที่ 1	
แบบที่ 2	
แบบที่ 3	
แบบที่ 4	

#### คะแนนเต็ม

ถูกทั้งสี่ข้อ: ค ก ค ข ตามลำดับ

#### คะแนนบางส่วน

ถูกเพียงสามในสี่ข้อ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบแบบปิด

#### ประเทศ

#### % ตอบถูก

ไทย

3.42

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

## การสูบบุหรี่

คนนำยาสูบมาใช้ในรูปแบบของบุหรี่ยี่สิบ และกลองสูบบุหรี่ การวิจัยแสดงว่าโรคที่เกี่ยวข้องกับยาสูบทำให้ทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตเกือบ 13,500 คนในแต่ละวัน และมีการทำนายว่าในปี 2020 โรคที่เกี่ยวข้องกับยาสูบจะทำให้คนตายประมาณ 12% ของการตายทั้งหมดในโลก

ควันของยาสูบมีสารที่เป็นอันตรายอยู่หลายชนิด ส่วนที่เป็นอันตรายมากที่สุดคือ น้ำมันดิน นิโคตินและคาร์บอนมอนอกไซด์

### คำถามที่ 1 : การสูบบุหรี่

ควันของยาสูบจะถูกสูดเข้าไปสู่ปอด น้ำมันดินจากควันจะเกาะอยู่ที่ปอดและทำให้ปอดทำงานไม่ได้เต็มที่ ข้อความใดต่อไปนี้เป็นหน้าที่ของปอด

1. สูบฉีดโลหิตไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย
2. แลกเปลี่ยนออกซิเจนจากอากาศที่หายใจไปสู่เลือด
3. ทำให้เลือดบริสุทธิ์โดยลดคาร์บอนไดออกไซด์จนเป็นศูนย์
4. เปลี่ยนโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นโมเลกุลของออกซิเจน

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 2. แลกเปลี่ยนออกซิเจนจากอากาศที่หายใจไปสู่เลือด

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : สุขภาพ

สถานการณ์ : ส่วนตัว

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 44.57

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

### คำถามที่ 2 : การสูบบุหรี่

การสูบบุหรี่เพิ่มความเสี่ยงของการเป็นมะเร็งปอดและโรคอื่น ๆ ความเสี่ยงในการเกิดโรคต่อไปนี้เพิ่มขึ้นจากการสูบบุหรี่หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

ความเสี่ยงของการเกิดโรคเหล่านี้เพิ่มขึ้นจากการสูบบุหรี่หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
โรคถุงลมโป่งพอง	ใช่ / ไม่ใช่
โรคมะเร็งที่คอหอย/โรคมะเร็งช่องปาก	ใช่ / ไม่ใช่
โรคออสติโอซีส	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ถูกต้องสามข้อ: ใช่ ไม่ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : สุขภาพ

สถานการณ์ : ส่วนตัว

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบเชิงข้อ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 48.86

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

บางคนใช้แผ่นนิโคตินช่วยในการเลิกสูบบุหรี่ แผ่นนิโคตินจะถูกแปะติดที่ผิวหนังและปล่อยนิโคตินสู่เลือด เพื่อช่วยลดอาการอยากและอาการขาดยาเมื่อหยุดสูบบุหรี่แล้ว

เพื่อศึกษาผลของแผ่นนิโคติน ผู้สูบบุหรี่ที่ต้องการเลิกสูบบุหรี่ 100 คน ถูกเลือกมาโดยการสุ่ม ใช้เวลาในการศึกษา 6 เดือน การวัดประสิทธิผลของแผ่นนิโคตินทำโดยการหาวว่ามีกี่คนที่ไม่กลับไปสูบบุหรี่อีกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

**คะแนนเต็ม**

ข้อ 4. สุ่มคนครึ่งหนึ่งให้ใช้แผ่นนิโคติน และอีกครึ่งหนึ่งไม่ใช้

**ไม่ได้คะแนน**

คำตอบอื่น ๆ

**คำถามที่ 3 : การสูบบุหรี่**

การออกแบบการทดลองต่อไปนี้ที่ดีที่สุด

1. ทุกคนในกลุ่มติดแผ่นนิโคติน
2. ทุกคนติดแผ่นนิโคตินยกเว้นหนึ่งคนที่พยายามเลิกสูบบุหรี่โดยไม่ใช้แผ่นนิโคติน
3. แต่ละคนเลือกเองว่าจะติดหรือไม่ติดแผ่นนิโคตินเพื่อช่วยเลิกสูบบุหรี่ก็ได้
4. สุ่มคนครึ่งหนึ่งให้ใช้แผ่นนิโคตินและอีกครึ่งหนึ่งไม่ใช้

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ**

**สมรรถนะ :** การระบุคำถามเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว / สังคม

**ประเทศ % ตอบถูก**

ไทย 40.29

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

**คำถามที่ 4 : การสูบบุหรี่**

มีวิธีการหลายวิธีที่ใช้ชักจูงให้คนเลิกสูบบุหรี่

วิธีการต่อไปนี้ใช้เทคโนโลยีเป็นพื้นฐานหรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

วิธีที่ใช้ลดการสูบบุหรี่พื้นฐานทางเทคโนโลยีหรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
ขึ้นราคาบุหรี่	ใช่ / ไม่ใช่
ผลิตแผ่นนิโคตินเพื่อช่วยให้คนเลิกสูบบุหรี่	ใช่ / ไม่ใช่
ห้ามสูบบุหรี่ในบริเวณที่สาธารณะ	ใช่ / ไม่ใช่

**คะแนนเต็ม**

ถูกทั้งสามข้อ: ไม่ใช่ ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ

**ไม่มีคะแนน**

คำตอบอื่น ๆ

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ**

**สมรรถนะ :** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางเทคโนโลยี (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงข้อ

**ประเทศ % ตอบถูก**

ไทย 40.29

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น



## แสงของดาว

ธงชัยชอบดูดาว แต่เขาไม่สามารถสังเกตเห็นดาวได้ชัดในเวลากลางคืนเนื่องจากเขาอยู่ในเมืองใหญ่  
เมื่อปีที่แล้ว ธงชัยไปที่เขาวงกตและปีนขึ้นไปบนเขา เขาสังเกตเห็นดาวเป็นจำนวนมากซึ่งเขาไม่  
สามารถมองเห็นได้เมื่ออยู่ในเมือง

☆  
☆  
☆☆☆  
☆

### คำถามที่ 1 : แสงของดาว

ทำไมจึงสามารถมองเห็นดาวได้เป็นจำนวนมากในชนบทเมื่อเทียบกับในเมืองใหญ่

1. ในเมืองมีดวงจันทร์ที่สว่างกว่าและบดบังแสงจากดาวอื่น ๆ
2. ในชนบทมีฝุ่นอยู่ในอากาศมากจึงสะท้อนแสงได้ดีกว่าในเมือง
3. ความสว่างของแสงไฟในเมืองทำให้มองเห็นดาวได้ยาก
4. อากาศในเมืองอบอุ่นกว่าเนื่องจากการปล่อยความร้อนจากรถยนต์ เครื่องจักร และบ้านเรือน

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 3. ความสว่างของแสงไฟในเมือง  
ทำให้มองเห็นดาวได้ยาก

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : โลกและอวกาศ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : สิ่งแวดล้อม

สถานการณ์ : สังคม

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 67.95

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

### คำถามที่ 2 : แสงของดาว

ธงชัยใช้กล้องโทรทรรศน์ที่เลนส์มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ส่องดูดาวที่มีความสว่างน้อย  
ทำไมการใช้กล้องโทรทรรศน์ที่เลนส์มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ จึงทำให้สังเกตเห็น  
ดาวที่มีความสว่างน้อยได้

1. เลนส์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะรับแสงได้มากขึ้น
2. เลนส์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะมีกำลังขยายมากขึ้น
3. เลนส์ขนาดใหญ่จะทำให้มองเห็นท้องฟ้าได้มากขึ้น
4. เลนส์ขนาดใหญ่จะสามารถรับสีเข้มจากดาวได้

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 2. เลนส์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะมี  
กำลังขยายมากขึ้น

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์ : ส่วนตัว

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 19.23

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

## กันแดด

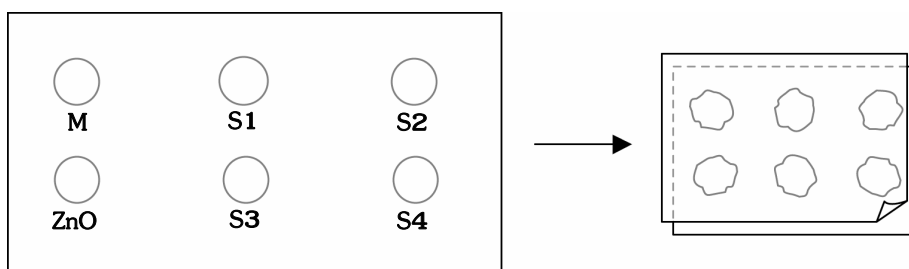
มีนาและต๋นัย สงสัยว่าสารกันแดดชนิดใดจะป้องกันผิวจากแสงแดดได้ดีที่สุด สารกันแดดมีค่าการป้องกันแสงแดด (SPF) ที่ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากแสงแดดได้ดีเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงจะปกป้องผิวได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF ต่ำ (SPF ย่อมาจาก Sun Protection Factor)

ทั้งสองคนหาวิธีเปรียบเทียบสารกันแดดชนิดต่างๆ จึงได้รวบรวมสิ่งต่อไปนี้

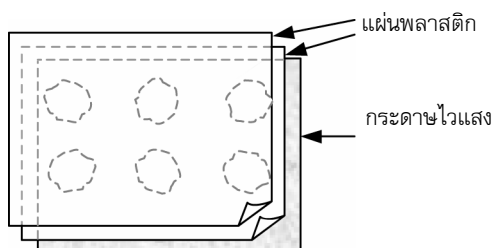
- แผ่นพลาสติกใสที่ไม่ดูดกลืนแสงแดดสองแผ่น
- กระจกขาวแสงหนึ่งแผ่น
- น้ำมันแร่ (M) และครีมที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ (ZnO) และ
- สารกันแดดสี่ชนิด ใช้ชื่อ S1 S2 S3 และ S4

เขาใช้น้ำมันแร่เพราะง่ายยอมให้แสงแดดผ่านไปได้เกือบทั้งหมด ส่วนซิงค์ออกไซด์จะกันแสงแดดได้เกือบสมบูรณ์

ต๋นัยหยดสารชนิดละหนึ่งหยดลงภายในวงกลมที่เขียนไว้บนแผ่นพลาสติกแผ่นที่หนึ่ง แล้วใช้แผ่นพลาสติกแผ่นที่สองวางทับด้านบน กดทับบนแผ่นพลาสติกทั้งสองด้วยหนังสือเล่มใหญ่ๆ



ต่อจากนั้น มีนาวางแผ่นพลาสติกทั้งสองบนกระจกขาวแสง กระจกขาวแสงมีสมบัติเปลี่ยนสีจากเทาเข้มเป็นสีขาว (หรือสีเทาอ่อนมาก) ขึ้นอยู่กับว่ามันจะถูกแสงแดดนานเท่าใด แล้วต๋นัยนำทั้งหมดไปวางไว้กลางแดด



### คำถามที่ 1 : กันแดด

ข้อความใดต่อไปนี้บอกถึงบทบาทของน้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกันแดด

1. น้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์เป็นวัตถุทดสอบทั้งคู่
2. น้ำมันแร่เป็นวัตถุทดสอบ ซิงค์ออกไซด์เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง
3. น้ำมันแร่เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง และซิงค์ออกไซด์เป็นวัตถุทดสอบ
4. ทั้งน้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 4. ทั้งน้ำมันแร่และซิงค์ออกไซด์เป็นสารใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ****สมรรถนะ :** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ**สถานการณ์ :** ส่วนตัว**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ**ประเทศ % ตอบถูก**

ญี่ปุ่น	45.07
เกาหลี	43.15
จีน-ฮ่องกง	45.17
จีน-มาเก๊า	39.05
จีน-ไทเป	41.85
ไทย	36.35

**คำถามที่ 2 : กั้นแดด**

มีนาและदनัยพยายามหาคำตอบของคำถามข้อใด ต่อไปนี้

1. สารกั้นแดดแต่ละชนิดกั้นแดดได้ดีเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น
2. สารกั้นแดดปกป้องผิวของเราจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้อย่างไร
3. มีสารกั้นแดดชนิดใดหรือไม่ ที่ให้การปกป้องน้อยกว่าน้ำมันแร่
4. มีสารกั้นแดดชนิดใดหรือไม่ ที่ให้การปกป้องมากกว่าซิงค์ออกไซด์

**คะแนนเต็ม**

ข้อ 1. สารกั้นแดดแต่ละชนิดกั้นแดดได้ดีเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น

**ไม่มีคะแนน**

คำตอบอื่น ๆ

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ****สมรรถนะ :** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ**สถานการณ์ :** ส่วนตัว**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ**ประเทศ % ตอบถูก**

ญี่ปุ่น	59.90
เกาหลี	56.34
จีน-ฮ่องกง	58.44
จีน-มาเก๊า	51.06
จีน-ไทเป	50.43
ไทย	51.42

**คำถามที่ 3 : กั้นแดด**

ทำไมจึงต้องกีดแผ่นพลาสติกใสแผ่นที่สองลงบนแผ่นแรก

1. เพื่อไม่ให้หยดของสารแห้งไป
2. เพื่อให้หยดของสารกระจายตัวออกมากที่สุด
3. เพื่อเก็บหยดของสารให้อยู่ในเครื่องหมายวงกลม
4. เพื่อทำให้หยดของสารมีความหนาเท่ากัน

**คะแนนเต็ม**

ข้อ 4. เพื่อทำให้หยดของสารมีความหนาเท่ากัน

**ไม่มีคะแนน**

คำตอบอื่น ๆ

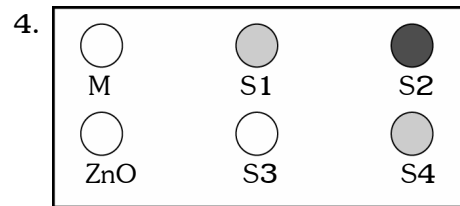
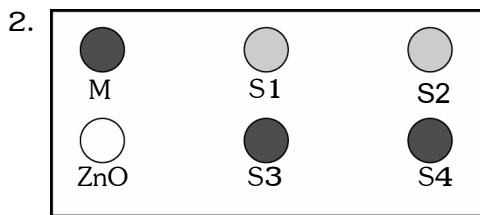
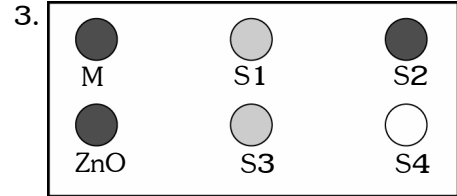
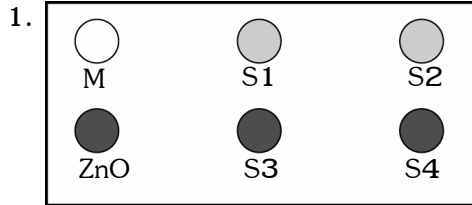
**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ****สมรรถนะ :** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ**สถานการณ์ :** ส่วนตัว**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ**ประเทศ % ตอบถูก**

ญี่ปุ่น	50.47
เกาหลี	42.42
จีน-ฮ่องกง	48.99
จีน-มาเก๊า	43.33
จีน-ไทเป	45.81
ไทย	37.48

#### คำถามที่ 4: กันแดด

กระดาษไวแสงที่มีสีเทาเข้ม และจะจางลงเป็นสีเทาอ่อนเมื่อถูกแสงแดดเล็กน้อย จนเป็นสีขาวเมื่อถูกแสงแดดมาก ๆ

รูปในข้อใดต่อไปนี้เกิดขึ้นจากการทดลอง จงอธิบายว่าทำไมนักเรียนจึงเลือกข้อนี้



#### คะแนนเต็ม

ตอบข้อ 1. พร้อมคำอธิบายที่ว่าจุด ZnO ยังคงเป็นสีเทาเข้ม (เพราะว่ามันกันแสงแดดไว้) และจุด M เปลี่ยนเป็นสีขาว (เพราะน้ำมันแร่ดูดกลืนแสงแดดได้น้อยมาก) เช่น *ไม่จำเป็นต้องมีคำอธิบายเพิ่มเติมดังในวงเล็บ (ถ้าคำตอบมีคำอธิบายมากพอ)*

- ข้อ 1. ZnO กันแสงแดดไว้ตามที่มีบัตรจะเป็น และ M ปลอ่ยให้แสงแดดทะลุเข้าไปได้
- ฉันเลือกข้อ 1. เพราะน้ำมันแร่จะต้องเปลี่ยนเป็นสีที่อ่อนที่สุด ในขณะที่ซิงค์ออกไซด์เป็นสีเข้มที่สุด

#### คะแนนบางส่วน

ตอบข้อ 1. ให้คำอธิบายถูกเพียงจุด ZnO หรือ จุด M จุดใดจุดหนึ่ง แต่ไม่ได้อธิบายถูกทั้งสองจุด เช่น

- ข้อ 1. น้ำมันแร่มีความต้านทานต่อแสงยูวีต่ำที่สุด ดังนั้นกระดาษตรงที่มีสารอื่น ๆ จะไม่เป็นสีขาว
- ข้อ 1. ในเชิงปฏิบัติซิงค์ออกไซด์ดูดกลืนรังสีทั้งหมดไว้ และแผนผังแสดงว่าเป็นเช่นนั้น
- ข้อ 1. เพราะ ZnO กันแสงไว้ และ M ดูดกลืนแสง

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- ข้อ 1 (ไม่ให้เหตุผล)
- ข้อ 2 ZnO กันแสงแดดไว้ และน้ำมันแร่ปลอ่ยให้แสงแดดผ่านไปได้

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ:** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้:** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้:** สุขภาพ

**สถานการณ์:** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ:** สร้างคำตอบอิสระ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 43.71

เกาหลี 45.95

จีน-ฮ่องกง 44.42

จีน-มาเก๊า 31.81

จีน-ไทเป 42.97

ไทย 11.63

## อัลตราซาวด์

ในหลายประเทศมีการถ่ายภาพของทารกในครรภ์โดยการถ่ายภาพด้วยอัลตราซาวด์ซึ่งมีการพิจารณาแล้วว่าปลอดภัย ทั้งมารดาและทารกในครรภ์



แพทย์จะถือเครื่องตรวจจับคลื่นและเคลื่อนที่ไปมาบนท้องของแม่ คลื่นอัลตราซาวด์ถูกส่งผ่านไปในห้อง คลื่นจะสะท้อนที่ผิวของทารกในครรภ์ คลื่นสะท้อนเหล่านี้ถูกตรวจจับได้โดยเครื่องตรวจจับคลื่นและ ส่งผ่านไปยังเครื่องสร้างภาพ

**คำถามที่ 1 : อัลตราซาวด์**

ในการสร้างภาพ เครื่องอัลตราซาวด์ต้องคำนวณ **ระยะทาง** ระหว่างทารกในครรภ์กับเครื่องตรวจจับคลื่น คลื่นอัลตราซาวด์เคลื่อนที่ผ่านท้องด้วยความเร็ว 1540 เมตร/วินาที เพื่อให้สามารถคำนวณ ระยะทางได้เครื่องจะต้องวัดอะไรด้วย

.....

.....

.....

### คะแนนเต็ม

ต้องวัดระยะเวลาที่คลื่นเดินทางจากเครื่องตรวจจับคลื่น ไปยังพื้นผิวของทารกและสะท้อนกลับมา เช่น

- ระยะเวลาที่คลื่นเดินทาง
- ระยะเวลาการเดินทางของคลื่น
- เวลา
- เวลา เพราะระยะทาง = ความเร็วต่อเวลา

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- ระยะทาง

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ**

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	12.54

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล ของประเทศอื่น

## คำถามที่ 2: อัลตราซาวด์

ภาพทารกในครรภ์อาจได้จากการใช้รังสีเอ็กซ์เช่นเดียวกัน แต่ผู้หญิงที่อยู่ในระหว่างตั้งครรภ์จะได้รับคำแนะนำให้หลีกเลี่ยงการฉายรังสีเอ็กซ์บริเวณท้อง

ทำไมผู้หญิงโดยเฉพาะที่อยู่ในระหว่างตั้งครรภ์จึงควรหลีกเลี่ยงการฉายรังสีเอ็กซ์บริเวณท้อง

.....

.....

.....

### คะแนนเต็ม

คำตอบที่กล่าวถึงรังสีเอ็กซ์เป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์

- รังสีเอ็กซ์เป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์
- รังสีเอ็กซ์อาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของทารกในครรภ์
- รังสีเอ็กซ์สามารถทำให้ทารกในครรภ์เกิดมาผิดปกติ
- เด็กอาจได้รับรังสีเอ็กซ์บางส่วน

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- รังสีเอ็กซ์ไม่ทำให้ภาพทารกในครรภ์ที่ชัดเจน

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : สุขภาพ

สถานการณ์ : ส่วนตัว

ลักษณะของข้อสอบ : สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 84.55

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## คำถามที่ 3: อัลตราซาวด์

การตรวจอัลตราซาวด์ของแม่ที่กำลังตั้งครรภ์สามารถตอบคำถามต่อไปนี้ได้หรือไม่

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

การตรวจอัลตราซาวด์สามารถตอบคำถามนี้ได้หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
มีทารกมากกว่าหนึ่งคนหรือไม่	ใช่ / ไม่ใช่
ตาของทารกเป็นสีอะไร	ใช่ / ไม่ใช่
ทารกมีขนาดปกติหรือไม่	ใช่ / ไม่ใช่

### คะแนนเต็ม

ถูกทั้งสามข้อ: ใช่ ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : สุขภาพ

สถานการณ์ : ส่วนตัว

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบเชิงข้อ

ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 63.39

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## ลิปมัน

ตารางข้างล่างนี้ แสดงส่วนผสมที่แตกต่างกันสองสูตร ของเครื่องสำอางที่นักเรียนสามารถทำได้  
ลิปสติกจะแข็งกว่าลิปมันซึ่งอ่อนและเป็นมันกว่า

ลิปมัน		ลิปสติก	
<b>ส่วนผสม :</b>		<b>ส่วนผสม :</b>	
น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม	น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม
ไขผึ้ง	0.2 กรัม	ไขผึ้ง	1 กรัม
ไขมันปาล์ม	0.2 กรัม	ไขมันปาล์ม	1 กรัม
สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา	สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา
สารแต่งรสชาติ	1 หยด	สารแต่งรสชาติ	1 หยด
<b>วิธีทำ :</b>		<b>วิธีทำ :</b>	
อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน		อุ่นน้ำมันและไขในภาชนะที่แช่อยู่ในน้ำร้อน จนผสมเข้ากันดี จึงเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วคนให้เข้ากัน	

### คำถามที่ 1: ลิปมัน

ในการทำลิปมันและลิปสติก น้ำมันและไขถูกผสมเข้าด้วยกัน แล้วเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ  
ลิปสติกที่ทำจากส่วนผสมนี้จะแข็งและใช้ยาก

*นักเรียนจะเปลี่ยนสัดส่วนของส่วนผสมอย่างไรเพื่อให้ลิปสติกอ่อนลงกว่าเดิม*

.....

.....

.....

### คะแนนเต็ม

คำตอบที่แสดงว่านักเรียนจะใส่ไขน้อยลง **และ/หรือ**  
ใส่น้ำมันเพิ่มขึ้น เช่น

- ควรใช้ไขผึ้งและไขมันปาล์มลดลงเล็กน้อย
- เติมน้ำมันละหุ่งมากขึ้น

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- อุณหภูมิของส่วนผสมให้สูงขึ้นเพื่อให้อ่อนลง

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงข้อ

**ประเทศ** % **ตอบถูก**

ไทย 52.63

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

## คำถามที่ 2: ลิปมัน

น้ำมันและไขเป็นสารที่ผสมกันได้อย่างดี น้ำมันไม่ผสมกับน้ำและไขก็ไม่ละลายในน้ำ

*ข้อใดต่อไปนี้ น่าจะเกิดขึ้นได้มากที่สุด ถ้า น้ำจำนวนมาก หลงในส่วนผสมของลิปสติกในขณะที่กำลังอุ่น*

1. ไขของผสมที่มันและอ่อนตัวกว่า
2. ของผสมจับตัวกันแน่นขึ้น
3. ของผสมแทบจะไม่เปลี่ยนไปเลย
4. มีก้อนไขมันลอยอยู่บนน้ำ

### คะแนนเต็ม

ข้อ 4 มีก้อนไขมันลอยอยู่บนน้ำ

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	63.60

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## คำถามที่ 3: ลิปมัน

เมื่อเติมสารที่เรียกว่าอิมัลซิฟายเออร์ลงไปจะทำให้ น้ำมันและไขผสมกับน้ำได้

*ทำไมสบู่และน้ำจึงสามารถกลบลิปสติกออกได้*

1. น้ำมันอิมัลซิฟายเออร์ที่ทำให้สบู่และลิปสติกผสมกันได้
2. สบู่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ ทำให้น้ำและลิปสติกผสมกันได้
3. อิมัลซิฟายเออร์ในลิปสติกทำให้สบู่และน้ำผสมกันได้
4. สบู่และลิปสติกผสมกันจนเป็นอิมัลซิฟายเออร์ที่ผสมกับน้ำได้

### คะแนนเต็ม

ข้อ 2 สบู่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ ทำให้น้ำและลิปสติกผสมกันได้

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	40.35

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น





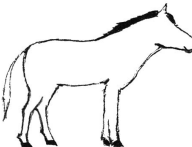


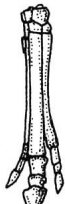


## วิวัฒนาการ

ปัจจุบันม้าส่วนใหญ่จะดูเพรียวลมและสามารถวิ่งได้เร็ว

นักวิทยาศาสตร์ได้พบฟอสซิลโครงกระดูกของสัตว์ที่มีรูปร่างคล้ายกับม้า พวกเขาคิดว่าฟอสซิลเหล่านั้นเป็นบรรพบุรุษของม้าในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ยังสามารถตรวจสอบช่วงเวลาที่มีชีวิตอยู่ได้ด้วย



ตารางข้างล่างนี้ แสดงข้อสังเกตของฟอสซิลสามชนิดและม้าในยุคปัจจุบัน

ชื่อ	ไฮราโคเธเรียน	เมโซฮิปโปส	เมอริฮิปโปส	อิดดัส (ม้าในปัจจุบัน)
รูปร่างภายนอก (มาตราส่วนเดียวกัน)				
ช่วงเวลามีชีวิต	55 ถึง 50 ล้านปีก่อน	39 ถึง 31 ล้านปีก่อน	19 ถึง 11 ล้านปีก่อน	2 ล้านปีก่อนถึงปัจจุบัน
โครงกระดูกของขา (มาตราส่วนเดียวกัน)				

### คำถามที่ 1: วิวัฒนาการ

ข้อสังเกตใดในตารางที่แสดงว่า ม้าในยุคปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจากซากฟอสซิลทั้งสามชนิดในตาราง จงอธิบาย

.....

.....

.....

#### คะแนนเต็ม

คำตอบที่อ้างถึงการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของโครงกระดูกขา เช่น

- โครงกระดูกขาเหมือนกันมากแต่มีการเปลี่ยนแปลงทีละน้อย
- นิ้วเท้า/กีบเท้ามาเชื่อมรวมกันในช่วง 55 ถึง 2 ล้านปีก่อน
- กีบเท้ามามีการเปลี่ยนแปลง
- จำนวนนิ้วเท้าลดลง

#### คะแนนบางส่วน

คำตอบที่อ้างถึงการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างทั้งหมด

- พวกมันมีรูปร่างที่เหมือนกัน แล้วเริ่มมีรูปร่างที่ใหญ่ขึ้น
- ม้าตัวใหญ่ขึ้น

## ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- ขาหลัง
- ขาของม้ายาวขึ้นในเวลาที่ผ่านไป
- ขามีการเปลี่ยนแปลง
- พวกมันถูกเรียกว่า *ฮิปโปส*
- เมื่อเวลาผ่านไป ม้าสูญหายไปหลายล้านปี
- การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนรูปร่าง
- [ถูกต้อง แต่ไม่ใช่คำตอบของคำถามนี้] เช่น กะโหลกศีรษะใหญ่ขึ้น ฯ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 42.05

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## คำถามที่ 2: วิวัฒนาการ

นักวิทยาศาสตร์สามารถทำวิจัยต่อในเรื่องใดเพื่อหาว่าม้ามีวิวัฒนาการมาอย่างไร ในเวลาที่ผ่านไป  
จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อความ

งานวิจัยนี้จะช่วยให้ค้นพบได้ว่าม้ามีวิวัฒนาการมาอย่างไรในเวลาที่ผ่านไป ใช่หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
เปรียบเทียบจำนวนของม้าที่มีชีวิตอยู่ในเวลาที่ต่างกัน	ใช่ / ไม่ใช่
ค้นหาโครงกระดูกของบรรพบุรุษม้าที่มีชีวิตในช่วง 50 – 40 ล้านปีก่อน	ใช่ / ไม่ใช่

### คะแนนเต็ม

ตอบถูกทั้งสองข้อ: ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การระบุดำถามเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงข้อ

ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 42.05

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

### คำถามที่ 3: วิวัฒนาการ

ข้อความต่อไปนี้ที่นำมาประยุกต์ใช้ได้ดีที่สุดกับทฤษฎีวิวัฒนาการ

1. ทฤษฎีไม่สามารถเชื่อถือได้เพราะเป็นไปได้ที่ไม่ได้ที่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของสปีชีส์
2. ทฤษฎีวิวัฒนาการของสัตว์เป็นไปได้ แต่ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับมนุษย์ได้
3. วิวัฒนาการเป็นทฤษฎีวิทยาศาสตร์ที่ปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นฐานของประจักษ์พยานที่มากพอ
4. วิวัฒนาการเป็นทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้องโดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 3 วิวัฒนาการเป็นทฤษฎีวิทยาศาสตร์ที่ปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นฐานของประจักษ์พยานที่มากพอ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 34.38

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## แมรี มองตากู

อ่านบทความจากหนังสือพิมพ์ต่อไปนี้ และตอบคำถาม

### ประวัติของการฉีดวัคซีน

แมรี มองตากู เป็นผู้หญิงสวย เธอรอดชีวิตจากการติดเชื้อฝีดาษเมื่อปี ค.ศ. 1715 .แต่ยังมีแผลเป็นเต็มไปทั่วผิวหนัง ขณะที่อยู่ในตุรกีในปี ค.ศ. 1717 เธอสังเกตวิธีการที่เรียกว่าการปลูกฝีซึ่งใช้กันอยู่ทั่วไป วิธีการนี้ใช้การขีดเชื้อไวรัสฝีดาษที่อ่อนแอลงบนผิวหนังของคนที่มีอายุน้อยและมีสุขภาพดี ซึ่งต่อมากจะมีอาการไข้แต่ทุกรายจะมีอาการของโรคอย่างอ่อนๆ เท่านั้น

แมรี มองตากู เชื่อมั่นในความปลอดภัยของการปลูกฝี จนยอมให้ลูกชายและลูกสาวของเธอ ได้ปลูกฝีในปี ค.ศ.1796. เอ็ดเวิร์ด เจนเนอร์ ใช้วิธีการปลูกฝีด้วยเชื้อโรคที่ใกล้เคียงกันคือ ฝีดาษในวัว เพื่อผลิตสารต้านทานโรคฝีดาษ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกฝีด้วยเชื้อฝีดาษ วิธีการนี้มีผลข้างเคียงน้อยและผู้ที่ได้รับจะไม่สามารถแพร่เชื้อให้ผู้อื่น วิธีการนี้เป็นที่รู้จักกันว่าการฉีดวัคซีน

### คำถามที่ 2: แมรี มองตากู

โรคชนิดใดบ้างที่มนุษย์สามารถฉีดวัคซีนป้องกันได้

1. โรคทางพันธุกรรม เช่น โรคฮีโมฟีเลีย (โรคเลือดไหลไม่หยุด)
2. โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส เช่น โปลิโอ
3. โรคที่เกิดจากการทำงานผิดปกติของร่างกาย เช่น เบาหวาน
4. โรคทุกชนิดที่ไม่มีทางรักษา

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 2 โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส เช่น โปลิโอ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	71.37
เกาหลี	69.00
จีน-ฮ่องกง	78.96
จีน-มาเก๊า	76.07
จีน-ไทเป	69.38
ไทย	78.73

### คำถามที่ 3: แมรี มองตากู

ถ้าสัตว์หรือมนุษย์ป่วยจากการติดเชื้อแบคทีเรียและหายจากโรคแล้ว ปกติแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคนั้น จะไม่ทำให้สัตว์หรือมนุษย์ป่วยซ้ำอีก *เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น*

1. ร่างกายฆ่าแบคทีเรียทั้งหมดที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคชนิดเดียวกันนี้
2. ร่างกายสร้างสารต่อต้าน (แอนติบอดี) ซึ่งฆ่าแบคทีเรียชนิดนั้นก่อนที่จะเพิ่มจำนวน
3. เซลล์เม็ดเลือดแดงฆ่าแบคทีเรียทั้งหมดที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคชนิดเดียวกันนี้
4. เซลล์เม็ดเลือดแดงจับและกำจัดแบคทีเรียชนิดนี้ให้หมดไปจากร่างกาย

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 2. ร่างกายสร้างสารต่อต้าน (แอนติบอดี) ซึ่งฆ่าแบคทีเรียชนิดนั้นก่อนที่จะเพิ่มจำนวน

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ**

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์  
**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)  
**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ  
**สถานการณ์ :** สังคม  
**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

**ประเทศ % ตอบถูก**

ญี่ปุ่น	75.72
เกาหลี	63.10
จีน-ฮ่องกง	88.55
จีน-มาเก๊า	86.70
จีน-ไทเป	89.77
ไทย	58.99

**คำถามที่ 4: แมรี มองตากู**

จงให้เหตุผลหนึ่งข้อว่า ทำไมจึงแนะนำให้ฉีดวัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่โดยเฉพาะเด็กและคนแก่

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

**คะแนนเต็ม**

คำตอบอ้างอิงถึงเด็กและ/หรือคนแก่มีระบบภูมิคุ้มกันที่อ่อนแอกว่าคนอื่นหรือคำตอบในทำนองคล้ายๆ กัน

**ข้อสังเกตในการให้คะแนน:** เหตุผลที่ให้มาต้องอ้างอิงถึงเด็กหรือคนแก่โดยเฉพาะ

- ไม่ใช่คนโดยทั่วไป และคำตอบต้องชี้บอกโดยตรง หรือโดยนัยว่า คนเหล่านี้มีระบบภูมิคุ้มกันที่อ่อนแอกว่าคนอื่น
- ไม่ใช่ตอบกว้างๆ ว่า "อ่อนแอกว่า" เช่น
  - คนเหล่านี้มีความต้านทานต่อการเจ็บป่วยน้อย
  - เด็กและคนแก่ไม่สามารถต่อสู้กับเชื้อโรคได้ง่ายเหมือนคนอื่น
  - เขาเหล่านั้นมีแนวโน้มที่จะติดเชื้อไข้หวัดใหญ่ได้ง่าย
  - ถ้าพวกเขาได้รับเชื้อไข้หวัดใหญ่จะส่งผลกระทบรุนแรงในคนเหล่านี้
  - เพราะระบบต่าง ๆ ของร่างกายเด็กและคนแก่อ่อนแอกว่า
  - คนแก่ป่วยได้ง่ายกว่า

**ไม่มีคะแนน**

คำตอบอื่นๆ

- ดังนั้น เขาจึงไม่ติดเชื้อไข้หวัดใหญ่
- พวกเขาอ่อนแอกว่า
- พวกเขาต้องการความช่วยเหลือในการต่อสู้กับไข้หวัดใหญ่

**ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ**

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์  
**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)  
**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ  
**สถานการณ์ :** สังคม  
**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

**ประเทศ % ตอบถูก**

ญี่ปุ่น	84.38
เกาหลี	63.29
จีน-ฮ่องกง	87.44
จีน-มาเก๊า	84.46
จีน-ไทเป	86.82
ไทย	45.74

## ฝนกรด

รูปถ่ายข้างล่างนี้ เป็นรูปแกะสลักที่เรียกว่า แคริยาทิด ซึ่งถูกสร้างไว้ที่มหาวิหารอโครโพลิสในกรุงเอเธนส์เมื่อกว่า 2,500 ปีมาแล้ว รูปแกะสลักนี้ทำด้วยหินชนิดหนึ่งที่เรียกว่าหินอ่อน หินอ่อนประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต

ในปี ค.ศ.1980 รูปแกะสลักเดิมถูกย้ายมาอยู่ภายในพิพิธภัณฑสถานของอโครโพลิสและเอารูปสลักจำลองวางไว้แทนที่ เนื่องจากรูปแกะสลักเดิมถูกกัดกร่อนจากฝนกรด



### คำถามที่ 1: ฝนกรด

น้ำฝนปกติมีความเป็นกรดเล็กน้อย เพราะดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ส่วนฝนกรดมีความเป็นกรดมากกว่าฝนปกติ เพราะฝนกรดดูดซับก๊าซ เช่น ออกไซด์ของซัลเฟอร์และออกไซด์ของไนโตรเจนไว้ด้วย

*ออกไซด์ของซัลเฟอร์ และออกไซด์ของไนโตรเจนในอากาศมาจากไหน*

.....

.....

.....

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** กัยอันตราย

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น 54.43

เกาหลี 60.32

จีน-ฮ่องกง 72.53

จีน-มาเก๊า 56.39

จีน-ไทเป 69.28

ไทย 22.71

### คะแนนเต็ม

คำตอบใดคำตอบหนึ่ง เช่น ไอเสียรถยนต์ การปล่อยของเสียจากโรงงาน การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน และ ถ่านหิน ก๊าซจากภูเขาไฟ หรือสิ่งอื่นที่คล้ายคลึงกัน เช่น

- การเผาไหม้ของถ่านหินและก๊าซ
- ออกไซด์ในอากาศจากมลภาวะจากโรงงานและอุตสาหกรรม
- ภูเขาไฟ
- ไอเสียจากโรงไฟฟ้า [*“โรงไฟฟ้า” บักรวมโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล*]
- มันมาจากการเผาไหม้วัตถุที่ประกอบด้วยซัลเฟอร์และไนโตรเจน

### คะแนนบางส่วน

คำตอบบอกแหล่งของมลภาวะมีทั้งที่ไม่ถูกต้อง และที่ถูกต้อง เช่น

- เชื้อเพลิงฟอสซิล และโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ [*โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ไม่ใช่แหล่งของฝนกรด*]
- ออกไซด์ที่มาจากไอโซน ชั้นบรรยากาศ และอุกกาบาตที่ตกลงสู่โลก รวมทั้งการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล

หรือ คำตอบที่อ้างถึง “มลภาวะ” แต่ไม่ได้ชี้ถึงแหล่งของมลภาวะที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดฝนกรด เช่น

- มลภาวะ
- สิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป บรรยากาศที่เราอาศัยอยู่ เช่น มลภาวะ
- การเกิดก๊าซ มลภาวะ ไฟ บุหรี่  
[ความหมายของ “การเกิดก๊าซ” “ไฟ” ยังชัดเจนและเฉพาะเจาะจงไม่เพียงพอ คว้นบุหรี่ไม่ใช่สาเหตุหลักของฝนกรด]
- มลภาวะ เช่นจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

**ข้อสังเกตในการให้คะแนน:** คำตอบที่กล่าวถึงคำว่า “มลภาวะ” ก็พอที่จะถูกบางส่วน แต่ต้องตรวจดูตัวอย่างที่มากับคำตอบว่า จะถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ รวมทั้งคำตอบที่ไม่ได้กล่าวถึง “มลภาวะ” และ สาเหตุหลักของการเกิดฝนกรด เช่น

- พวกมันถูกปล่อยออกมาจากพลาสติก
- พวกมันเป็นส่วนประกอบของอากาศตามธรรมชาติ
- บุหรี่
- ก่าน และน้ำมัน [ยังเฉพาะเจาะจงไม่เพียงพอไม่ได้อ้างถึง การเผาไหม้]
- โรงไฟฟ้านิวเคลียร์
- ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม [ยังเฉพาะเจาะจงไม่เพียงพอ]

ผลของฝนกรดที่มีต่อหินอ่อน จำลองได้โดยใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน น้ำส้มสายชูและฝนกรดมีความเป็นกรดใกล้เคียงกัน เมื่อใส่เศษหินอ่อนลงในน้ำส้มสายชูจะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น เราสามารถชั่งน้ำหนักของหินอ่อนแห้งก่อนและหลังการทดลองได้

### คำถามที่ 3: ฝนกรด

หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ ก่อนใส่ลงในน้ำส้มสายชูมีมวล 2.0 กรัม

เมื่อใส่ลงในน้ำส้มสายชู ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน วันรุ่งขึ้นน้ำหนักหินชิ้นนั้นมาและทำให้แห้ง มวลของหินอ่อนที่แห้งแล้วควรเป็นเท่าใด

1. น้อยกว่า 2.0 กรัม
2. 2.0 กรัมเท่าเดิม
3. ระหว่าง 2.0 – 2.4 กรัม
4. มากกว่า 2.4 กรัม

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 1. น้อยกว่า 2.0 กรัม

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** กัยอันตราย

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	83.37
เกาหลี	83.62
จีน-ฮ่องกง	79.41
จีน-มาเก๊า	74.27
จีน-ไทเป	80.81
ไทย	57.39

#### คำถามที่ 4: ฝนกรด

นักเรียนที่ทำการทดลองข้างต้น ได้ทดลองใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ ลงในน้ำบริสุทธิ์ (น้ำกลั่น) และตั้งทิ้งไว้ค้างคืนเช่นกัน

จงอธิบายเหตุผลว่า ทำไมนักเรียนผู้นี้จึงทำการทดลองขั้นตอนนี้ด้วย

#### คะแนนเต็ม

เพื่อแสดงให้เห็นว่ากรด (น้ำส้มสายชู) เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเกิดปฏิกิริยา เช่น

- เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำฝนต้องมีความเป็นกรดเช่นเดียวกับฝนกรด จึงทำให้เกิดปฏิกิริยานี้
- เพื่อดูว่ามีสาเหตุอื่นในการเกิดรูพรุนบนเศษหินอ่อนหรือไม่
- เพราะมันแสดงว่าเศษหินอ่อนไม่ใช่จะทำปฏิกิริยากับของเหลวใดก็ได้ เนื่องจากน้ำเป็นกลาง

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- เพื่อแสดงให้เห็นว่าน้ำกลั่นไม่มีฤทธิ์เป็นกรด

#### คะแนนบางส่วน

มีการเปรียบเทียบกับกรทดลองระหว่างน้ำส้มสายชูกับหินอ่อน แต่ไม่มีการอธิบายให้ชัดเจนว่ากรด(น้ำส้มสายชู) จำเป็นสำหรับการเกิดปฏิกิริยา เช่น

- เปรียบเทียบกับหลอดทดลองอื่นเพื่อดูว่าเศษหินอ่อนมีการเปลี่ยนแปลงในน้ำบริสุทธิ์หรือไม่
- นักเรียนทำขั้นตอนนี้เพื่อแสดงว่าเกิดอะไรขึ้นเมื่อฝนตกลงบนหินอ่อนตามปกติ
- เพราะน้ำกลั่นไม่เป็นกรด
- เพื่อเป็นชุดควบคุม
- เพื่อดูความแตกต่างระหว่างน้ำธรรมดาและน้ำที่เป็นกรด (น้ำส้มสายชู)

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** กัยอันตราย

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	35.45
เกาหลี	35.55
จีน-ฮ่องกง	42.64
จีน-มาเก๊า	28.82
จีน-ไทเป	38.24
ไทย	23.60



## การออกกำลังกาย

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอแต่พอประมาณเป็นสิ่งที่ดีสำหรับสุขภาพ



### คำถามที่ 1: การออกกำลังกาย

ข้อดีของการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอคืออะไร

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อความ

ต่อไปนี้ข้อดีของการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอใช่หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
การออกกำลังกายช่วยป้องกันโรคหัวใจและโรคที่เกิดจากการไหลเวียนโลหิต	ใช่ / ไม่ใช่
การออกกำลังกายนำไปสู่การกินอาหารที่ดีต่อสุขภาพ	ใช่ / ไม่ใช่
การออกกำลังกายช่วยหลีกเลี่ยงการมีน้ำหนักมากเกินไป	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ถูกต้องสามข้อ: ใช่ ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงซ้อน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	37.76
เกาหลี	35.59
จีน-ฮ่องกง	74.36
จีน-มาเก๊า	55.05
จีน-ไทเป	35.11
ไทย	42.86

### คำถามที่ 3: การออกกำลังกาย

มีอะไรเกิดขึ้นเมื่อกกล้ามเนื้อได้ออกกำลังกาย

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อความ

สิ่งนี้เกิดขึ้นเมื่อกกล้ามเนื้อได้ออกกำลังกายใช่หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
กล้ามเนื้อมีเลือดไหลเวียนมากขึ้น	ใช่ / ไม่ใช่
ไขมันเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ถูกต้องสองข้อ: ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงซ้อน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	50.32
เกาหลี	42.83
จีน-ฮ่องกง	60.62
จีน-มาเก๊า	57.30
จีน-ไทเป	56.43
ไทย	12.31

## คำถามที่ 5: การออกกำลังกาย

ทำไมขณะที่กำลังออกกำลังกายจึงต้องหายใจแรงกว่าขณะที่กำลังพักผ่อน

.....

.....

.....

### คะแนนเต็ม

คำตอบที่หมายความว่าเพื่อกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีระดับเพิ่มขึ้น และให้ออกซิเจนมากขึ้นกับร่างกาย [ไม่ยอมรับคำตอบที่ใช้คำว่า "อากาศ" แทน "คาร์บอนไดออกไซด์" หรือ "ออกซิเจน"] เช่น

- เมื่อออกกำลังกาย ร่างกายต้องการออกซิเจนมากขึ้น และสร้างคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น การหายใจจึงเป็นเช่นนั้น
- การหายใจเร็วขึ้น ทำให้ได้รับออกซิเจนเข้าสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น และคาร์บอนไดออกไซด์ถูกกำจัดมากขึ้น

คำตอบที่หมายความว่าเพื่อกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีระดับเพิ่มขึ้น ออกจากร่างกาย หรือ เพื่อให้ออกซิเจนกับร่างกายมากขึ้น [หมายเหตุ: ไม่ยอมรับคำตอบที่ใช้คำว่า "อากาศ" แทน "คาร์บอนไดออกไซด์" หรือ "ออกซิเจน"] เช่น

- เพราะเราต้องกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ที่สร้างเพิ่มขึ้น
- เพราะกล้ามเนื้อต้องการออกซิเจน (นั่นคือ : ร่างกายของคุณต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นในขณะที่ออกกำลังกาย (ใช้กล้ามเนื้อ))
- เพราะการออกกำลังกายใช้ออกซิเจนหมดไป
- คุณหายใจแรงขึ้น เพราะคุณหายใจเอาออกซิเจนเข้าสู่ปอดเพิ่มขึ้น (ตอบได้ไม่ต้อยดี แต่ก็รู้ว่าร่างกายได้รับออกซิเจนเพิ่มขึ้น)
- เมื่อคุณใช้พลังงานมากขนาดนั้น ร่างกายของคุณต้องการอากาศเพิ่มขึ้น 2 หรือ 3 เท่า นอกจากนี้ยังต้องการกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ในร่างกายอีกด้วย (ประโยคหลังคือ คาร์บอนไดออกไซด์ส่วนเกินจะถูกกำจัดออกจากร่างกายของคุณ ก็ไม่ได้ขัดแย้งกับประโยคแรกแต่คำตอบเพียงประโยคแรกจะไม่ได้คะแนน)

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- อากาศเข้าสู่ปอดมากขึ้น
- เพราะกล้ามเนื้อใช้พลังงานมากขึ้น (ไม่เจาะจงพอ)
- เพราะหัวใจของคุณเต้นเร็วขึ้น
- ร่างกายของคุณต้องการออกซิเจน (ไม่ได้อ้างถึงความต้องการออกซิเจนที่เพิ่มขึ้น)

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : สุขภาพ

สถานการณ์ : ส่วนตัว

ลักษณะของข้อสอบ : สร้างคำตอบอิสระ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ญี่ปุ่น	50.32
เกาหลี	42.83
จีน-ฮ่องกง	60.62
จีน-มาเก๊า	57.30
จีน-ไทเป	56.43
ไทย	12.31

## แป้งขนมปัง

การทำแป้งขนมปัง คนที่ทำจะผสมแป้ง น้ำ เกลือ และยีสต์เข้าด้วยกัน หลังจากผสมแล้วจะเก็บแป้งไว้ในภาชนะหลายชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหมัก ในระหว่างหมักมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นในแป้ง โดยยีสต์ (เห็ดราเซลล์เดียว) ช่วยเปลี่ยนแป้งและน้ำตาลในแป้งให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์

### คำถามที่ 1: แป้งขนมปัง

การหมักทำให้แป้งขนมปังฟูขึ้น ทำไมแป้งขนมปังจึงฟูขึ้นได้

1. แป้งขนมปังฟูขึ้น เพราะแอลกอฮอล์ถูกสร้างขึ้นและเปลี่ยนเป็นก๊าซ
2. แป้งขนมปังฟูขึ้น เพราะยีสต์เกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน
3. แป้งขนมปังฟูขึ้น เพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกสร้างขึ้น
4. แป้งขนมปังฟูขึ้น เพราะการหมักทำให้น้ำกลายเป็นไอ

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 3. แป้งขนมปังฟูขึ้น เพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกสร้างขึ้น

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

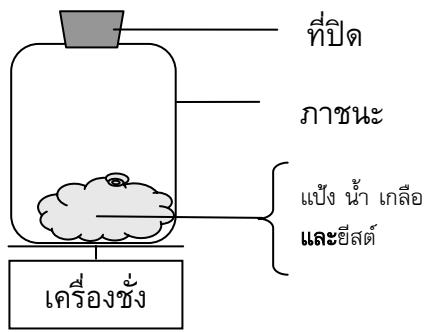
#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 27.78

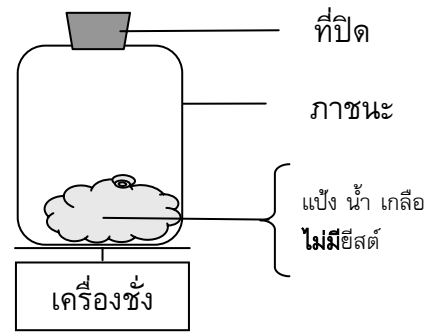
หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

ตอนเริ่มต้นการทดลองทั้งสองมีรูปร่างข้างล่าง และมีน้ำหนักเท่ากัน

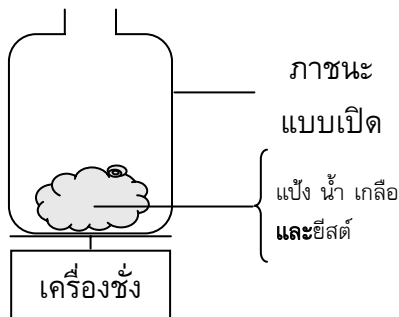
หลังจากผสมแป้งขนมปังแล้วสองถึงสามชั่วโมงคนทำขนมปังซึ่งแป้งและเห็นว่ามีน้ำหนักของแป้งลดลง



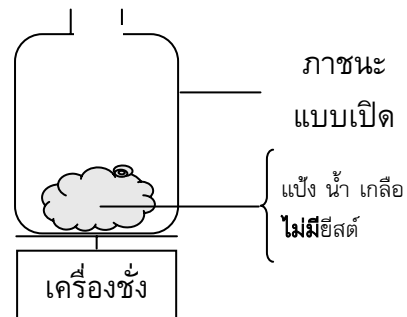
การทดลองที่ 1



การทดลองที่ 2



การทดลองที่ 3



การทดลองที่ 4

### คำถามที่ 2: แป้งขนมปัง

ถ้าต้องการทดสอบว่ายีสต์เป็นต้นเหตุให้น้ำหนักหายไปหรือไม่  
คนทำขนมปังควรทดสอบการทดลองใด

1. คนทำขนมปังควรเปรียบเทียบการทดลองที่ 1 และ 2
2. คนทำขนมปังควรเปรียบเทียบการทดลองที่ 1 และ 3
3. คนทำขนมปังควรเปรียบเทียบการทดลองที่ 2 และ 4
4. คนทำขนมปังควรเปรียบเทียบการทดลองที่ 3 และ 4

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 4. คนทำขนมปังควรเปรียบเทียบการทดลองที่ 3 และ 4

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ:** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้:** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้:** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์:** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ:** เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 19.66

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

### คำถามที่ 3: แป้งขนมปัง

ใบแป้งขนมปัง ยีสต์ช่วยให้แป้งและน้ำตาลในแป้งเปลี่ยนแปลง มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ซึ่งในระหว่างมีปฏิกิริยานั้นเกิดคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์

**คาร์บอนอะตอม**ในคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์มาจากไหน

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำอธิบาย

คำอธิบายหรืออธิบายได้ถูกต้องใช่หรือไม่ว่าคาร์บอนอะตอมมาจากไหน	ใช่ หรือ ไม่ใช่
คาร์บอนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำตาล	ใช่ / ไม่ใช่
คาร์บอนอะตอมบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลของเกลือ	ใช่ / ไม่ใช่
คาร์บอนอะตอมบางส่วนมาจากน้ำ	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ถูกทั้งสามข้อ: ใช่ ไม่ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงข้อ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 2.99

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

### คำถามที่ 4: แป้งขนมปัง

เมื่อแป้งขนมปังที่ฟูขึ้น(มีระดับสูงขึ้น) ถูกนำไปอบในตู้อบ ฟองอากาศและไอน้ำในแป้งขนมปังจะขยายตัว

ทำไมก๊าซและไอน้ำจึงขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

1. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำใหญ่ขึ้น
2. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำเคลื่อนที่เร็วขึ้น
3. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้น
4. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำมีการชนกันลดลง

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 2. โมเลกุลของก๊าซและไอน้ำเคลื่อนที่เร็วขึ้น

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

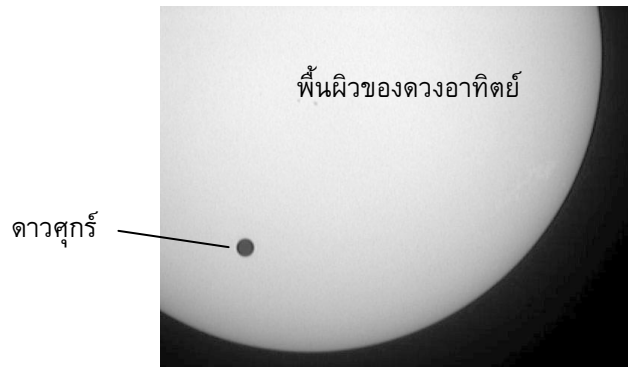
ไทย 19.40

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์

วันที่ 8 มิถุนายน ค.ศ. 2004 สามารถมองเห็นดาวศุกร์เคลื่อนที่ผ่านดวงอาทิตย์ได้ในหลายบริเวณของโลก เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “การเคลื่อนผ่าน” ของดาวศุกร์ และจะเกิดขึ้นเมื่อวงโคจรของดาวศุกร์มาอยู่ระหว่างดวงอาทิตย์และโลก การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์ครั้งที่แล้วเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1882 และมีการทำนายว่าครั้งต่อไปว่าจะเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 2012

รูปข้างล่าง แสดงถึงการเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์ในปี ค.ศ. 2004 โดยส่องกล้องโทรทรรศน์ไปที่ดวงอาทิตย์และฉายภาพลงบนกระดาษขาว



### คำถามที่ 1: การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์

ทำไมการสังเกตการเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์จึงต้องฉายภาพลงบนกระดาษขาว แทนที่จะมองผ่านกล้องโทรทรรศน์ด้วยตาเปล่าโดยตรง

1. แสงอาทิตย์สว่างมากเกินไปที่จะมองเห็นดาวศุกร์ได้
2. ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่กว่าจนมองเห็นได้โดยไม่ต้องขยาย
3. การมองดวงอาทิตย์ผ่านกล้องโทรทรรศน์อาจเป็นอันตรายต่อดวงตา
4. ต้องทำภาพให้เล็กลงด้วยการฉายลงบนกระดาษ

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 3. การมองดวงอาทิตย์ผ่านกล้องโทรทรรศน์อาจเป็นอันตรายต่อดวงตา

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ:** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้:** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้:** สุขภาพ

**สถานการณ์:** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ:** เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 48.71

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## คำถามที่ 2: การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์

เมื่อมองจากโลก สามารถมองเห็นการเคลื่อนผ่านดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์ดวงใดได้ในบางเวลา

1. ดาวพุธ
2. ดาวอังคาร
3. ดาวพฤหัสบดี
4. ดาวเสาร์

### คะแนนเต็ม

ข้อ 1. ดาวพุธ

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** โลกและอวกาศ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว / โลก

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 36.21

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## คำถามที่ 4: การเคลื่อนผ่านของดาวศุกร์

ข้อความต่อไปนี้ มีคำหลายคำในข้อความถูกขีดเส้นใต้ไว้

นักดาราศาสตร์ ทำนายว่าการมองจากดาวเนปจูน จะเห็นการเคลื่อนผ่านของดาวเสาร์ ผ่านดวงอาทิตย์ในช่วงปลายศตวรรษนี้

คำที่ขีดเส้นใต้สามคำใดที่เป็นคำที่มีประโยชน์ที่สุดในการค้นหาข้อสมมติจากอินเทอร์เน็ต หรือห้องสมุด เพื่อค้นหาว่าจะเกิดการเคลื่อนผ่านเมื่อใด

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

### คะแนนเต็ม

คำตอบประกอบด้วย การเคลื่อนผ่าน ดาวเนปจูน และ ดาวเสาร์เท่านั้น

- ดาวเสาร์ ดาวเนปจูน การเคลื่อนผ่าน

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น มี 4 คำ

- การเคลื่อนผ่าน ดาวเสาร์ ดวงอาทิตย์ ดาวเนปจูน
- นักดาราศาสตร์ การเคลื่อนผ่าน ดาวเสาร์ ดาวเนปจูน

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบแบบปิด

### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 36.21

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## พืชตัดแปลงพันธุกรรม

### ข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรมควรถูกห้าม

กลุ่มอนุรักษ์พันธุ์พืชและสัตว์ป่ากำลังเรียกร้องให้ยกเลิกข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรม (GM)

ข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรม ถูกออกแบบมาเพื่อไม่ให้ถูกทำลายโดยสารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพฆ่าข้าวโพดพันธุ์เดิมได้ สารฆ่าวัชพืชใหม่จะฆ่าวัชพืชเกือบทุกชนิดในไร่ข้าวโพด

นักอนุรักษ์บอกว่า เนื่องจากวัชพืชเป็นอาหารของสัตว์เล็กๆ โดยเฉพาะแมลง การใช้สารฆ่าวัชพืชใหม่กับข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรมจะเป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม แต่ผู้สนับสนุนการใช้ข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรมบอกว่า การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้แสดงว่าจะไม่เป็นเช่นนั้น

ต่อไปนี้เป็นรายละเอียดของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงในบทความข้างบน:

- มีการปลูกข้าวโพด 200 แปลงทั่วประเทศ
- แต่ละแปลงถูกแบ่งเป็นสองส่วน ครึ่งหนึ่งปลูกข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรม (GM) ที่ใช้สารฆ่าวัชพืชใหม่ ส่วนอีกครึ่งหนึ่งปลูกข้าวโพดพันธุ์เดิมที่ใช้สารฆ่าวัชพืชเดิม
- จำนวนแมลงที่พบในแปลงข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรมที่ใช้สารฆ่าวัชพืชใหม่มีจำนวนพอๆ กับแมลงแปลงที่ปลูกข้าวโพดพันธุ์เดิมที่ใช้สารฆ่าวัชพืชเดิม

### คำถามที่ 2: พืชตัดแปลงพันธุกรรม

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงข้างต้น มีปัจจัยใดที่ตั้งใจทำให้แตกต่างกัน

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละปัจจัย

การศึกษาตั้งใจทำให้ปัจจัยนี้แตกต่างกับหรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
จำนวนของแมลงในสิ่งแวดล้อม	ใช่ / ไม่ใช่
ชนิดของสารฆ่าวัชพืชที่ใช้	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม (ระดับ 2)

ถูกต้องสองข้อ: ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ:** การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้:** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้:** ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**สถานการณ์:** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ:** เลือกตอบเชิงข้อ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	75.04
เกาหลี	76.84
จีน-ฮ่องกง	61.85
จีน-มาเก๊า	54.75
จีน-ไทเป	65.87
ไทย	35.96



### คำถามที่ 3: พืชตัดแปลงพันธุกรรม

ข้าวโพดถูกปลูกในที่ต่าง ๆ 200 แปลงทั่วประเทศ เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงใช้พื้นที่ปลูกมากกว่าหนึ่งแห่ง

1. เพื่อเกษตรกรจำนวนมาก จะได้ลองปลูกข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรม
2. เพื่อดูว่าข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรมจะเจริญเติบโตได้มากเพียงใด
3. เพื่อให้ข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรมครอบคลุมพื้นที่ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
4. เพื่อให้มีสภาวะที่แตกต่างกันหลาย ๆ แบบในการเจริญเติบโตของข้าวโพด

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 4. เพื่อให้มีสภาวะที่แตกต่างกันหลาย ๆ แบบในการเจริญเติบโตของข้าวโพด

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : ขอบเขตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถานการณ์ : สังคม

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	78.37
เกาหลี	62.97
จีน-ฮ่องกง	64.20
จีน-มาเก๊า	55.90
จีน-ไทเป	70.64
ไทย	49.14

## ความเสี่ยงของสุขภาพ

สมมติว่า นักเรียนอาศัยอยู่ใกล้โรงงานเคมีขนาดใหญ่ที่ผลิตปุ๋ยสำหรับใช้ในการเกษตร เมื่อไม่กี่ปีมานี้มีคนจำนวนมากในละแวกนั้นป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง คนในท้องถิ่นเชื่อว่าอาการเหล่านี้เกิดจากควันพิษที่ปล่อยออกมาจากโรงงานปุ๋ยเคมีที่อยู่ใกล้เคียง

ชาวบ้านมาประชุมกันเพื่ออภิปรายถึงอันตรายที่น่าจะเกิดขึ้นจากโรงงานเคมี ต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาศัยในท้องถิ่น นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอข้อสรุปต่อที่ประชุมดังต่อไปนี้

### คำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานให้กับบริษัทเคมี

"เราได้ศึกษาความเป็นพิษต่อดินในบริเวณใกล้เคียง เราไม่พบหลักฐานที่แสดงถึงพิษของสารเคมีในตัวอย่างดินที่เราเก็บมา"

### คำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ห่วงใยชุมชนในท้องถิ่น

"เราได้ศึกษาผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจเรื้อรังหลายกรณีในท้องถิ่นเปรียบเทียบกับจำนวนกรณีในบริเวณที่ห่างออกไปจากโรงงานเคมี ปรากฏว่ามีการเจ็บป่วยมากกว่าในบริเวณที่อยู่ใกล้กับโรงงานเคมี"

### คำถามที่ 1: ความเสี่ยงของสุขภาพ

เจ้าของโรงงานเคมีใช้คำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานให้กับบริษัทเพื่อโต้แย้งว่า "การปล่อยควันจากโรงงานไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่อาศัยในท้องถิ่น"

จงให้เหตุผลหนึ่งข้อเพื่อแสดงความสงสัยว่านักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานให้กับบริษัทเข้าข้างเจ้าของบริษัท โดยใช้ข้อความที่ไม่เหมือนกับคำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ห่วงใยชุมชน

.....  
.....

#### คะแนนเต็ม

ให้เหตุผลที่แสดงความสงสัยว่านักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานให้กับบริษัทเข้าข้างเจ้าของบริษัท

เช่น

- สารที่ทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจบางที่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่รู้ว่าเป็นสารพิษ
- โรคทางเดินหายใจอาจเกิดจากสารเคมีที่อยู่ในอากาศ ไม่ใช่ในดิน
- สารพิษอาจเปลี่ยนหรือสลายตัวเมื่อเวลาผ่านไป และทำให้เห็นว่ามีสารพิษ
- เราไม่รู้ว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเป็นตัวแทนของพื้นที่นั้นได้จริงหรือไม่

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** กัยอันตราย

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 19.27

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

### คำถามที่ 3: ความเสี่ยงของสุขภาพ

นักวิทยาศาสตร์ที่ห้องโยชุมชน ได้เปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจเรื้อรังที่อาศัยอยู่ใกล้กับ  
โรงงานเคมีกับจำนวนผู้ป่วยที่อยู่ห่างจากโรงงาน

จงบอกถึงความแตกต่างของทั้งสองบริเวณที่เป็นไปได้หนึ่งประการที่ทำให้การเปรียบเทียบไม่  
สมเหตุสมผล

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

#### คะแนนเต็ม

คำตอบควรจะเน้นความแตกต่างที่เป็นไปได้ระหว่างสองบริเวณที่สำรวจตรวจสอบ  
เช่น

- จำนวนคนในสองบริเวณอาจแตกต่างกัน
- บริเวณหนึ่งอาจได้รับบริการการแพทย์ดีกว่าอีกบริเวณหนึ่ง
- สภาพอากาศอาจไม่เหมือนกัน
- อาจมีจำนวนคนแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ
- อาจเป็นมลภาวะทางอากาศอื่น ๆ ในบริเวณอื่น

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การระบุคำถามเชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** การสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** กัยอันตราย

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

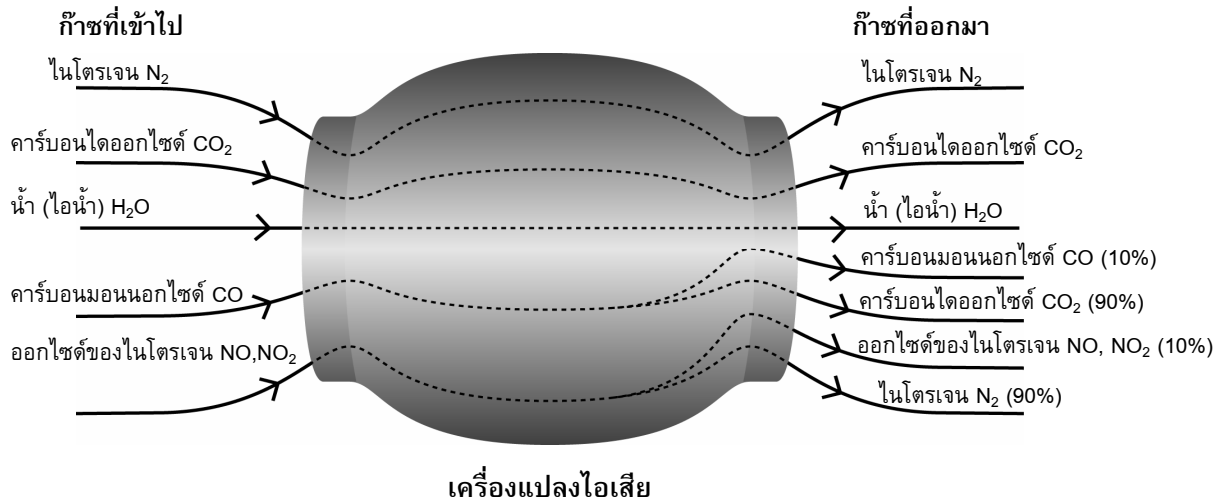
ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 18.43

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

## เครื่องแปลงไอเสีย

รถยนต์รุ่นใหม่ส่วนใหญ่ได้ติดตั้งเครื่องแปลงไอเสีย ซึ่งทำให้ไอเสียของรถยนต์เป็นอันตรายต่อคนและสิ่งแวดล้อมน้อยลง ประมาณ 90% ของก๊าซอันตรายถูกแปลงเป็นก๊าซที่มีอันตรายน้อยลง  
ต่อไปนี้เป็นก๊าซบางชนิดที่เข้าไปในเครื่องแปลงและออกมาจากเครื่อง



### คำถามที่ 1: เครื่องแปลงไอเสีย

จงใช้ข้อมูลจากแผนผังข้างบน เพื่อยกตัวอย่างว่าเครื่องแปลงไอเสียทำให้ไอจากท่อไอเสียเป็นอันตรายน้อยลงได้อย่างไร

.....

.....

.....

#### คะแนนเต็ม

คำตอบกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนมอนอกไซด์หรือไนโตรเจนออกไซด์ไปเป็นสารอื่นๆ เช่น

- คาร์บอนมอนอกไซด์ถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์
- ไนโตรเจนออกไซด์ถูกเปลี่ยนเป็นไนโตรเจน
- คาร์บอนมอนอกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ที่เป็นพิษถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจนที่เป็นพิษน้อยลง

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- ก๊าซเป็นพิษน้อยลง

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์  
**ความรู้ :** ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)  
/ การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)  
**การใช้ความรู้ :** สิ่งแวดล้อม  
**สถานการณ์ :** สังคม  
**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	17.11

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

## คำถามที่ 2: เครื่องแปลงไอเสีย

จงอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับ **อะตอม** และ **โมเลกุล** ในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับก๊าซ  
ในเครื่องแปลงไอเสีย

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

### คะแนนเต็ม

คำตอบแสดงถึงแนวคิดที่สำคัญว่าอะตอมถูกจัดใหม่เพื่อให้เกิดเป็นโมเลกุลที่แตกต่างจากเดิม โดยใช้**ทั้ง**คำว่าจะตอมและ  
โมเลกุล เช่น

- โมเลกุลแตกออกและอะตอมถูกรวมกันใหม่เกิดเป็นโมเลกุลที่แตกต่างจากเดิม
- อะตอมจัดเรียงตัวใหม่ทำให้ได้โมเลกุลที่แตกต่างจากเดิม

### คะแนนบางส่วน

ระบุแนวคิดที่สำคัญว่ามีการจัดใหม่ แต่ไม่ได้กล่าวถึงทั้งอะตอมและโมเลกุล **หรือ** ไม่ได้อธิบายชัดเจนเพียงพอระหว่าง  
บทบาทของอะตอมและโมเลกุล เช่น

- อะตอมจัดเรียงตัวใหม่ทำให้เกิดสารที่แตกต่างกัน
- โมเลกุลเปลี่ยนไปเป็นโมเลกุลอื่นๆ

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ รวมทั้งที่ไม่ได้กล่าวมากไปกว่าที่โจทย์ให้มา เช่น

- คาร์บอนไดออกไซด์ถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์  
**ความรู้ :** ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)  
**การใช้ความรู้ :** สิ่งแวดล้อม  
**สถานการณ์ :** สังคม  
**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	3.54

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

#### คำถามที่ 4: เครื่องแปลงไอเสีย

ตรวจสอบดูก๊าซที่ปล่อยออกมาจากเครื่องแปลงไอเสีย วิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ที่ทำเครื่องแปลงไอเสียเพื่อให้ผลิตก๊าซที่เป็นอันตรายน้อยลงยังมีปัญหาที่ต้องแก้ไข ปัญหาหนึ่งนั้นคืออะไร

.....  
.....

#### คะแนนเต็ม

คำตอบที่ขอรับได้ควรเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงเพื่อกำจัดก๊าซที่เป็นพิษ (คาร์บอนมอนนอกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์) หรือ กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซที่ปล่อยสู่บรรยากาศ เช่น

- คาร์บอนมอนนอกไซด์ไม่ถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด
- การเปลี่ยนแปลงไม่เพียงพอที่จะเปลี่ยนไนโตรเจนออกไซด์เป็นไนโตรเจน
- การปรับปรุงร้อยละของคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่เปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และร้อยละของไนโตรเจนออกไซด์ที่เปลี่ยนเป็นไนโตรเจน
- คาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาควรถูกตรวจจับและไม่ยอมให้ปล่อยสู่บรรยากาศ
- การเปลี่ยนแปลงที่สมบูรณ์ขึ้นของก๊าซที่เป็นพิษให้เป็นพิษน้อยลง

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางกายภาพ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สิ่งแวดล้อม

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	38.05

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

## การผ่าตัดใหญ่

การผ่าตัดใหญ่ที่ทำในห้องผ่าตัดที่ติดตั้งเครื่องมือผ่าตัดพิเศษเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการรักษาโรคหลายโรค ในขณะที่ผ่าตัดใหญ่คนไข้ถูกวางยาสลบจึงไม่รู้เจ็บปวด ยาสลบมักถูกใช้ในรูปของก๊าซผ่านหน้ากากที่ครอบจมูกและปาก



### คำถามที่ 1: การผ่าตัดใหญ่

ระบบร่างกายของมนุษย์ต่อไปนี้จะเกี่ยวข้องกับการทำงานของก๊าซยาสลบหรือไม่  
จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละระบบ

ระบบนี้เกี่ยวข้องกับการทำงานของ ก๊าซยาสลบหรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
ระบบย่อยอาหาร	ใช่ / ไม่ใช่
ระบบประสาท	ใช่ / ไม่ใช่
ระบบหายใจ	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ถูกต้องสามข้อ: ไม่ใช่ ใช่ ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** ส่วนตัว/สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบเชิงซ้อน

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 25.95

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

## คำถามที่ 2: การผ่าตัดใหญ่

จงอธิบายว่าทำไมเครื่องมือผ่าตัดที่ใช้ในห้องผ่าตัดจึงต้องทำให้ปลอดเชื้อ

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

### คะแนนเต็ม

นักเรียนกล่าวถึงทั้งความจำเป็นที่ต้องให้แน่ใจว่าไม่มีแบคทีเรีย/เชื้อโรคบนเครื่องมือ และ เพื่อหยุดการกระจายของเชื้อโรค เช่น

- เพื่อหยุดแบคทีเรียไม่ให้เข้าไปในร่างกายของผู้ป่วยอื่นที่เข้ามารับการผ่าตัด

### คะแนนบางส่วน

นักเรียนกล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องให้แน่ใจว่าไม่มีแบคทีเรีย แต่ ไม่กล่าวถึงว่าเป็นการหยุดการกระจายของเชื้อโรค เช่น

- เพื่อฆ่าเชื้อโรคบนเครื่องมือ

หรือ

นักเรียนกล่าวถึงการหยุดการกระจายของเชื้อโรค แต่ ไม่กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องให้แน่ใจว่าไม่มีแบคทีเรียบนเครื่องมือ เช่น

- เพื่อไม่ให้ผู้ป่วยติดเชื้อ

### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ เช่น

- เพื่อรักษาความสะอาด
- เพราะเครื่องมือผ่านทางแผลผ่าตัดในระหว่างการผ่าตัด

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** สุขภาพ

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	16.33

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น



### คำถามที่ 3: การผ่าตัดใหญ่

ผู้ป่วยอาจไม่สามารถกินและดื่มหลังการผ่าตัด ดังนั้นจึงให้อาหารโดยการหยด (น้ำเกลือ) ที่ประกอบด้วย น้ำ น้ำตาล และเกลือแร่ บางครั้งยาปฏิชีวนะและยานอนหลับถูกเติมเข้าไปด้วย

ทำไมน้ำตาลที่เติมเข้าไปในน้ำเกลือ จึงมีความสำคัญสำหรับผู้ป่วยหลังผ่าตัด

1. เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียน้ำ
2. เพื่อควบคุมการเจ็บปวดหลังผ่าตัด
3. เพื่อรักษาการติดเชื้อหลังผ่าตัด
4. เพื่อให้อาหารที่จำเป็น

*คะแนนเต็ม*

ข้อ 4. เพื่อให้อาหารที่จำเป็น

*ไม่มีคะแนน*

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ:** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้:** ระบบการดำรงชีวิต (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้:** สุขภาพ

**สถานการณ์:** ส่วนตัว/สังคม

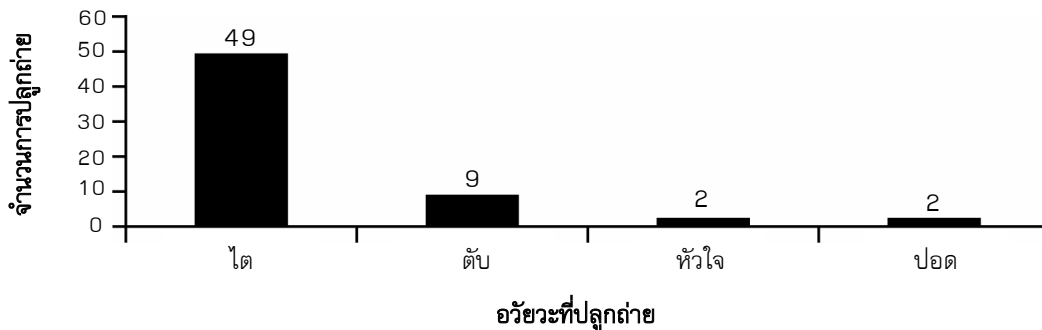
**ลักษณะของข้อสอบ:** เลือกตอบ

ประเทศ	% ตอบถูก
--------	----------

ไทย	55.30
-----	-------

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

การปลูกถ่ายอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัดใหญ่เป็นเรื่องธรรมดามากขึ้นเรื่อยๆ  
กราฟข้างล่างแสดงจำนวนของการปลูกถ่ายที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในช่วงปี 2003



#### คำถามที่ 4: การผ่าตัดใหญ่

ข้อสรุปต่อไปนี้สามารถสรุปจากกราฟข้างบนได้หรือไม่  
จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อสรุป

ข้อสรุปนี้สามารถสรุปจากกราฟได้หรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
ถ้าปอดได้รับการปลูกถ่าย หัวใจต้องปลูกถ่ายด้วย	ใช่ / ไม่ใช่
ไตเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดในร่างกายมนุษย์	ใช่ / ไม่ใช่
ผู้ป่วยส่วนใหญ่ที่ปลูกถ่ายอวัยวะเป็นผู้ป่วยโรคไต	ใช่ / ไม่ใช่

#### คะแนนเต็ม

ตอบถูกทั้งสามข้อ: ไม่ใช่ ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ:** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้:** การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์  
(ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้:** สุขภาพ

**สถานการณ์:** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ:** เลือกตอบเชิงซ้อน

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 9.62

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะ  
การทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูล  
ของประเทศอื่น

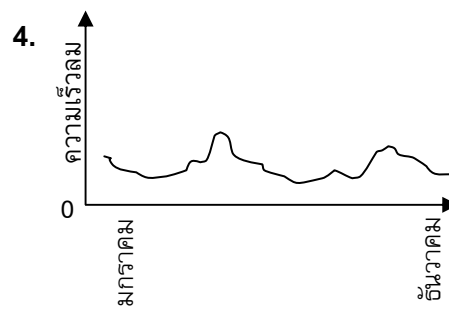
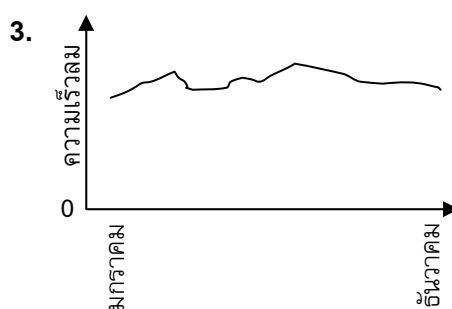
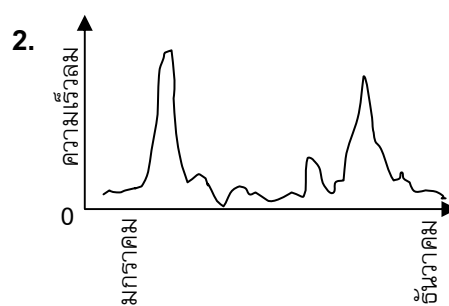
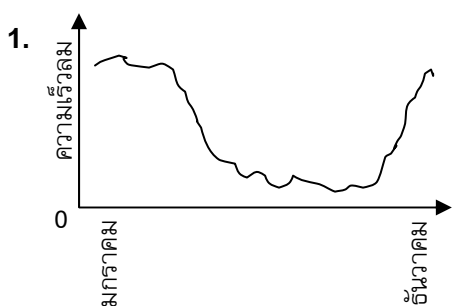
## การผลิตพลังงานจากลม

คนจำนวนมากเชื่อว่าลมสามารถเป็นแหล่งของพลังงานทดแทนน้ำมันและถ่านหินซึ่งเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าในรูปกังหันลมที่ใช้ลมหมุนใบพัด การหมุนนี้ทำให้พลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ถูกหมุนด้วยกังหันลม



### คำถามที่ 1: การผลิตพลังงานจากลม

กราฟข้างล่างนี้ แสดงความเร็วลมเฉลี่ยตลอดปีในสี่บริเวณต่างกัน กราฟในข้อใดซับซ้อนบริเวณที่เหมาะสมในการตั้งเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลม



#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบทางเทคโนโลยี (ความรู้วิทยาศาสตร์) / การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ทรัพยากรธรรมชาติ

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** เลือกตอบ

คะแนนเต็ม

ข้อ 3

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น ๆ

ประเทศ	% ตอบถูก
ไทย	56.18

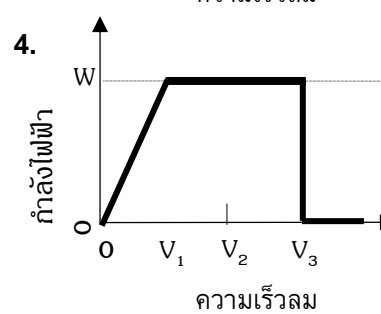
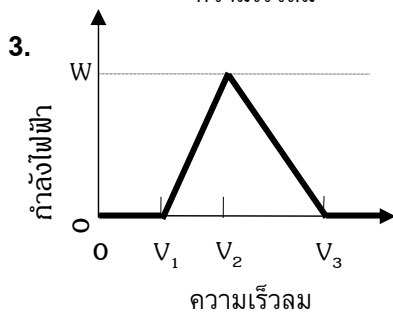
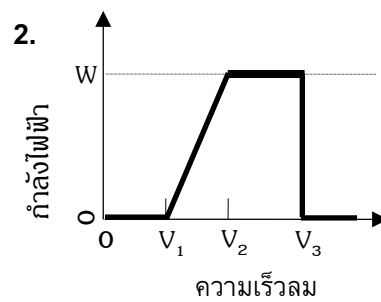
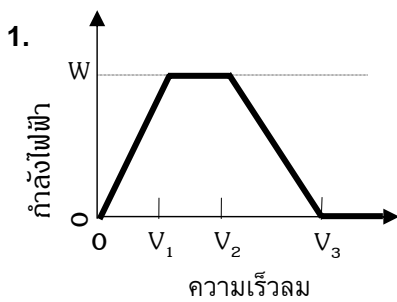
หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

ยิ่งลมแรง ใบพัดของกังหันลมยิ่งหมุนเร็วและยิ่งได้ไฟฟ้ามาก อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับกำลังไฟฟ้าไม่ได้เป็นเช่นนั้นตรงๆ ในการผลิตจริง ข้างล่างนี้เป็นภาวะของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในเครื่องผลิตจริงๆ

- ใบพัดจะเริ่มหมุนเมื่อความเร็วลมเป็น  $V_1$
- กำลังไฟฟ้าที่ได้จะสูงสุด ( $W$ ) เมื่อความเร็วลมเท่ากับ  $V_2$
- ด้วยเหตุผลของความปลอดภัยจะทำให้ใบพัดจะไม่หมุนเร็วขึ้นเมื่อความเร็วลมสูงกว่า  $V_2$
- ใบพัดจะหยุดหมุนเมื่อความเร็วลมถึง  $V_3$

### คำถามที่ 2: การผลิตพลังงานจากลม

กราฟในข้อใดต่อไปนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและกำลังไฟฟ้าที่ได้ออกมาภายใต้ภาวะดังกล่าวได้ดีที่สุด



#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ:** การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

**ความรู้:** การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้:** ทรัพยากรธรรมชาติ

**สถานการณ์:** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ:** เลือกตอบ

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 2

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่นๆ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 24.16

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

### คำถามที่ 3: การผลิตพลังงานจากลม

ในความเร็วลมเท่ากัน ที่ระดับความสูงยิ่งเพิ่มขึ้นกังหันลมจะยิ่งหมุนช้าลง

ข้อใดต่อไปนี้เป็นเหตุผลที่ดีที่สุดที่อธิบายว่า ทำไมใบพัดของกังหันลมจึงหมุนช้าลงเมื่ออยู่ในที่สูงขึ้น เมื่อความเร็วลมเท่ากัน

1. อากาศหนาแน่นน้อยลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น
2. อุณหภูมิลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น
3. แรงโน้มถ่วงลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น
4. ฝนตกบ่อยขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น

#### คะแนนเต็ม

ข้อ 1. อากาศหนาแน่นน้อยลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น

#### ไม่มีคะแนน

คำตอบอื่น ๆ

#### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้ : โลกและอวกาศ (ความรู้วิทยาศาสตร์)

การใช้ความรู้ : ทรัพยากรธรรมชาติ

สถานการณ์ : สังคม

ลักษณะของข้อสอบ : เลือกตอบ

#### ประเทศ % ตอบถูก

ไทย 40.17

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น

### คำถามที่ 4: การผลิตพลังงานจากลม

จงบอกถึงข้อดีและข้อเสียอย่างละ 1 ข้อของการใช้ลมผลิตไฟฟ้า เปรียบเทียบกับใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหินและน้ำมัน

ข้อดี .....

ข้อเสีย.....

#### คะแนนเต็ม

อธิบายทั้งข้อดีและข้อเสียอย่างละหนึ่งข้อในเรื่องของพลังงานลมอย่างชัดเจนและถูกต้อง

[ข้อดี] เช่น

- ไม่ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>)
- ไม่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล
- แหล่งลมจะไม่ถูกใช้หมดไป
- หลังจากติดตั้งเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังลม ต้นทุนของการผลิตกระแสไฟฟ้าถูก
- ไม่มีของเสียและ/หรือสารพิษที่จะปล่อยออกมา
- ใช้แรงตามธรรมชาติหรือพลังงานสะอาด

[ข้อเสีย] เช่น

- การผลิตตามความต้องการเป็นไปไม่ได้ (เพราะว่าความเร็วลมไม่สามารถควบคุมได้)
- บริเวณที่ดีสำหรับกังหันลมมีจำกัด
- กังหันลมสามารถถูกทำให้เสียหายได้เมื่อมีลมที่แรงมาก
- ปริมาณของพลังงานที่ผลิตได้จากกังหันลมแต่ละอันค่อนข้างน้อย
- ในบางกรณีลมภาวะทางเสียงเกิดขึ้น
- ในบางกรณีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (เช่น คลื่นโทรทัศน์) สามารถถูกรบกวนได้
- บางครั้งนกถูกฆ่าเมื่อกบินไปชนกับใบพัดที่หมุน
- ทัศนียภาพทางธรรมชาติถูกเปลี่ยนแปลง
- การติดตั้งและบำรุงรักษามีราคาแพง

## คะแนนบางส่วน

อธิบายข้อดีหรือข้อเสียได้ถูกต้องเพียงอย่างเดียว (ดังแสดงในตัวอย่างคะแนนเต็ม) แต่ไม่ได้อธิบายทุกทั้งคู่

## ไม่มีคะแนน

คำตอบที่อธิบายข้อดีหรือข้อเสียไม่ถูกต้อง

- ดีสำหรับสิ่งแวดล้อมหรือธรรมชาติ (คำตอบนี้เป็นข้อความที่มีความหมายทั่ว ๆ ไป)
- ไม่ดีสำหรับสิ่งแวดล้อมหรือธรรมชาติ
- การสร้างเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมมีต้นทุนน้อยกว่าสร้างโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิล (ไม่สนใจข้อเท็จจริงที่ว่าต้องใช้เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมจำนวนมาก จึงจะผลิตพลังงานได้ปริมาณเท่ากับที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิล)

### ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

**สมรรถนะ :** การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

**ความรู้ :** ระบบเทคโนโลยี (ความรู้วิทยาศาสตร์)

**การใช้ความรู้ :** ทักษะการธรรมชาติ

**สถานการณ์ :** สังคม

**ลักษณะของข้อสอบ :** สร้างคำตอบอิสระ

ประเทศ	% ตอบถูก
--------	----------

ไทย	38.20
-----	-------

หมายเหตุ: เป็นข้อสอบที่ใช้เฉพาะการทดลองภาคสนามจึงไม่มีข้อมูลของประเทศอื่น



## ส่วนที่ 2 : กรอบโครงสร้างการประเมินผล วิทยาศาสตร์ของ TIMSS

การประเมินผลของ TIMSS มีจุดสำคัญแตกต่างจากการประเมินผลของ PISA ในขณะที่ PISA ประเมินเชิงอนาคตซึ่งเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงในอนาคต แต่การประเมินผลของ TIMSS ประเมินสถานการณ์การเรียนรู้ปัจจุบัน ซึ่งเน้นความชัดเจนกับการเรียนการสอนในโรงเรียนตามหลักสูตรปัจจุบันที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่ กรอบโครงสร้างการประเมินผลของ TIMSS จำกัดการประเมินไว้สองด้าน คือ การประเมินเชิงสาระเนื้อหา (Content domain) และเชิงการคิดหรือการใช้สติปัญญา (Cognitive domain) นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) แต่ไม่ได้แยกออกมาประเมินโดยเฉพาะ แต่จะครอบคลุมอยู่ในทุกๆ สาขาที่มีการประเมิน

### สาระเนื้อหาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นปีที่ 8

การประเมินผลด้านสาระเนื้อหาวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นปีที่ 8 ของ TIMSS 2003 นิยามว่าประกอบด้วยสี่สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก โดยมีน้ำหนักของสาระต่างๆ ประกอบในกรอบการประเมินผลเป็นดังนี้

- วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต 35%
- เคมี 25%
- ฟิสิกส์ 25%
- วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก 20%

### วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต/ชีววิทยา

วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิตหรือชีววิทยา ประกอบด้วยความรู้ความเข้าใจในเรื่องโครงสร้าง กระบวนการของชีวิต ความหลากหลาย และการพึ่งพากันของสิ่งมีชีวิต ดังนี้

- ลักษณะ การจำแนก และกระบวนการของชีวิต
- เซลล์ และหน้าที่ของเซลล์
- วงชีวิต การขยายพันธุ์ และกรรมพันธุ์



- ระบบนิเวศ
- สุขภาพของมนุษย์

TIMSS คาดหวังว่านักเรียนชั้นปีที่ 8 สามารถบอกนิยามของลักษณะของหมวดหมู่ใหญ่ของสิ่งมีชีวิต และจัดจำแนกหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตตามลักษณะดังกล่าว สามารถบอกถึงตำแหน่งอวัยวะสำคัญต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตและสามารถเชื่อมโยงโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะและระบบของอวัยวะกับพื้นฐานทางชีววิทยา

นักเรียนควรจะมีเข้าใจเบื้องต้นในเรื่องเซลล์และหน้าที่ของเซลล์ โดยดูจากความสามารถของนักเรียนที่จะบรรยายส่วนประกอบของเซลล์ โครงสร้างของเซลล์ และเชื่อมโยงกับหน้าที่ของเซลล์ และควรจะสามารถบรรยายกระบวนการทางชีววิทยาบางกระบวนการ เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจ ซึ่งเป็นกระบวนการพื้นฐานของการมีชีวิต

นักเรียนควรจะสามารถแยกแยะระหว่างการเจริญเติบโตและพัฒนาการในสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ นอกจากนี้ นักเรียนควรจะสามารถเปรียบเทียบระหว่างการสืบพันธุ์แบบมีเพศและไม่มีเพศในทางชีววิทยาระดับเซลล์ รวมทั้งแนวคิดเรื่องกรรมพันธุ์ที่ส่งผ่านวัตถุทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปยังลูกหลาน

นอกจากนี้ นักเรียนชั้นปีที่ 8 ยังถูกคาดหวังว่าควรจะมีเข้าใจระดับหนึ่งในเรื่องของความหลากหลาย การปรับตัว การคัดเลือกตามธรรมชาติ ระหว่างสิ่งมีชีวิต ควรจะรู้จักสิ่งมีชีวิตยุคปัจจุบันในเชิงความคล้ายคลึงกันของลักษณะและการขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกัน และนักเรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงความหลากหลายของลักษณะกับการมีชีวิตรอด หรือการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง นักเรียนถูกคาดหวังว่าควรจะมีรู้จักพิจารณา หลักฐานที่แสดงถึงประวัติการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของชีวิตบนโลกจากการเปรียบเทียบสิ่งมีชีวิตปัจจุบันกับซากฟอสซิล

ในระบบนิเวศ นักเรียนต้องเข้าใจความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ในชั้นปีที่ 8 นักเรียนควรจะมีแสดงถึงความเข้าใจระดับเริ่ม ในเรื่องของสิ่งมีชีวิตที่ต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างประชากรสิ่งมีชีวิต เพื่อรักษาสมดุลในระบบนิเวศ รัฐบาลของสิ่งมีชีวิตในวงจรของวัตถุ และคาดการณ์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศที่สำคัญต้องรู้ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

TIMSS คาดหวังให้นักเรียน แสดงว่ามีความรู้เรื่องสุขภาพ โภชนาการ และโรคภัยไข้เจ็บ ควรจะรู้สาเหตุของโรค สามารถสื่อสารเรื่องการติดต่อของโรค และรู้เรื่องความสำคัญของระบบภูมิคุ้มกัน และสามารถบรรยายบทบาทของสารอาหารเฉพาะอย่างในการทำหน้าที่ของร่างกายคน

## เคมี

ในสาระเคมีจะประเมินความเข้าใจของนักเรียนในแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อต่อไปนี้

- การจำแนก และองค์ประกอบของสสาร
- สมบัติของสสาร
- การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

นักเรียนชั้นปีที่ 8 ควรสามารถจำแนกสารบนพื้นฐานของสมบัติทางกายภาพ และรู้ว่าสามารถจัดกลุ่มสารตามสมบัติที่คล้ายกันทั้งทางกายภาพและทางเคมี สามารถแยกแยะระหว่างธาตุ สารประกอบ และของผสม โดยมองในแง่ขององค์ประกอบ และนักเรียนควรมีความเข้าใจเบื้องต้นในเรื่องของโครงสร้างเชิงอนุภาคของสารในแง่ของอะตอมและโมเลกุล

นักเรียนควรมีความเข้าใจชัดเจนถึงเรื่องสมบัติของสสาร ควรจะสามารถบรรยายวิธีการแยกของผสมโดยอาศัยสมบัติทางกายภาพ สามารถให้นิยามสารละลาย และสามารถระบุปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร นักเรียนถูกคาดหวังให้แสดงว่ามีความรู้ถึงสมบัติบางประการของโลหะและการใช้ประโยชน์สามารถเปรียบเทียบสมบัติของกรดและเบส

ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี นักเรียนถูกคาดหวังว่าต้องรู้ความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี แสดงว่ามีความรู้พื้นฐานของการอนุรักษ์ของสสารในระหว่างการเปลี่ยนแปลง รู้ว่าต้องมีออกซิเจนในการเกิดสนิม การเผาไหม้ และการเกิดปฏิกิริยาแบบเดียวกันในสารที่นักเรียนรู้จักคุ้นเคย นอกจากนี้ นักเรียนควรจะสามารถระบุบอกถึงปฏิกิริยาเคมีที่ดูดกลืนหรือคายความร้อนออก

## ฟิสิกส์

ประเมินความเข้าใจในแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน และกระบวนการทางกายภาพ ในสาระต่อไปนี้

- สถานะทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงของสาร
- การเปลี่ยนแปลงพลังงาน ความร้อน และอุณหภูมิต
- แสง
- เสียง
- ไฟฟ้า และแม่เหล็ก
- แรงและการเคลื่อนที่

นักเรียนควรจะสามารถบรรยายกระบวนการที่เกี่ยวข้องในการเปลี่ยนสถานะ และเริ่มที่จะเชื่อมโยงความเข้าใจเรื่องของสถานะเข้ากับเรื่องของระยะทางระหว่างอนุภาคและการเคลื่อนที่ในหมู่ของอนุภาค นักเรียนควรแสดงความเข้าใจว่ามวลของสารไม่สูญหายไปในช่วงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ในชั้นปีที่ 8 มีการประเมินแนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปพลังงาน ความร้อน และอุณหภูมิ นักเรียนถูกคาดหวังให้สามารถระบุพลังงานรูปต่างๆ บรรยายการเปลี่ยนรูปพลังงานแบบไม่ซับซ้อน และใช้หลักการอนุรักษ์พลังงานในสถานการณ์ภาคปฏิบัติ และคาดหวังให้นักเรียนรู้จักความร้อนในรูปแบบของการถ่ายเทพลังงาน และสามารถเชื่อมโยงเรื่องอุณหภูมิกับเรื่องของการเคลื่อนที่หรือความเร็วของอนุภาค

นักเรียนถูกคาดหวังให้รู้จักสมบัติพื้นฐานของแสง และการปะทะสัมพันธ์ของแสงกับวัตถุ สามารถใช้ออปติกเชิงเรขาคณิตในการแก้ปัญหาภาคปฏิบัติ สามารถเชื่อมโยงลักษณะที่ปรากฏและสีของวัตถุกับสมบัติของแสง และคาดหวังให้รู้จักลักษณะและสมบัติบางประการของเสียง

ในขอบเขตของไฟฟ้าและแม่เหล็ก มีการประเมินความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องไฟฟ้าซึ่งครอบคลุมการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร แผนผังวงจรแบบที่ไม่ซับซ้อน และความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับค่าความต่างศักย์ในวงจร นอกจากนี้ยังคาดหวังให้นักเรียนสามารถบอกสมบัติและแรงของแม่เหล็ก ลักษณะเด่นและการใช้ประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้า

## วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก

วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก (Earth science) เกี่ยวข้องกับการศึกษาเรื่องราวของโลกและตำแหน่งของโลกในจักรวาล หัวข้อที่ครอบคลุมรวมทั้ง เรื่องของดิน หิน น้ำ มหาสมุทร และดาราศาสตร์ โดยนำมาเชื่อมโยงกับสิ่งมีชีวิต เคมี และฟิสิกส์ แม้ว่าทุกประเทศจะไม่มีกรอบการศึกษาวิทยาศาสตร์โลกในหลักสูตรระดับชั้นปีที่ 8 แต่ก็คาดหวังว่าความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก มีการสอนอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์และถือว่าเรื่องราวของโลกเป็นเรื่องสำคัญที่นักเรียนที่เรียนถึงชั้นปีที่ 8 ควรได้เรียนรู้ถึงเรื่องของดาวเคราะห์ดวงที่พวกเขาอาศัยอยู่ หัวข้อที่ครอบคลุม ได้แก่

- โครงสร้าง และคุณลักษณะทางกายภาพของโลก
- กระบวนการของเปลือกโลก
- ทรัพยากร การใช้ และการอนุรักษ์
- โลกในระบบสุริยะ และในจักรวาล

นักเรียนควรมีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างและลักษณะทางกายภาพของโลก นักเรียนควรแสดงว่ามีความรู้โครงสร้างและลักษณะทางกายภาพของเปลือกโลก ผิวโลก และแกนของโลก สามารถบอกลักษณะการกระจายของน้ำบนโลก และสถานะทางกายภาพ ส่วนประกอบ และการเคลื่อนที่ของน้ำในโลก นักเรียนควรมีความคุ้นเคยกับข้อมูลด้านปริมาณ (เปรียบเทียบ) องค์ประกอบของอากาศ และการเปลี่ยนแปลงในบรรยากาศของโลกในระดับความสูงต่างๆ กัน

ในขอบเขตของกระบวนการของโลก วัฏจักร และประวัติของโลก คาดหวังให้นักเรียนบรรยายบนพื้นฐานของแบบรูป และวัฏจักร โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนควรสามารถเขียนคำบรรยายได้ หรือเขียนแผนผังเกี่ยวกับวัฏจักรของหิน และน้ำ คาดหวังว่านักเรียนสามารถตีความ แปลความ และใช้ข้อมูลจากแผนที่เกี่ยวกับอากาศ ทั้งปัจจัยในท้องถิ่นและสากล และจำแนกความแตกต่างของอากาศประจำวัน และดินฟ้าอากาศทั่วไปในท้องถิ่นต่างๆ ของโลก นักเรียนยังถูกคาดหวังให้รู้สึกถึงเรื่องความยาวนานของกาลเวลา และบอกถึงกระบวนการทางกายภาพและเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นบนโลกนับล้านๆ ปีมาแล้ว

นักเรียนควรมีความสามารถแสดงความรู้เรื่องทรัพยากรของโลก การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ทรัพยากร โดยให้ตัวอย่างของแหล่งทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป และแหล่งที่ใช้หมุนเวียนได้ โดยเชื่อมโยงกับการใช้ทรัพยากรพื้นดินของมนุษย์ และวิธีใช้ในการเกษตร และโดยการอภิปรายถึงปัจจัยของความต้องการและการจัดหาน้ำใช้ในการเกษตร

นักเรียนชั้นปีที่ 8 ถูกคาดหวังให้มีความรู้ระบบสุริยะบ้างในแง่มุมของระยะทาง ขนาดเปรียบเทียบ และการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ และดวงจันทร์ของดาวเคราะห์ ตลอดจนรู้ว่าปรากฏการณ์บนโลกเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในท้องฟ้าอย่างไร นักเรียนควรมีความสามารถเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของโลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่นๆ ในแง่ที่ว่าดวงดาวเหล่านั้นจะมีสภาพเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตอยู่ได้หรือไม่

## ด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญา

นอกจากสาระเนื้อหาวิทยาศาสตร์แล้ว TIMSS ยังคาดหวังด้านการคิด หรือใช้สติปัญญา (Cognitive domain) ซึ่งหมายถึงทักษะและความสามารถหลายรูปแบบด้วยกัน ได้แก่ การรู้ (Knowing) การประยุกต์ใช้ความรู้ (Applying) การใช้เหตุผล (Reasoning) หรือการวิเคราะห์ ซึ่งใช้ทั้งการประเมินชั้นปีที่ 4 และปีที่ 8 แต่แตกต่างกันในสัดส่วน เช่น ในชั้นปีที่ 4 การรู้จะมีสัดส่วนสูง แต่การใช้เหตุผลจะมีสัดส่วนสูงกว่าในชั้นปีที่ 8 และระดับความยากของข้อสอบก็ต่างกัน

**การรู้ (Knowing)** หมายถึง ความรู้ของนักเรียนบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง สาระ แนวคิด และกระบวนการ การรู้จริงและรู้กว้างทำให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมทางสติปัญญาที่ซับซ้อนซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับด้านการรู้ นักเรียนถูกคาดหวังให้นึกหรือเรียกคืนข้อความที่ถูกต้องทาง วิทยาศาสตร์ มีความรู้คำศัพท์ ข้อเท็จจริง สาระ สัญลักษณ์ หน่วย และวิธีการ และสามารถเลือกอุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสม สามารถทำการทดลองเพื่อการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การรู้ครอบคลุม ความสามารถต่อไปนี้

- การนึกได้ จำได้
- การให้นิยาม
- การบรรยาย
- การให้ตัวอย่าง
- การใช้เครื่องมือ และกระบวนการ

**การประยุกต์ใช้ (Applying)** เน้นความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และความเข้าใจแนวคิดใน สถานการณ์ต่างๆ ที่ตรงๆ นักเรียนจะถูกประเมินความสามารถในการเปรียบเทียบ บอกความคล้าย ความแตกต่าง จำแนก ตีความสาระทางวิทยาศาสตร์ และใช้ความเข้าใจแนวคิดและหลักการในการหา คำตอบของปัญหา หรือการสร้างคำอธิบาย ในการสร้างคำอธิบายนักเรียนควรจะสามารถใช้แผนผัง แผนภาพ ตัวแบบ (models) เพื่อประกอบการอธิบายโครงสร้างหรือความสัมพันธ์ และแสดงการรู้ใน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

TIMSS นิยามการประยุกต์ใช้ว่ารวมทักษะ ต่อไปนี้

- การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง การจัดจำแนกพวก
- การใช้ตัวแบบ
- การเชื่อมโยง
- การตีความสาระข้อมูล
- การหาคำตอบ
- การอธิบาย

**การใช้เหตุผล (Reasoning)** การใช้เหตุผล และการวิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆ ที่มากกว่าปัญหา หรือสถานการณ์ที่เคยชิน ไปสู่สถานการณ์ใหม่ๆ ที่ไม่เคยชิน ในบริบทที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น และปัญหาที่มี ขั้นตอนซับซ้อนกว่าที่เคยพบเป็นประจำ

จุดประสงค์หนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือการเตรียมนักเรียนให้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหา การสร้างคำอธิบาย และการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ เป็นภารกิจเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้น ในสถานการณ์การแก้ปัญหาบางอย่างที่ไม่คุ้นเคยหรือที่มีบริบทที่ซับซ้อน นักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ นักเรียนอาจจะต้องแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ อาจต้องวิเคราะห์ว่ามีหลักการใดบ้างเข้ามาเกี่ยวข้อง ต้องใช้สมการ สูตร ความสัมพันธ์ที่เหมาะสม ต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์ การประเมินคำตอบ การได้คำตอบที่ถูกต้องอาจมาจากการใช้กลยุทธ์ที่แตกต่างกันหลายแบบ และการเลือกกลยุทธ์ เหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นในนักเรียน การใช้เหตุผลตามนิยามของ TIMSS หมายถึงถึงทักษะต่างๆ เหล่านี้

- การวิเคราะห์ / การแก้ปัญหา
- การบูรณาการ / การสังเคราะห์
- การตั้งสมมติฐาน / การคาดการณ์
- การออกแบบ / วางแผน
- การสรุป
- การสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป
- การประเมิน
- การให้เหตุผลยืนยันคำอธิบาย

## การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเกือบทุกประเทศมีการเน้นความสำคัญของการให้นักเรียนทำงานวิทยาศาสตร์โดยผ่านกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ในกระบวนการนี้ นักเรียนจะต้องผูกพันอยู่กับการตั้งคำถาม การวางแผน ทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อเก็บข้อมูล และสร้างคำอธิบายบนพื้นฐานของหลักฐานจากการสังเกตและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานแบบนี้เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาพลเมืองที่ได้ชื่อว่ามีความรู้ หรือรู้เรื่องในวิธีการ กระบวนการ และผลิตภัณฑ์ของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่นอกจากเตรียมพลเมืองที่รู้เรื่องแล้วยังเป็นการเตรียมนักวิทยาศาสตร์ของอนาคตอีกด้วย

เนื่องจากการเรียนวิทยาศาสตร์มีการเน้นย้ำการใช้กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ ดังนั้นในการประเมินผล การเรียนรู้จึงจำเป็นต้องรวมการประเมินความสามารถและทักษะของนักเรียนที่ทำงานโดยผ่านกระบวนการนี้

การประเมินกระบวนการครอบคลุมหรือซ่อนอยู่ในการประเมินสาระเนื้อหาทุกสาขาวิชา ซึ่งมีทั้งเนื้อหา และทักษะรวมอยู่ด้วยกัน ข้อสอบต้องการให้นักเรียนแสดงว่ามีความรู้ของกระบวนการและวิธีการที่จำเป็นในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ และใช้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบาย

แม้ว่ากระบวนการหาความรู้เป็นเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา แต่การประเมินต้องมีความยากง่าย หรือความลึกของภารกิจต่างกันตามพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน นักเรียนชั้นปีที่ 4 ถูกคาดหวังเพียงให้แสดงความสามารถในการสังเกต และการบรรยายจากการสังเกต นักเรียนควรสามารถตั้งคำถามที่มีคำตอบง่ายๆ จากการสังเกต หรือสาระที่พบเห็นได้ทั่วไปในธรรมชาติ และควรจะหาประจักษ์พยานที่จะตอบคำถามที่ไม่ซับซ้อนเหล่านั้น นอกจากนี้ นักเรียนควรจะแสดงว่ารู้ว่าการทดสอบโดยตรงไปตรงมา (Fair test) ไม่ลำเอียงไปทางตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งในการออกแบบ และสามารถบอกเล่าและทำการสำรวจตรวจสอบบนพื้นฐานของการสังเกต โดยใช้เครื่องมือที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนถูกคาดหวังให้สามารถรายงานการค้นพบโดยใช้แผนภาพ แผนภูมิง่ายๆ หรือคำนวณค่าที่วัดได้โดยใช้คณิตศาสตร์ง่ายๆ และสามารถบอกผลการทดลองอย่างสั้นๆ และสามารถเขียนคำตอบของคำถามอย่างสั้นๆ ได้

นักเรียนในชั้นปีที่ 8 ถูกคาดหวังให้แสดงทักษะที่ซับซ้อนขึ้น รวมถึงทักษะต่างเหล่านี้

- การคิดเชิงจำนวน กฏ สูตร
- การตัดสินใจ และการประเมินผลงานที่ได้
- สร้างสมมติฐาน หรือคาดคะเนผลบนพื้นฐานของการสังเกตที่สามารถทดสอบได้
- นักเรียนควรแสดงออกว่ามีความเข้าใจถึงความเป็นเหตุและผล และความสำคัญของการระบุตัวแปรที่จะต้องควบคุมและตัวแปรที่ต้องเปลี่ยนแปลงในการออกแบบการสำรวจ
- ตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดปริมาณที่ต้องทำ อุปกรณ์ และวิธีทำ ที่ต้องใช้ในการสำรวจตรวจสอบ
- ใช้คำศัพท์เฉพาะ หน่วย และมาตรา
- แสดงทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลระดับสูงขึ้นในการเลือกใช้คณิตศาสตร์ และบอกแบบรูปของข้อมูล
- ประเมินผลของการสำรวจตรวจสอบของตนโดยมีข้อมูลสนับสนุนที่เพียงพอ
- ในระดับนี้ นักเรียนควรจะเริ่มแสดงออกว่ารู้จักทางเลือกของการอธิบาย การประยุกต์ หรือการขยายข้อสรุปไปยังสถานการณ์ใหม่



หมายเหตุ ประเทศไทยไม่ได้เข้าร่วมโครงการ TIMSS 2003

ตัวอย่างข้อสอบวิทยาศาสตร์ของ TIMSS





ข้อ 1	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	พัฒนาการและวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิต	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

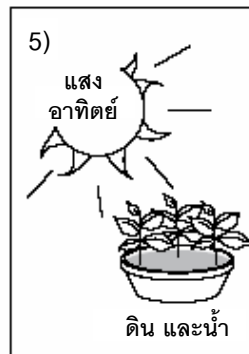
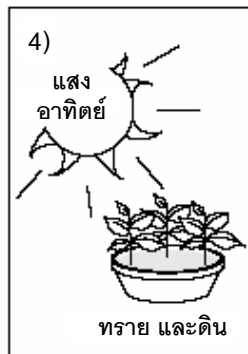
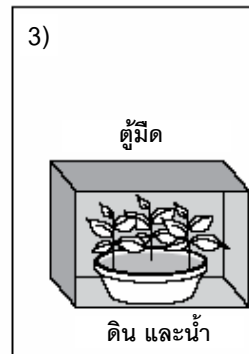
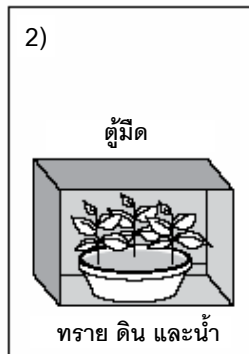
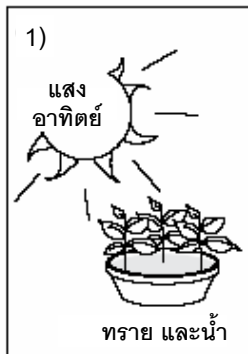
### การทดลองการเติบโตของพืช

นักเรียนคนหนึ่งคิดว่าการใส่ทรายในดินทำให้พืชสีเขียวเติบโตได้ดี เพื่อจะทดสอบความคิดนี้ เขาจึงทำการทดลองกับต้นไม้สองกระถาง โดยจัดต้นไม้กระถางที่หนึ่งดังรูป



ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	74
เกาหลี	60
จีน-ฮ่องกง	76
สิงคโปร์	76
จีน-ไทเป	72
เฉลี่ยนานาชาติ	59

สำหรับต้นไม้กระถางที่สอง ควรจัดตามแบบในรูปใดต่อไปนี้เป็น



คำตอบถูก	ข้อ 5
----------	-------

ข้อ 2	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	ความหลากหลาย การปรับตัว และ การคัดเลือกตามธรรมชาติ	การเข้าใจแนวคิด

### ซากฟอสซิลในหินชั้น

ซากฟอสซิลที่พบในชั้นที่เก่าแก่ที่สุดของหินชั้นเป็นซากของสิ่งมีชีวิตแบบใด

- 1) สิ่งมีชีวิตที่เคยอยู่อาศัยในทะเลเท่านั้น
- 2) สิ่งมีชีวิตที่เคยอยู่อาศัยบนบกเท่านั้น
- 3) สิ่งมีชีวิตที่เคยอยู่อาศัยในอากาศเท่านั้น
- 4) สิ่งมีชีวิตที่เคยอยู่อาศัยในทะเล บนบก และในอากาศ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	79
เกาหลี	63
จีน-ฮ่องกง	47
สิงคโปร์	24
จีน-ไทเป	32
เฉลี่ยนานาชาติ	28

คำตอบถูก	ข้อ 1
----------	-------

ข้อ 3	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ก. วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต ข. วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	ความหลากหลาย การปรับตัว และ การคัดเลือกตามธรรมชาติ โครงสร้าง หน้าที่ กระบวนการของชีวิต	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์ การเข้าใจแนวคิด

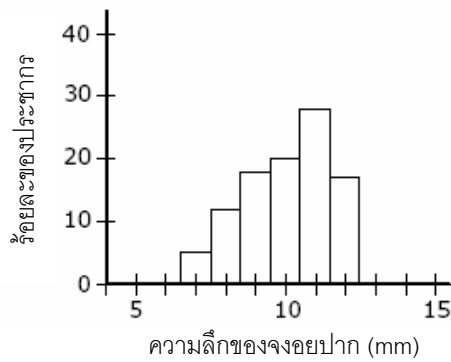
### หมู่เกาะกาลาปากอส: เปรียบเทียบความลึกของจงอยปากของนกชนิดที่ 1 และนกชนิดที่ 2

หมู่เกาะกาลาปากอสมีนกฟินช์ชนิดต่างๆ มากมาย ซึ่งคาดว่าได้พัฒนามาจากชนิดเดียวกันนกฟินช์ชนิดหนึ่งๆ กินเมล็ดพืชเฉพาะอย่าง ทั้งนี้ขึ้นกับความลึกของจงอยปาก รูปข้างล่างนี้แสดง หัวนกฟินช์ชนิดหนึ่งและความลึกของจงอยปาก

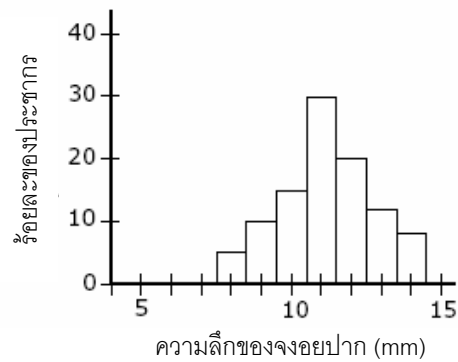


ในหมู่เกาะมีหลายๆ เกาะที่มีนกเพียงชนิดเดียว ในขณะที่อีกหลายๆ เกาะมีนกหลายชนิด **นกชนิดที่ 1** อาศัยบนเกาะ ลอส เฮอร์บานอส **นกชนิดที่ 2** อาศัยบนเกาะ แดฟนี กราฟต่อไปนี้จะแสดงร้อยละของประชากรของนกแต่ละชนิดที่มีความลึกของจงอยปากต่างกัน

นกชนิดที่ 1 บนเกาะ ลอส เฮอร์บานอส



นกชนิดที่ 2 บนเกาะ แดฟนี



ก. จะเปรียบเทียบความลึกของจงอยปากนกชนิดที่ 1 กับชนิดที่ 2 ได้อย่างไร

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	66
เกาหลี	65
จีน-ฮ่องกง	54
สิงคโปร์	46
จีน-ไทเป	46
เฉลี่ยนานาชาติ	30

ข. มีเมล็ดพืชหลากหลายมากบนเกาะ และทั้งนกชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 กินเมล็ดพืช ถ้าคิด จากความลึกของจงอยปากนกทั้งสองชนิด นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับเมล็ดพืชว่าอย่างไร

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	51
เกาหลี	69
จีน-ฮ่องกง	45
สิงคโปร์	45
จีน-ไทเป	47
เฉลี่ยนานาชาติ	27

### การให้คะแนนข้อ ก. (เปรียบเทียบความลึกของจอยปาก)

ให้คะแนนกับคำตอบที่สอดคล้องกับข้อมูลกราฟ ทั้งคำตอบที่บอกถึงความเหมือนหรือความแตกต่าง หรือทั้งสองอย่าง คำตอบที่ตอบว่าเหมือนต้องมีข้อมูลเฉพาะจากกราฟ เช่น บอกพิสัย ค่าเฉลี่ย หรือขนาดความลึกที่มีมากที่สุด ถ้าคำตอบที่บอกเพียงว่าเหมือนหรือคล้ายกัน โดยไม่มีข้อมูลสนับสนุน ไม่ให้คะแนน

#### คำตอบถูก

- บอกลักษณะความเหมือนที่มีข้อมูลจากกราฟ เช่น
  - ทั้งสองชนิดมีความลึกเฉลี่ยของจอยปากคล้ายกัน
  - ทั้งสองชนิดคล้ายกัน เพราะมีความลึกเฉลี่ยของจอยปากในช่วง 11 mm
- บอกความแตกต่างมีข้อมูลจากกราฟสนับสนุน เช่น
  - ชนิดที่ 1 มีจอยปากตื้นกว่าชนิด 2 เล็กน้อย
  - ชนิดที่ 2 ที่มีจอยปากใหญ่มีมากกว่าเล็กน้อย
  - ความลึกของจอยปากของชนิด 2 มีช่วงกว้างกว่าชนิด 1
- บอกลักษณะทั้งที่เหมือนกันและต่างกัน เช่น
  - ทั้งสองชนิดมีจำนวนนกที่มีจอยปากลึก 11 mm มากที่สุด แต่ชนิด 1 ไม่มีนกที่มีจอยปากลึกกว่า 13 mm
- คำตอบถูกอื่นๆ

#### คำตอบผิด

- บอกเพียงว่าทั้งสองชนิดเหมือนหรือคล้ายกัน
- บอกว่าชนิดใดชนิดหนึ่งเล็กหรือใหญ่กว่าอีกชนิดหนึ่ง
- คำตอบผิดอื่นๆ

### การให้คะแนนข้อ ข. (ขนาดของเมล็ดพืชที่นกกิน)

การตอบข้อ ข. ต้องสอดคล้องกับการเปรียบเทียบของจอยปากนกในข้อ ก. คำตอบถูกต้องอ้างถึงการเปรียบเทียบขนาดของทั้งสองชนิด

#### คำตอบถูก

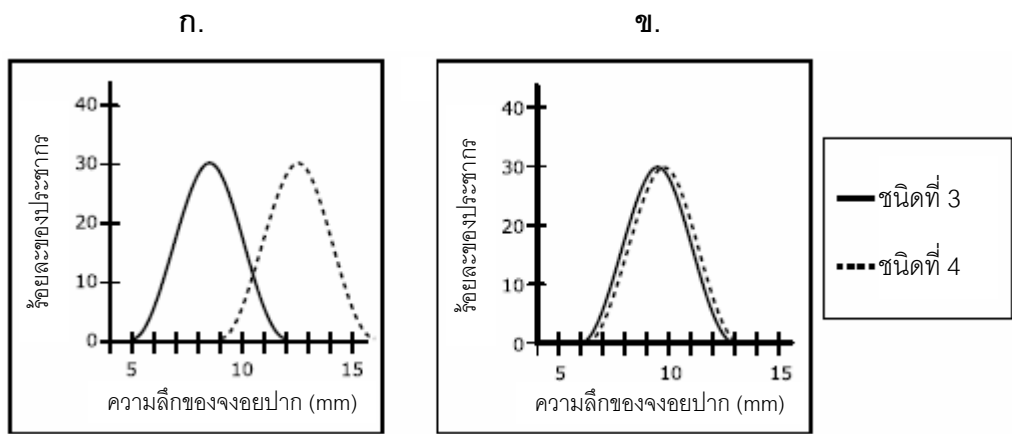
- นกทั้งสองชนิดกินเมล็ดพืชที่คล้ายกัน หรือแบบเดียวกัน
- นกชนิด 2 กินเมล็ดพืชใหญ่กว่าชนิด 1
- นกที่มีปากใหญ่กว่ากินเมล็ดพืชที่ใหญ่กว่า
- คำตอบถูกอื่นๆ

ข้อ 4	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	ความหลากหลาย การปรับตัว และ การคัดเลือกตามธรรมชาติ	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**หมู่เกาะกาลาปากอส: กราฟความลึกของจงอยปากของนกชนิดที่ 3 และนกชนิดที่ 4**

นกฟีนท็อกสองชนิด (ชนิดที่ 3 และชนิดที่ 4) อาศัยอยู่บนเกาะซานตามาเรีย ซึ่งบนเกาะก็มีเมล็ดพืชหลายแบบ

กราฟแสดงช่วงความลึกของจงอยปากนกชนิดที่ 3 และชนิดที่ 4 ข้อใดต่อไปนี้จะรับรองได้ดีที่สุดว่านกทั้งสองชนิดจะมีชีวิตอยู่รอดได้บนเกาะนี้



อธิบายเหตุผลด้วยว่าทำไม ช่วงความลึกของจงอยปากช่วงนั้นๆ จึงดีที่สุด

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	13
เกาหลี	26
จีน-ฮ่องกง	26
สิงคโปร์	37
จีน-ไทเป	36
เฉลี่ยนานาชาติ	11

**การให้คะแนน**

**คำตอบถูก**

- ตอบข้อ ก. และมีคำอธิบายในลักษณะที่ว่านกทั้งสองจะได้ไม่ต้องแย่งกินเมล็ดพืชชนิดเดียวกันเพราะมีความลึกของจงอยปากต่างขนาดกัน ถ้าตอบข้อ ก. แต่ไม่มีคำอธิบายหรืออธิบายโดยไม่ได้ตีความจากกราฟไม่ให้คะแนน เช่น
  - เพราะนกมีจงอยปากไม่เท่ากัน จึงไม่ต้องแบ่งอาหารอย่างเดียวกัน

- นกชนิดหนึ่งจะกินแมลงที่พืชขนาดเล็ก ในขณะที่อีกชนิดหนึ่งจะกินแมลงที่ใหญ่กว่า
  - นกทั้งสองชนิด ไม่ต้องแย่งกันกินอาหารถ้ามีขนาดจงอยปากต่างกัน
  - ต่างชนิดต่างมีอาหารของตัวเอง
- คำตอบถูกอื่นๆ

**คำตอบผิด**

- ตอบข้อ ก. แต่มีคำอธิบายน้อยมาก (เช่น บอกขนาดปากแต่ไม่พูดถึงการแย่งอาหาร) เช่น
  - เพราะมีขนาดต่างกัน
  - เพราะชนิดที่ 3 มีปากเล็กกว่า
- ตอบข้อ ก. แต่ไม่มีคำอธิบาย หรืออธิบายผิด เช่น
  - เพราะว่าปากแหลมกว่า
  - เพราะทั้งสองชนิดมีปากใหญ่
- ตอบข้อ ข. ไม่ว่าจะมีความอธิบายหรือไม่ก็ตาม
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 5	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด														
		วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	ระบบนิเวศ	การเข้าใจแนวคิด													
<p><b>หมู่เกาะกาลาปากอส: พืชและสัตว์ที่อยู่บนเกาะเป็นอันดับแรก</b></p> <p>พืช หรือสัตว์ที่อาศัยอยู่บนบกชนิดใดน่าจะอยู่บนเกาะเป็นอันดับแรก (ขีดเครื่องหมาย ✓ ที่หน้าข้อความที่ต้องการตอบ)</p> <p>..... พืชบก</p> <p>..... สัตว์บก</p> <p>อธิบายเหตุผลประกอบคำตอบด้วย</p>																	
<table border="1" style="border-radius: 15px; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>ประเทศ</th> <th>% ตอบถูก</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ญี่ปุ่น</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>เกาหลี</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>จีน-ฮ่องกง</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>สิงคโปร์</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>จีน-ไทเป</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>เฉลี่ยนานาชาติ</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table>				ประเทศ	% ตอบถูก	ญี่ปุ่น	48	เกาหลี	40	จีน-ฮ่องกง	40	สิงคโปร์	49	จีน-ไทเป	38	เฉลี่ยนานาชาติ	31
ประเทศ	% ตอบถูก																
ญี่ปุ่น	48																
เกาหลี	40																
จีน-ฮ่องกง	40																
สิงคโปร์	49																
จีน-ไทเป	38																
เฉลี่ยนานาชาติ	31																

## การให้คะแนน

ให้คะแนนกับคำตอบที่เลือกพืชบกพร้อมคำอธิบายที่พูดถึงการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างชัดเจน หรือพืชสามารถสร้างอาหารเองได้ จึงมีชีวิตอยู่ได้ก่อน หรือพูดถึงการที่พืชหรือสัตว์เคลื่อนย้ายมาจากที่อื่น

คำตอบที่ตอบว่าสัตว์บกก็ให้คะแนนได้ ถ้ามีคำอธิบายที่เหมาะสม พูดถึงการเคลื่อนย้ายของสัตว์มาจากที่อื่น และการมีแหล่งอาหารในทะเลให้สัตว์ได้กิน เช่น มีปลา

## คำตอบถูก

- **พืชบก** พร้อมคำอธิบายว่าพืชสามารถสร้างอาหารเองได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น
  - พืชสามารถสังเคราะห์ด้วยแสง
  - เพราะพืชสามารถสร้างอาหารเองได้โดยใช้แสง น้ำ และคลอโรฟิลล์
- **พืชบก** พร้อมอธิบายถึงการอยู่รอด หรือการเคลื่อนย้ายของพืช/สัตว์มาจากที่อื่น (อาจไม่พูดถึงการสังเคราะห์ด้วยแสงชัดๆ) เช่น
  - พืชสามารถอยู่รอดได้เพราะพืชต้องการเพียงอากาศและน้ำเท่านั้น
  - ถ้าไม่มีพืชก่อน สัตว์ก็อยู่ไม่ได้
  - ก่อนอื่นต้องมีพืช สัตว์จึงเข้ามาอยู่ได้ โดยกินพืช
  - เมล็ดพืชสามารถปลิวตามลมมาได้ แต่สัตว์กว่าจะมาถึงได้ต้องว่ายน้ำมาไกลมาก
  - เมล็ดพืชอาจปลิวมาจากอเมริกาใต้
- **สัตว์บก** พร้อมอธิบายเหตุผลเรื่องของการเคลื่อนย้ายและการมีอาหารอื่นๆ (อาจบอกชื่อสัตว์หรือชนิดของสัตว์ก็ได้) เช่น
  - นกสามารถบินมาถึงเกาะได้ และกินปลาในทะเลเป็นอาหารได้จึงอยู่รอด
  - แมวน้ำอาจว่ายน้ำมาและอาศัยอยู่บนชายฝั่งที่มีหินผา (เป็นที่เข้าใจว่าแมวน้ำกินปลาเป็นอาหาร)
- คำตอบถูกอื่นๆ

## คำตอบผิด

- **พืช** ไม่มีคำอธิบาย หรืออธิบายไม่ถูก (อาจมีข้อความถูกแต่ไม่ใช่เรื่องนี้) เช่น
  - พืชงอกจากดิน
  - เพราะพืชโตเร็วกว่าและอยู่นานกว่า
  - มีพืชในโลกนี้ก่อนที่จะมีสัตว์
- **สัตว์** ไม่มีคำอธิบาย หรืออธิบายไม่ถูก เช่น
  - นกกินแค่เมล็ดพืชบนดิน
  - มีสัตว์อยู่ทุกที่
  - จะมีอาหารมากมายให้กิน
  - สัตว์เคลื่อนที่ได้ พืชเคลื่อนที่ไม่ได้
  - สัตว์เคลื่อนย้ายมา
- คำตอบผิดอื่นๆ



ข้อ 6	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	ระบบนิเวศ	การเข้าใจแนวคิด

### หมู่เกาะกาลาปากอส: ผลกระทบ

ผู้ตั้งถิ่นฐานเมื่อมาอยู่บนหมู่เกาะกาลาปากอสได้นำเอาสัตว์ใหม่ๆ มาด้วยหลายชนิด เช่น แพะและแมว จึงบอกถึงผลกระทบหนึ่งอย่างของการนำแมวและแพะขึ้นมาอยู่บนเกาะที่ส่งผลต่อพืชและสัตว์บนเกาะ

#### ก. ผลกระทบอย่างหนึ่งจากแมว

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	40
เกาหลี	40
จีน-ฮ่องกง	45
สิงคโปร์	54
จีน-ไทเป	58
เฉลี่ยนานาชาติ	36

#### ข. ผลกระทบอย่างหนึ่งจากแพะ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	54
เกาหลี	70
จีน-ฮ่องกง	69
สิงคโปร์	74
จีน-ไทเป	73
เฉลี่ยนานาชาติ	45

### การให้คะแนนข้อ ก. ผลกระทบจากแมว

#### คำตอบถูก

- คำตอบอ้างถึงแมวล่าสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นเหยื่อ เช่น
  - แมวจะกินนกและสัตว์อื่นๆ
  - แมวจะช่วยกินหนู
  - สัตว์ที่เป็นเหยื่อของแมวอาจจะสูญพันธุ์
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- อ้างถึงเพียงผลกระทบจากแมว โดยไม่พูดถึงสัตว์อื่น เช่น
  - แมวอยู่ไม่รอดบนเกาะ
  - แมวอาจออกลูกหลานจนควบคุมไม่ได้
- คำตอบผิดอื่นๆ เช่น
  - แมวจะกินพืชบนเกาะหมด

---

### การให้คะแนนข้อ ข. ผลกระทบจากแพะ

#### คำตอบถูก

- อ้างถึงแพะกินพืชทุกชนิด ทำให้ลดจำนวนของพืชบนเกาะ เช่น
  - แพะกินหญ้าบนเกาะจนหมด
  - อาจทำให้เกิดการกัดเซาะของผิวดินถ้าแพะกินพืชหมด
  - พืชหญ้าอาจหายไปเพราะแพะกินหญ้าหมด
- อ้างถึงผลกระทบจากแพะต่อสัตว์อื่น เช่น การแย่งแย่งอาหาร การแย่งที่อยู่อาศัยหรือเป็นแหล่งอาหารสำหรับผู้ล่าอื่นๆ (หรืออาจอ้างแพะกินพืชด้วย) เช่น
  - สัตว์ที่กินแพะเป็นอาหารจะมีอาหารมากขึ้น
  - แพะจะกลายเป็นแหล่งอาหารแหล่งหนึ่ง
  - แพะจะกินพืชจนประชากรสัตว์กินพืชจะลดลง
- คำตอบถูกอื่นๆ

#### คำตอบผิด

- อ้างถึงผลกระทบจากแพะโดยไม่บอกว่ากระทบต่อสิ่งมีชีวิตใด เช่น
  - แพะจะออกลูกหลาน
  - แพะจะตายเพราะไม่มีอาหาร
- คำตอบผิดอื่นๆ เช่น
  - แพะจะกินแมว

ข้อ 7	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	ระบบนิเวศ	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**ชุมชนของหนู งู และต้นไม้**



ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	31
เกาหลี	38
จีน-ฮ่องกง	37
สิงคโปร์	78
จีน-ไทเป	55
เฉลี่ยนานาชาติ	33

ภาพข้างบนแสดงชุมชนที่มีหนู งู และต้นไม้

จะเกิดอะไรขึ้นกับชุมชนนี้ ถ้าหากงูถูกคนฆ่าจนหมดไป

**การให้คะแนน**

สำหรับคำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องพูดถึงผลที่จะเกิดขึ้นกับทั้งประชากรหนูและต้นไม้อย่างชัดเจน ถ้าพูดถึงเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งให้คะแนนเพียงครึ่งเดียว

**คำตอบถูก**

- บอกว่าหนู (ประชากรหนู) จะเพิ่มขึ้น และต้นไม้จะลดลง เช่น
  - ประชากรหนูเพิ่มขึ้นเพราะไม่มีงู การเพิ่มของหนูทำให้ต้นไม้ลดลง
  - เราจะมีหนูเพิ่มขึ้น และต้นไม้ลดลง
- บอกว่าหนูจะกินต้นไม้มากขึ้น และ เมื่อต้นไม้ลดลง จำนวนหนูก็จะลดลงด้วย (อาจจะอ้างถึงการเพิ่มขึ้นของหนูในตอนแรก) เช่น
  - หนูจะกินต้นไม้หมด เมื่อไม่มีต้นไม้หนูก็ไม่มีอะไรกิน และก็ตาย
  - ตอนแรกหนูจะเพิ่มขึ้นอย่างมากและกินต้นไม้จนหมด แล้วหนูก็จะอดตายเพราะไม่มีอาหารกิน
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบที่ได้คะแนนบางส่วน

- บอกเพียงว่าหนูจะเพิ่มขึ้น (ไม่พูดถึงผลต่อต้นข้าว) เช่น
  - จำนวนหนูจะเพิ่มขึ้นเพราะไม่มีงูคอยกิน
  - จะมีหนูมากมาย
- บอกเพียงว่าหนูจะกินต้นข้าวหมด และไม่พูดถึงผลที่จะมีต่อหนูต่อไป เช่น
  - ถ้าคนฆ่างูหมด หนูก็จะกินต้นข้าวหมด
- คำตอบถูกบางส่วนอื่นๆ

### คำตอบผิด

- อ้างถึงผลกระทบต่อชุมชนทั้งหมดแต่กว้างเกินไป หรืออ้างลอยๆ เช่น
  - ชุมชนทั้งหมดถูกกระทบ
  - ระบบนิเวศไม่สมดุล
  - ทุกอย่างตายหมด
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 8	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	สุขภาพ	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	65
เกาหลี	65
จีน-ฮ่องกง	41
สิงคโปร์	52
จีน-ไทเป	59
เฉลี่ยนานาชาติ	38

**ผักกินใบสำคัญต่อสุขภาพของคน**

การกินใบผักสำคัญต่อสุขภาพของคน เพราะว่าในใบผักเป็นแหล่งสารอาหารชนิดใดต่อไปนี้

- 1) โปรตีน
- 2) คาร์โบไฮเดรต
- 3) เกลือแร่
- 4) ไขมัน

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 9	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
		วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	สุขภาพ

**การแพร่เชื้อหวัดในห้องเรียน**

ศิวะเป็นหวัดแล้วไปโรงเรียน หลายวันต่อมา เพื่อนนักเรียนจำนวนครึ่งห้องเป็นหวัดด้วย

จงให้เหตุผลที่เป็นไปได้อย่างหนึ่งที่ทำให้เพื่อนนักเรียนบางคนเป็นหวัด แต่บางคนก็ไม่เป็น

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	43
เกาหลี	57
จีน-ฮ่องกง	68
สิงคโปร์	73
จีน-ไทเป	84
เฉลี่ยนานาชาติ	53

### การให้คะแนน

คำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องอ้างถึงการแพร่ของ “เชื้อโรค” (ไวรัส ฯลฯ) อาจจะใช้วิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง (จาม ไอ การสัมผัสโดยตรง) หรือพูดถึงกลไกในการป้องกัน (เช่น ภูมิคุ้มกัน ความต้านทาน) คำตอบที่อ้างลอยๆ โดยไม่พูดถึงวิธีการแพร่เชื้อโรคถือว่าไม่ถูก

### คำตอบถูก

- อ้างชัดเจนถึงวิธีการแพร่ของเชื้อโรค จากศิวะถึงเพื่อนคนอื่น ๆ บางคนแต่ไม่ถึงทุกคน เช่น
  - เพื่อนบางคนอยู่ใกล้ศิวะ เมื่อเขาจาม จึงแพร่เชื้อโรคไปถึง
  - คนที่ได้รับเชื้อไวรัสหวัดจะเป็นหวัด
- อ้างถึงบางคนที่มีกลไกการป้องกันดีกว่า (ภูมิคุ้มกัน ความต้านทานโรค) เช่น
  - นักเรียนบางคนเอาชนะเชื้อหวัดได้
  - นักเรียนบางคนมีภูมิคุ้มกันต่ำและไปสัมผัสเชื้อหวัด
- อ้างถึงวิธีการแพร่เชื้อโรคหนึ่งวิธีโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการสัมผัส หรือได้รับหวัดโดยไม่พูดถึงเชื้อโรคชัดๆ (เช่น การจาม ไอ จับมือ ตีมน้ำจากแก้วเดียวกัน หายใจเอาอากาศในที่เดียวกัน) เช่น
  - เขาจามใส่เพื่อนคนที่ติดหวัด
  - เพื่อนๆ ไปสัมผัสสิ่งของที่ศิวะจับ

**คำตอบผิด**

- พุดถึงลอย ๆ ถึงความใกล้กัน หรือตีตหวัดจากศิวะ (โดยไม่บอกวิธีการแพร่เชื้อ) เช่น
  - เพื่อนนักเรียนบางคนอาจไม่ชอบเขาจึงไม่เข้าใกล้
  - นักเรียนที่เป็นเพื่อนศิวะตีตหวัด
  - นักเรียนที่นั่งใกล้ตีตหวัด
  - นักเรียนบางคนตีตหวัดจากเขา
  - ศิวะเป็นคนแพร่เชื้อหวัดไป

ข้อ 10	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด														
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	การสืบพันธุ์และพันธุกรรม	การเข้าใจแนวคิด														
<p><b>ลักษณะที่ถ่ายทอดสู่บุตรชาย</b></p> <p>บุตรชายสามารถสืบทอดลักษณะมาจาก</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) จากพ่อเท่านั้น</li> <li>2) จากแม่เท่านั้น</li> <li>3) จากทั้งพ่อและแม่</li> <li>4) จากพ่อหรือแม่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง แต่ไม่ใช่ทั้งสองฝ่าย</li> </ol>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-radius: 15px;"> <thead> <tr> <th>ประเทศ</th> <th>% ตอบถูก</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ญี่ปุ่น</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>เกาหลี</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>จีน-ฮ่องกง</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>สิงคโปร์</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>จีน-ไทเป</td> <td>91</td> </tr> <tr> <td>เฉลี่ยนานาชาติ</td> <td>76</td> </tr> </tbody> </table>				ประเทศ	% ตอบถูก	ญี่ปุ่น	65	เกาหลี	90	จีน-ฮ่องกง	86	สิงคโปร์	79	จีน-ไทเป	91	เฉลี่ยนานาชาติ	76
ประเทศ	% ตอบถูก																
ญี่ปุ่น	65																
เกาหลี	90																
จีน-ฮ่องกง	86																
สิงคโปร์	79																
จีน-ไทเป	91																
เฉลี่ยนานาชาติ	76																

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 11	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	การสืบพันธุ์และพันธุกรรม	การเข้าใจแนวคิด

**การควบคุมประชากรแมลงโดยวิธีทางชีววิทยา**

ทำไมแมลงตัวผู้จึงถูกทำให้ไม่สามารถผลิตสเปิร์มได้

- 1) เพื่อเพิ่มประชากรแมลงตัวเมีย
- 2) เพื่อลดประชากรทั้งหมดของแมลง
- 3) เพื่อผลิตแมลงชนิดใหม่
- 4) เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงผสมพันธุ์

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	54
เกาหลี	53
จีน-ฮ่องกง	52
สิงคโปร์	68
จีน-ไทเป	44
เฉลี่ยนานาชาติ	44

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 12	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	การสืบพันธุ์และพันธุกรรม	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**การปฏิสนธิของสัตว์**

สิ่งใดต่อไปนี้จะเกิดขึ้นในระหว่างการปฏิสนธิของสัตว์

- 1) มีสเปิร์ม (อสุจิ) และไข่เกิดขึ้น
- 2) มีการผสมกันของไข่และสเปิร์ม (อสุจิ)
- 3) มีการแบ่งตัวของไข่
- 4) มีตัวอ่อนพัฒนาขึ้น

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	85
เกาหลี	83
จีน-ฮ่องกง	88
สิงคโปร์	64
จีน-ไทเป	86
เฉลี่ยนานาชาติ	60

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 13	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	การสืบพันธุ์และพันธุกรรม	การเข้าใจแนวคิด

**กระบวนการของร่างกายในการป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของร่างกายสูงเกินไป**

มีกระบวนการอะไรเกิดขึ้นในร่างกายที่ป้องกันไม่ให้ร่างกายร้อนมากเกินไปในระหว่างออกกำลังกาย

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	86
เกาหลี	85
จีน-ฮ่องกง	60
สิงคโปร์	48
จีน-ไทเป	39
เฉลี่ยนานาชาติ	44

### การให้คะแนน

คำตอบที่กล่าวถึงการมีเหงื่อออกก็ถือว่าได้คะแนนเต็ม ถึงแม้ว่าจะมีคำตอบถูกอื่นๆ เช่น การไหลเวียนของเลือดมายังผิวหนังเพิ่มขึ้น จัดเป็นคำตอบถูก

### คำตอบถูก

- ข้างถึงการระบายเหงื่อ (เหงื่อออก) และผลจากการระเหยทำให้เย็นลง เช่น
  - เมื่อคนมีเหงื่อออก เหงื่อจะระเหย ทำให้เย็น
  - การระบายของเหงื่อทำให้เย็นลง เมื่อมันระเหย
- ข้างถึงการเหงื่อออก โดยไม่พูดถึงผลจากการระเหยทำให้เย็นลง เช่น
  - ร่างกายมีเหงื่อออก
  - การขับเหงื่อออกจากร่างกายทำให้เย็นลง จึงไม่ร้อนมาก
- พูดถึงการไหลเวียนของเลือดมายังผิวหนัง เช่น
  - เลือดจะรีบวิ่งมาที่หน้า และทำให้เย็นลง

### คำตอบผิด

- พูดถึงการดื่มน้ำทำให้เย็นลง
- ข้างถึงผลของการออกกำลังกาย แต่ไม่พูดถึงการร้อนเกินไป หรือการทำให้เย็นลง เช่น
  - เลือดสูบฉีดเร็วขึ้น
  - หายใจเร็วขึ้น
  - ร่างกายใช้พลังงานจากอาหารมากขึ้น



ข้อ 14	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต	โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการในสิ่งมีชีวิต	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**แว่นตา คอนแทคเลนส์ ทำงานอย่างไร**

จงอธิบายสั้นๆ ว่าแว่นตาและคอนแทคเลนส์ช่วยให้บางคนมองเห็นชัดขึ้นได้อย่างไร

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	34
เกาหลี	52
จีน-ฮ่องกง	46
สิงคโปร์	44
จีน-ไทเป	28
เฉลี่ยนานาชาติ	39

### การให้คะแนน

ให้คะแนนกับคำตอบที่แสดงว่าผู้รู้เรื่องการมองเห็น โดยบอกถึงว่าเลนส์ปรับวิถีที่แสงเดินทางเข้าตาและตกกระทบเรตินา หรือส่วนหลังของดวงตา หรือตอบถึงการที่เลนส์ช่วยปรับจุดโฟกัสของดวงตา ให้เห็นชัดขึ้นในระยะทางต่างๆ หรือมีการขยายเกิดขึ้น

### คำตอบถูก

- คำตอบที่ได้คะแนนเต็ม อ้างถึงแว่นตา /คอนแทคเลนส์โค้ง (เว้า) ทำให้แสงโฟกัสบน เรตินา (หรือใช้คำว่า ส่วนหลังของดวงตา หรือวาดแผนผัง ก็ถือว่าถูก) เช่น
  - แว่นตาช่วยโฟกัสแสงไปที่เรตินา
- พูดถึงความโค้ง เว้า (รูปร่าง) ของเลนส์ เลนส์นูน / เลนส์เว้า หรือการเบนของแสงโดยเลนส์ (บนพื้นฐานเรื่องสมบัติของเลนส์ โดยอาจไม่พูดถึงเรื่องโฟกัสของแสงบนเรตินา หรือด้านหลังของดวงตาอย่างชัดเจน) เช่น
  - เราอาจโฟกัสได้ดีขึ้นเพราะแว่นตาช่วยทำให้แสงเบนเข้านัยน์ตาเรา
- พูดถึงว่าแว่นตา/คอนแทคเลนส์ช่วยตาให้มองเห็นชัดขึ้นและ/หรือทำให้คน (สายตาวาย/สายตาสั้น) เห็นภาพที่ไกลๆ หรือใกล้ๆ ชัดขึ้น เช่น
  - คนสายตาวายสามารถอ่านใกล้ๆ ด้วยเลนส์ ที่ช่วยแก้ไขให้มองเห็นใกล้ๆ ได้
  - แว่นตาช่วยให้ตาโฟกัสให้มองเห็นของใกล้ๆ ได้ชัดขึ้น
- พูดถึงแว่นตา/คอนแทคเลนส์ช่วยขยายภาพ เช่น
  - มันขยายภาพ
  - การขยายภาพในแว่นทำให้สิ่งของดูชัดขึ้นและใหญ่ขึ้น
  - เลนส์ทำให้สิ่งของดูใหญ่ขึ้น
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- อ่างลอยๆ ว่าแว่นตา/คอนแทคเลนส์ช่วยให้คนเห็นชัดขึ้นโดยไม่พูดถึงกลไกของการเห็นหรือการที่เลนส์ช่วยให้มองเห็นอย่างไร เช่น
  - ทำให้เห็นชัด
  - ถ้าสายตาสั้น ต้องใช้แว่นช่วยให้เห็นชัดขึ้น
  - หมอแนะนำให้ใช้คอนแทคเลนส์เพื่อแก้ปัญหาสายตา
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 15	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	กรด-เบส	การเข้าใจแนวคิด
<p><b>การทดสอบด้วยลิตมัส</b></p> <p>สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ในน้ำจะเปลี่ยนกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินไปเป็นกระดาษสีแดง สารละลายเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในน้ำ จะเปลี่ยนกระดาษลิตมัสสีแดงไปเป็นกระดาษสีน้ำเงิน ถ้านำสารละลายกรดและเบสที่กล่าวถึงข้างบนมาผสมกันในสัดส่วนที่เท่ากัน สารละลาย ที่ได้จะไม่ทำให้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินหรือสีแดงเปลี่ยนสีไป</p> <p>จงอธิบายว่าทำไมกระดาษลิตมัสจึงไม่เปลี่ยนสีในสารละลายผสม</p>			

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	64
เกาหลี	39
จีน-ฮ่องกง	66
สิงคโปร์	56
จีน-ไทเป	73
เฉลี่ยนานาชาติ	21

## การให้คะแนน

ให้คะแนนกับคำตอบที่อ้างถึงการสะเทิน หรือเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก

### คำตอบถูก

- อธิบายโดยกล่าวถึงการเกิดน้ำ (และเกลือ) จากปฏิกิริยาสะเทินอย่างชัดเจน
  - กรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์จะผสมกันเกิดเป็นน้ำและเกลือ ซึ่งเป็นกลาง
  - ไอออนของไฮโดรเจนจะรวมกับไอออนของไฮดรอกไซด์เกิดเป็นน้ำ ดังนั้นกรดอะซิติกจึงไม่เปลี่ยนสี
- อธิบายโดยกล่าวถึงการสะเทิน (หรือเทียบเท่า) อย่างชัดเจน แต่ไม่ได้กล่าวถึงปฏิกิริยาที่เฉพาะเจาะจงลงไป
  - เมื่อคุณผสมกรดกับอัลคาไลน์ของผสมจะกลายเป็นกลางและมี pH ที่ 7
  - HCl สะเทินกับ NaOH และ NaOH สะเทินกับ HCl
  - สารละลายผสมเป็นกลาง ดังนั้นกรดอะซิติกจึงไม่เกิดปฏิกิริยา
  - กรด+เบส = สารละลายที่เป็นกลาง
  - เกิดปฏิกิริยาสะเทิน
- อธิบายโดยกล่าวถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมี (อย่างชัดเจนหรือทางอ้อม) ได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก (หรือคำตอบที่คล้ายกัน) [ไม่ได้กล่าวถึงการสะเทินอย่างชัดเจน]
  - กรดและเบสทำปฏิกิริยากัน และสารเคมีที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก
  - สารเคมีที่เปลี่ยนกรดอะซิติกได้ต้องเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งกันและกัน
  - ดังนั้นพวกมันจะไม่เปลี่ยนสีของกรดอะซิติกต่อไป
  - พวกมันเกิดเป็นสารละลายใหม่ที่มีคุณสมบัติต่างจากเดิมและไม่ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- กล่าวเพียงกรดและเบส “สมดุล” “ตรงกันข้าม” “หักล้างกัน” หรือคำตอบที่คล้ายกัน
  - กรดและเบสตรงข้ามกันและต่อต้านกัน ดังนั้นพวกมันจึงหักล้างไป
  - กรดพยายามที่จะเปลี่ยนมันเป็นสีแดง เบสก็จะเปลี่ยนมันให้เป็นสีน้ำเงินอีกครั้งในเวลาเดียวกัน
  - เพราะพวกมันสมดุลกันและเท่ากัน
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 16	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	การเข้าใจแนวคิด

**การพดท่อนไม้ที่ติดไฟ**

การพดสามารถทำให้ไม้ที่ติดไฟลุกไหม้ให้ความร้อนมากกว่าเดิม เพราะการพด

- 1) ทำให้ไม้ร้อนพอที่จะลุกไหม้
- 2) เพิ่มออกซิเจนที่จำเป็นสำหรับการลุกไหม้
- 3) เพิ่มปริมาณของไม้ที่จะลุกไหม้
- 4) ให้พลังงานที่จำเป็นในการทำให้ไฟลุกลงต่อไป

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	94
เกาหลี	76
จีน-ฮ่องกง	90
สิงคโปร์	81
จีน-ไทเป	88
เฉลี่ยนานาชาติ	70

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 17	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	การเข้าใจแนวคิด

**ปฏิกิริยาปลดปล่อยพลังงาน**

ปฏิกิริยาเคมีบางชนิดดูดพลังงาน ในขณะที่ปฏิกิริยาอื่นๆ คายพลังงาน ปฏิกิริยาเคมีในถ่านที่กำลัง ลุกไหม้และดอกไม้ไฟที่กำลังระเบิด ปฏิกิริยาใดที่ปลดปล่อยพลังงาน

- 1) ถ่านที่กำลังลุกไหม้เท่านั้น
- 2) ดอกไม้ไฟที่กำลังระเบิดเท่านั้น
- 3) ทั้งถ่านที่กำลังลุกไหม้และดอกไม้ไฟที่กำลังระเบิด
- 4) ไม่ใช่ทั้งถ่านที่กำลังลุกไหม้และดอกไม้ไฟที่กำลังระเบิด

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	41
เกาหลี	38
จีน-ฮ่องกง	74
สิงคโปร์	68
จีน-ไทเป	77
เฉลี่ยนานาชาติ	52

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 18	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	การเข้าใจแนวคิด

**การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของธาตุ**

ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

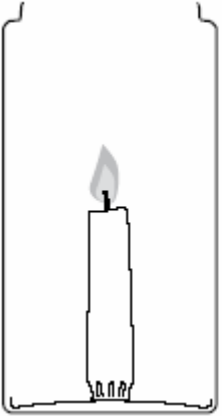
- 1) ธาตุที่ 1 ถูกขีดจนมีผิวเรียบ
- 2) ธาตุที่ 2 ได้รับความร้อนและระเหย
- 3) ธาตุที่ 3 เกิดผงฝุ่นสีขาวบนพื้นผิวหลังจากตั้งทิ้งไว้ในอากาศ
- 4) ธาตุที่ 4 ถูกแยกจากของผสมโดยการกรอง

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	45
เกาหลี	44
จีน-ฮ่องกง	52
สิงคโปร์	60
จีน-ไทเป	73
เฉลี่ยนานาชาติ	84

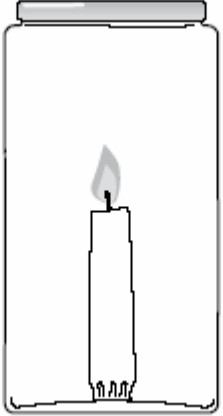
คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 19	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

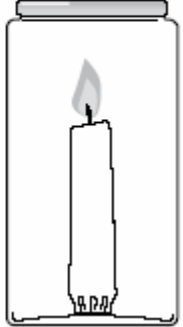
**จุดเทียนในโถ 3 ใบ**



ก.



ข.



ค.

เทียน 3 เล่มที่มีขนาดเท่ากันถูกนำมาวางในโถ 3 ใบและถูกจุดพร้อมกันดังรูปด้านบน โถ ข. และ ค. นำฝาปิด ส่วนโถ ก. เปิดฝาทิ้งไว้

เทียนเล่มใดที่จะดับเป็นอันแรก (ก. ข. หรือ ค.)

อธิบายคำตอบของนักเรียน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	69
เกาหลี	52
จีน-ฮ่องกง	62
สิงคโปร์	78
จีน-ไทเป	60
เฉลี่ยนานาชาติ	47

## การให้คะแนน

ให้คะแนนเต็มกับคำตอบที่ตอบว่า **ค.** และมีคำอธิบายที่กล่าวถึงความต้องการออกซิเจน (สำหรับการเผาไหม้หรือการลุกไหม้) อย่างชัดเจน คำตอบอาจกล่าวถึงโถขนาดเล็กที่ถูกปิดฝาออกซิเจนจะถูกใช้จนหมดไปได้เร็วกว่า แต่ไม่จำเป็นต้องอธิบายในส่วนนี้สำหรับการได้คะแนนเต็ม ส่วนคำตอบที่อ้างถึงความต้องการอากาศ (อย่างชัดเจนหรือใช้ภาษาที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์) ได้คะแนนบางส่วน ถ้าคำตอบที่กล่าว**เพียง**เกิดควัน (ไอระเหย คาร์บอนไดออกไซด์ และอื่นๆ) มากขึ้น หรือ**ความร้อน** เป็นคำตอบผิด

## คำตอบถูก

- ค. อธิบายโดยอ้างถึงความต้องการออกซิเจน (ในการเผาไหม้)
  - ค. เปลวไฟในโถที่เล็กกว่าจะดับก่อน เพราะมันมีออกซิเจนในนั้นน้อยที่สุด
  - ค. ออกซิเจนจำเป็นสำหรับเทียนในการลุกไหม้
  - ค. มันมีออกซิเจนน้อยที่สุด
- คำตอบถูกอื่นๆ

## คำตอบถูกบางส่วน

- ค. อธิบายโดยอ้างถึงการขาดอากาศ (ก๊าซ) อย่างชัดเจนหรือใช้ภาษาที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ (เช่น ขาดอากาศ ตัดอากาศ ไม่มีอากาศ และอื่นๆ) (ไม่ได้กล่าวถึงออกซิเจนอย่างชัดเจน)
  - ค. เปลวไฟในโถที่เล็กที่สุดจะขาดอากาศก่อน
  - ค. มันมีอากาศไม่พอที่จะหายใจ
  - เพราะ ค. เป็นโถใบเล็กที่สุด มันจึงมีอากาศสำหรับการเผาไหม้น้อยกว่า
  - ค. มันถูกตัดอากาศเพราะคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น

- ตอบทั้ง ข. และ ค. (ข. ค. , ข. หรือ ค. , ข./ค. หรืออื่นๆ) คำอธิบายตั้งอยู่บนความต้องการออกซิเจน หรืออากาศ
  - ข. และ ค. เปลวไฟต้องการออกซิเจนในการลุกไหม้ และโถทั้งสองออกซิเจนจะหมดไป
  - ข. ค. โถที่ถูกปิดฝาจะไม่ได้รับอากาศเลย
  - ข. หรือ ค. มันจะไม่ได้รับออกซิเจนเลย
- คำตอบถูกอื่นๆ

**คำตอบผิด**

- ค. โดยไม่มีคำอธิบายหรืออธิบายไม่ถูกต้อง
  - ค. โถใบนี้จะมีเปลวไฟที่เล็กที่สุด เพราะมันอยู่ในโถที่เล็กที่สุด
  - ค. ควันไม่สามารถออกไปได้ ดังนั้นไฟจึงดับ
  - ค. ระดับคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นมากเกินไป
  - ค. เทียนต้องการที่จะปลดปล่อยความร้อน ดังนั้นมันจึงระเบิด
- ก. ให้คำอธิบายบนพื้นฐานว่าเทียนถูกพัดให้ดับ (หรือคำตอบที่คล้ายกัน)
  - ถ้ามีคนเดินผ่านเทียนอาจถูกพัดให้ดับไป
  - ก. ถ้าโถไม่ได้ปิดฝา มันจะดับเพราะลม
- ก. หรือ ข. โดยไม่มีคำอธิบายหรืออธิบายไม่ถูกต้อง
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 20	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
		เคมี	การจัดจำแนกและองค์ประกอบของสาร

<b>ของผสม</b>	
ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ใช่ของผสม	
1) ควัน	
2) น้ำตาล	
3) นม	
4) ลี	

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	48
เกาหลี	56
จีน-ฮ่องกง	34
สิงคโปร์	55
จีน-ไทเป	64
เฉลี่ยนานาชาติ	40

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 21	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	การจัดจำแนกและองค์ประกอบของสาร	การเข้าใจแนวคิด

**สารละลายที่มีความเข้มข้นเพียงครั้งเดียว**

เดวิดเตรียมสารละลายโดยละลายเกลือ 10 กรัมในน้ำ 100 มิลลิลิตร เขาต้องการสารละลายที่มีความเข้มข้นเพียงครั้งเดียวจากเดิม เขาควรเติมสิ่งใดลงในสารละลายเดิมเพื่อให้สารละลายมีความเข้มข้นเหลือเพียงครั้งเดียว

- 1) น้ำ 50 มิลลิลิตร
- 2) น้ำ 100 มิลลิลิตร
- 3) เกลือ 5 กรัม
- 4) เกลือ 10 กรัม

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	46
เกาหลี	40
จีน-ฮ่องกง	46
สิงคโปร์	40
จีน-ไทเป	46
เฉลี่ยนานาชาติ	30

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 22	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	การจัดจำแนกและองค์ประกอบของสาร	การเข้าใจแนวคิด

**สารในข้อใดที่เป็นธาตุ**

ออกซิเจน ไฮโดรเจน และน้ำเป็นสาร  
สารเหล่านี้ข้อใดที่เป็นธาตุ

- 1) ออกซิเจน ไฮโดรเจน และน้ำ
- 2) ออกซิเจนและไฮโดรเจนเท่านั้น
- 3) ออกซิเจนเท่านั้น
- 4) น้ำเท่านั้น

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	64
เกาหลี	66
จีน-ฮ่องกง	38
สิงคโปร์	67
จีน-ไทเป	75
เฉลี่ยนานาชาติ	49

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------



ข้อ 23	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด														
	เคมี	การจัดจำแนกและองค์ประกอบของสาร	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง														
<p><b>ชนิดของสารที่เป็นผงสีขาว/ดำ</b></p> <p>ผงแป้งที่มีทั้งจุดเล็กๆ สีขาวและจุดเล็กๆ สีดำน่าจะเป็น</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) สารละลาย</li> <li>2) สารประกอบบริสุทธิ์</li> <li>3) สารผสม</li> <li>4) ธาตุ</li> </ol>																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ประเทศ</th> <th>% ตอบถูก</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ญี่ปุ่น</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>เกาหลี</td> <td>77</td> </tr> <tr> <td>จีน-ฮ่องกง</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>สิงคโปร์</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>จีน-ไทเป</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>เฉลี่ยนานาชาติ</td> <td>72</td> </tr> </tbody> </table>				ประเทศ	% ตอบถูก	ญี่ปุ่น	83	เกาหลี	77	จีน-ฮ่องกง	75	สิงคโปร์	80	จีน-ไทเป	79	เฉลี่ยนานาชาติ	72
ประเทศ	% ตอบถูก																
ญี่ปุ่น	83																
เกาหลี	77																
จีน-ฮ่องกง	75																
สิงคโปร์	80																
จีน-ไทเป	79																
เฉลี่ยนานาชาติ	72																

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 24	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด														
	เคมี	การจัดจำแนกและองค์ประกอบของสาร	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง														
<p><b>ปฏิกิริยาของคลอรีนและโซเดียม</b></p> <p>เมื่อก๊าซคลอรีนเกิดปฏิกิริยากับโลหะโซเดียม จะเกิดสารชนิดใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) สารผสม</li> <li>2) สารประกอบ</li> <li>3) ธาตุ</li> <li>4) อัดลอย</li> <li>5) สารละลาย</li> </ol>																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ประเทศ</th> <th>% ตอบถูก</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ญี่ปุ่น</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>เกาหลี</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>จีน-ฮ่องกง</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>สิงคโปร์</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>จีน-ไทเป</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>เฉลี่ยนานาชาติ</td> <td>41</td> </tr> </tbody> </table>				ประเทศ	% ตอบถูก	ญี่ปุ่น	56	เกาหลี	49	จีน-ฮ่องกง	32	สิงคโปร์	58	จีน-ไทเป	59	เฉลี่ยนานาชาติ	41
ประเทศ	% ตอบถูก																
ญี่ปุ่น	56																
เกาหลี	49																
จีน-ฮ่องกง	32																
สิงคโปร์	58																
จีน-ไทเป	59																
เฉลี่ยนานาชาติ	41																

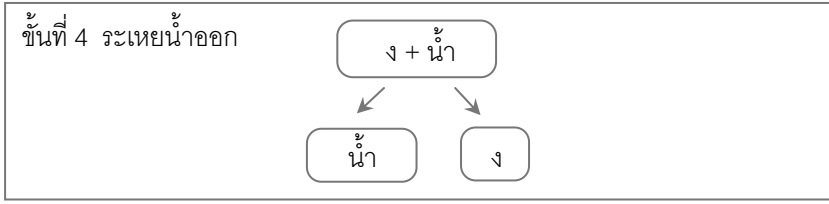
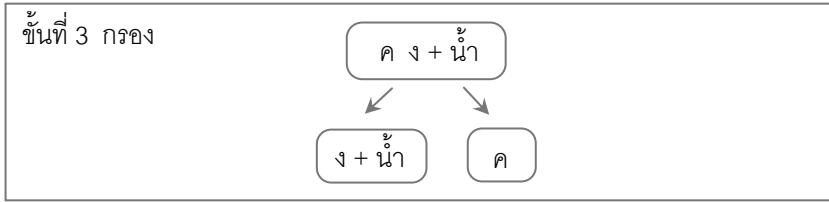
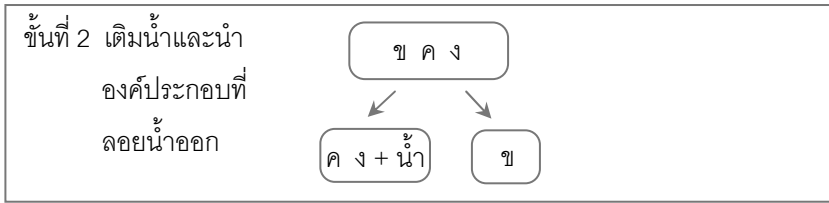
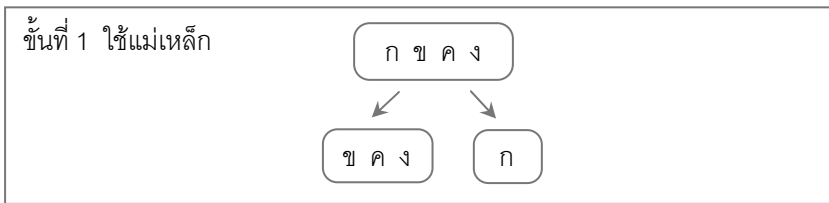
คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 25	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	การจัดจำแนกและองค์ประกอบของสาร	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**การแยก เกลือ/ทราย/ผงเหล็ก ที่ผสมอยู่ด้วยกัน**

เทรซ่าได้รับของผสมระหว่าง เกลือ ทราย ผงเหล็ก และเศษไม้  
ชิ้นเล็กๆ เธอแยกของผสมโดยใช้ 4 ขั้นตอนตามที่แสดงในแผนภาพ  
ตัวอักษร ก ข ค และ ง ถูกใช้แทนองค์ประกอบทั้ง 4 แต่ไม่ได้ระบุ  
ไว้ว่าตัวอักษรใดแทนสิ่งใด

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	58
เกาหลี	54
จีน-ฮ่องกง	58
สิงคโปร์	68
จีน-ไทเป	67
เฉลี่ยนานาชาติ	34



ระบุว่าแต่ละองค์ประกอบคืออะไรโดยเขียน *เกลือ ทราย เหล็ก หรือ ไม้* ลงในช่องว่างด้านล่าง

องค์ประกอบ ก คือ \_\_\_\_\_

องค์ประกอบ ข คือ \_\_\_\_\_

องค์ประกอบ ค คือ \_\_\_\_\_

องค์ประกอบ ง คือ \_\_\_\_\_

## การให้คะแนน

### คำตอบถูก

- ระบุองค์ประกอบทั้ง 4 ได้อย่างถูกต้อง ก = เหล็ก, ข = ไม้, ค = ทราาย, ง = เหล็ก

### คำตอบถูกบางส่วน

- ระบุเหล็กและไม้ได้อย่างถูกต้อง (ก และ ข) ทราาย และ/หรือ เหล็ก ไม่ตอบหรือตอบผิด
  - เหล็ก ไม้ เหล็ก ทราาย
  - เหล็ก ไม้ ทราาย เว้นว่าง
- ระบุเหล็กและเหล็กได้อย่างถูกต้อง (ก และ ง) ไม้ และ/หรือ ทราาย ไม่ตอบหรือตอบผิด
  - เหล็ก ทราาย ไม้ เหล็ก
  - เหล็ก เว้นว่าง เว้นว่าง เหล็ก
- ระบุทราายและเหล็กได้อย่างถูกต้อง (ค และ ง) เหล็ก และ/หรือ ไม้ ไม่ตอบหรือตอบผิด
  - เว้นว่าง เว้นว่าง ทราาย เหล็ก
  - ไม้ ไม้ ทราาย เหล็ก
- คำตอบถูกบางส่วนอื่นๆ (ที่ระบุองค์ประกอบสองอย่างได้ถูกต้อง)

### คำตอบผิด

- ระบุเหล็กได้ถูกเท่านั้น (ก) องค์ประกอบอื่นๆ ที่เหลือไม่ตอบหรือตอบผิด
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 26	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	โครงสร้างระดับอนุภาคของสาร	การเข้าใจแนวคิด

**เอาอะตอมออกจากแก๊อ**

ถ้านักเรียนเอาอะตอมทั้งหมดออกจากแก๊อแล้วจะเหลืออะไร

- 1) แก๊ออยู่ที่เดิมแต่มันจะไร้น้ำหนัก
- 2) แก๊อก็จะเป็นเหมือนเดิมทุกประการ
- 3) จะไม่มีอะไรของแก๊อที่เหลืออยู่เลย
- 4) เหลือเพียงกลุ่มของของเหลวบนพื้น

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	65
เกาหลี	66
จีน-ฮ่องกง	47
สิงคโปร์	69
จีน-ไทเป	52
เฉลี่ยนานาชาติ	51

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 27	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	โครงสร้างระดับอนุภาคของสาร	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**อนุภาคในนิวเคลียสของอะตอม**

นิวเคลียสของอะตอมส่วนใหญ่ประกอบด้วย

- 1) นิวเคลียสเพียงอย่างเดียว
- 2) โปรตอนและนิวตรอน
- 3) โปรตอนและอิเล็กตรอน
- 4) นิวตรอนและอิเล็กตรอน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	37
เกาหลี	43
จีน-ฮ่องกง	31
สิงคโปร์	65
จีน-ไทเป	63
เฉลี่ยนานาชาติ	47

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 28	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	โครงสร้างระดับอนุภาคของสาร	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**อะตอมที่เป็นกลางได้รับอิเล็กตรอน**

เมื่ออะตอมที่เป็นกลางได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มจะเกิดเป็นอะไร

- 1) ของผสม
- 2) ไอออน
- 3) โมเลกุล
- 4) โลหะ

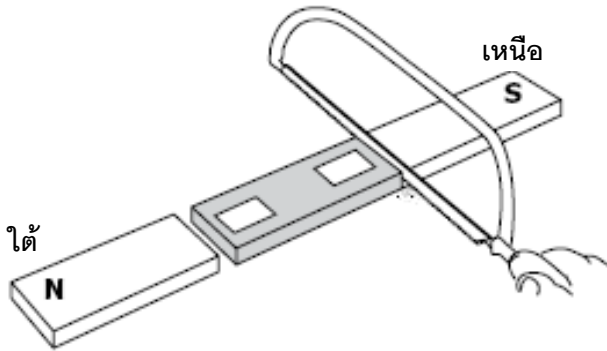
ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	48
เกาหลี	21
จีน-ฮ่องกง	51
สิงคโปร์	79
จีน-ไทเป	54
เฉลี่ยนานาชาติ	47

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 29	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก	การเข้าใจแนวคิด

### ขั้วของแม่เหล็กที่ถูกตัด

ภาพข้างล่างแสดงแท่งแม่เหล็กที่ถูกเลื่อยตัดออกเป็นสามท่อน



ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	64
เกาหลี	59
จีน-ฮ่องกง	40
สิงคโปร์	62
จีน-ไทเป	44
เฉลี่ยนานาชาติ	44

จงเขียนอักษรแสดงขั้วเหนือ (N) หรือขั้วใต้ (S) ลงในกรอบที่กำหนดไว้ที่ปลายแท่งแม่เหล็กท่อนที่อยู่ตรงกลาง เพื่อแสดงขั้วแม่เหล็ก

### การให้คะแนน

คำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องเขียนตัวอักษรทั้งสองในกรอบที่ปลายแม่เหล็กแท่งกลาง (N-S) หรือจะเขียนนอกกรอบข้างบน ข้างล่าง ถ้าถูกขั้วก็ถือว่าถูก ส่วนที่แท่งอื่นจะเขียนด้วยหรือไม่ก็ตาม

#### คำตอบถูก

- N-S

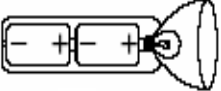
#### คำตอบผิด

- S-N
- เขียนตัวอักษรที่ปลายแท่งอื่นที่ไม่ใช่แท่งกลาง
- คำตอบผิดอื่นๆ

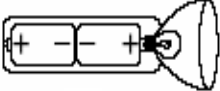
ข้อ 30	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**แผนภาพของแบตเตอรี่ในถ่านไฟฉาย**

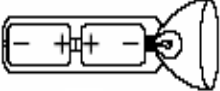
แผนภาพแสดงกระบอกไฟฉาย และการจัดวางแบตเตอรี่ภายในกระบอก



ก



ข



ค

เพื่อให้ไฟฉายทำงานได้ ต้องจัดแบตเตอรี่ตามรูปใด


- 1) จัดตามรูป ก เท่านั้น
- 2) จัดตามรูป ข เท่านั้น
- 3) จัดตามรูป ค เท่านั้น
- 4) การจัดทั้งสามแบบนี้ ไม่ทำให้ไฟฉายทำงานได้

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	93
เกาหลี	93
จีน-ฮ่องกง	93
สิงคโปร์	97
จีน-ไทเป	92
เฉลี่ยนานาชาติ	85

คำตอบถูก	ข้อ 1
----------	-------

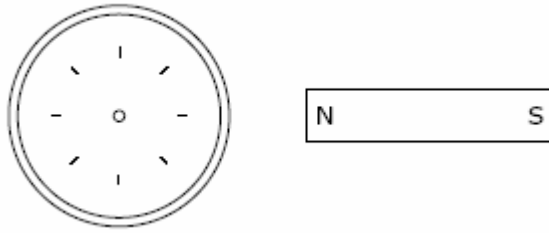
ข้อ 31	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	ไฟฟ้าและแม่เหล็ก	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**เข็มทิศถูกวางไว้ใกล้แม่เหล็ก**



ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	88
เกาหลี	87
จีน-ฮ่องกง	61
สิงคโปร์	76
จีน-ไทเป	86
เฉลี่ยนานาชาติ	40

แผนภาพข้างบน แสดงเข็มของเข็มทิศที่ชี้เหนือและชี้ใต้ของเข็มมีตัวอักษร N และ S กำกับไว้ เมื่อนำไปวางใกล้แม่เหล็กที่แรงจัด ตามรูปข้างล่าง



ก. จงเขียนภาพเข็มในวงกลมในภาพ และเขียนบอกชี้เหนือ (N) และชี้ใต้ (S) ของเข็มด้วย

ข. จงอธิบายคำตอบโดยใช้ความรู้เรื่องแม่เหล็ก

การให้คะแนนข้อ ก. (ภาพเข็มในวงกลมในภาพ)

คำตอบถูก

- เขียนภาพเข็มในแนวนอน พร้อมกับตัวอักษร N ทางปลายขวา และ S ทางปลายซ้าย (ดูแผนภาพข้างล่าง) และให้คะแนนแม้ว่าตัวอักษรบอกชี้จะหายไปหนึ่งตัว (เช่น N หรือ S หายไปหนึ่งตัว) เพราะถือว่านักเรียนเข้าใจ



คำตอบผิด

- เขียนภาพเข็มในแนวนอนแต่ระบุชี้กลับกัน
- เขียนภาพเข็มแนวนอนแต่ไม่ระบุชี้ เขียนภาพเข็มแนวตั้ง
- คำตอบผิดอื่นๆ

.....  
การให้คะแนนข้อ ข. (อธิบายคำตอบโดยใช้ความรู้เรื่องแม่เหล็ก)

**คำตอบถูก**

- อธิบายว่าขั้วตรงข้ามจะดูดกัน (N กับ S) หรือขั้วเหมือนกันผลักกัน
  - เข็มด้านทิศใต้ของเข็มทิศดูดกับแม่เหล็กขั้วเหนือ
  - ขั้วเหนือและขั้วใต้ดูดกัน
  - ขั้วตรงข้ามดูดกันและขั้วเหมือนกันผลักกัน
  - แม่เหล็กผลักขั้ว N ของเข็มทิศออกไป

**คำตอบผิด**

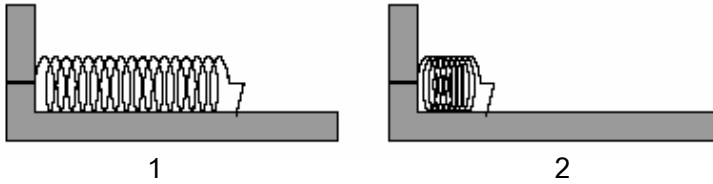
- ข้างถึงการดูด/ผลักของแม่เหล็กแต่ไม่ถูกต้อง
  - เพราะขั้วเดียวกันจะดูดกัน
  - เมื่อแม่เหล็กเข้าใกล้กับเข็มทิศจะมีแรงดูดทางปลาย N มากกว่า
  - เข็มของเข็มทิศเป็นโลหะ ดังนั้นมันจะดูดกับแม่เหล็กและหมุน
  - มันจะดูดเข็มขั้วเหนือและขั้วใต้
- อธิบายว่าเข็มของเข็มทิศชี้ทิศเหนือเสมอ
  - เข็มด้านทิศเหนือชี้ไปทางสนามแม่เหล็กขั้วเหนือเสมอ
  - ขั้วเหนือจะชี้ไปทางขั้วเหนือเสมอ
- คำตอบผิดอื่นๆ



ข้อ 32	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	พลังงาน แหล่ง และการเปลี่ยนแปลง	การเข้าใจแนวคิด

### พลังงานสะสมในลวดสปริงสองเส้น

ลวดสปริง 1 และสปริง 2 เหมือนกัน สปริง 1 ถูกอัดและถูกตรึงด้วยที่จับ ส่วนสปริง 2 ถูกอัดมากกว่าและถูกตรึงไว้เช่นกัน



สปริงเส้นใดมีพลังงานสะสมมากกว่ากัน

- 1) สปริง 1
- 2) สปริง 2
- 3) สปริง ทั้งสองมีพลังงานสะสมเท่ากัน
- 4) บอกไม่ได้ นอกจากจะต้องรู้ก่อนว่าสปริงทำจากวัสดุใด

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	81
เกาหลี	84
จีน-ฮ่องกง	69
สิงคโปร์	84
จีน-ไทเป	64
เฉลี่ยนานาชาติ	62

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 33	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	พลังงาน แหล่ง และการเปลี่ยนแปลง	การเข้าใจแนวคิด

### ตะปูถูกถอนออกจากแผ่นไม้

เมื่อตะปูถูกถอนออกจากแผ่นไม้ ตะปูจะร้อนขึ้น เพราะเหตุใด  
จงอธิบาย

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	74
เกาหลี	70
จีน-ฮ่องกง	74
สิงคโปร์	67
จีน-ไทเป	84
เฉลี่ยนานาชาติ	52

## การให้คะแนน

### คำตอบถูก

- คำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องอ้างถึงการเสียดทาน (อาจอ้างไม่ชัดเจน เป็นนัย หรืออ้างถึงชัดเจนก็ได้) เช่น
  - เพราะตะปูกฎกกับไม้
  - ตะปูกเกิดการต้านทาน
  - เพราะมีการเสียดทาน
  - มีการเสียดทานระหว่างตะปูกับแผ่นไม้
- คำอธิบายอ้างถึงการเปลี่ยนแปลงพลังงาน เช่น
  - ในตะปูกมีพลังงานมากขึ้นหลังจากมีการถนออก
  - เพราะต้องใช้พลังงานในการดึงมันออกมา
  - พลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนเมื่อดึงมันออกมา
- คำตอบถูกอื่นๆ

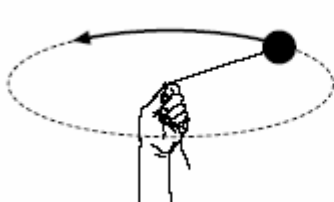

### คำตอบผิด

- คำตอบอ้างถึงเฉพาะตะปูก หรือการถนโดยไม่เกี่ยวกับการเสียดสี หรือพลังงาน เช่น
  - เพราะมันถนออกยาก
  - เพราะต้องดึงแรงๆ
  - เพราะมันฝังอยู่ในไม้แน่นเกินไป
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 34	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
		ฟิสิกส์	แรงและการเคลื่อนที่

**ทางเดินของลูกบอลที่หลุดจากวงโคจร**

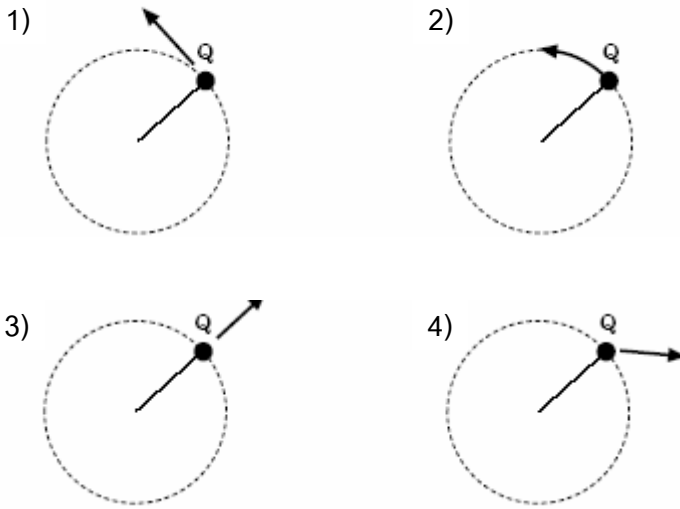
ตามแผนผังข้างล่างนี้ รูปซ้ายแสดงลูกบอลที่ถูกตีตปลายเชือก และถูกเหวี่ยงเป็นวงกลม ส่วนรูปขวาแสดงการเหวี่ยงของลูกบอล เมื่อมองลงมาจากด้านบน

มองจากด้านบน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	77
เกาหลี	87
จีน-ฮ่องกง	69
สิงคโปร์	79
จีน-ไทเป	68
เฉลี่ยนานาชาติ	60

หลังจากเหวี่ยงไปหลายรอบ และลูกบอลมาอยู่ที่จุด Q ก็หลุดออกจากปลายเชือก  
แผนผังรูปใดต่อไปนี้ แสดงทิศทางของลูกบอลที่วิ่งไปในทันทีที่หลุดจากปลายเชือก



คำตอบถูก	ข้อ 1
----------	-------

ข้อ 35	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แรงและการเคลื่อนที่	การเข้าใจแนวคิด

**ทำไมลูกโป่งฮีเลียมจึงลอยขึ้น**

ลูกโป่งที่อัดด้วยก๊าซฮีเลียม เมื่อถูกปล่อยเป็นอิสระจะลอยขึ้น  
ข้างบน ข้อใดต่อไปนี้อธิบายได้ดีที่สุดว่าทำไมจึงลอยขึ้น

- 1) ความหนาแน่นของฮีเลียมน้อยกว่าความหนาแน่นของอากาศ
- 2) ความต้านทานของอากาศช่วยพยุงลูกโป่งให้ลอยขึ้น
- 3) ไม่มีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อลูกโป่งฮีเลียม
- 4) ลมพัดพาลูกโป่งลอยขึ้นข้างบน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	74
เกาหลี	89
จีน-ฮ่องกง	71
สิงคโปร์	81
จีน-ไทเป	86
เฉลี่ยนานาชาติ	58

คำตอบถูก	ข้อ 1
----------	-------

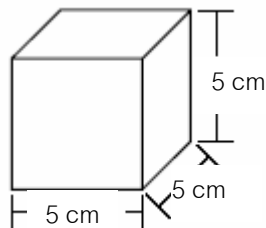
ข้อ 36	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	การจัดจำแนกและองค์ประกอบของสาร	การเข้าใจแนวคิด

### มงกุฎโลหะ: ความหนาแน่นของก้อนโลหะ

พระราชินีต้องการทราบว่ามงกุฎโลหะของพระองค์ทำด้วยโลหะใด

นักวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาสมบัติของโลหะที่ใช้ทำมงกุฎ จึงต้องการเปรียบเทียบความหนาแน่นของมงกุฎกับก้อนโลหะที่คล้ายกับก้อนโลหะเดิม ค่าความหนาแน่นของสารคือมวลของสารหารด้วยปริมาตรของสารนั้น (ความหนาแน่น = มวล/ปริมาตร)

นักวิทยาศาสตร์หาปริมาตรของก้อนโลหะ และคำนวณหาความหนาแน่นโดยใช้มวลที่ทราบค่าแล้ว (2400 กรัม) รูปด้านล่างแสดงมิติของก้อนโลหะที่นักวิทยาศาสตร์วัดได้



ความหนาแน่นของก้อนโลหะเป็นเท่าไร

คำตอบ \_\_\_\_\_ g/cm<sup>3</sup>

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	47
เกาหลี	33
จีน-ฮ่องกง	53
สิงคโปร์	64
จีน-ไทเป	43
เฉลี่ยนานาชาติ	21

### การให้คะแนน

#### คำตอบถูก

- 19.2 g/cm<sup>3</sup>
- 19 g/cm<sup>3</sup> [คิดเป็นจำนวนเต็มทีใกล้เคียงที่สุด]

#### คำตอบผิด

- แสดงวิธีหาค่าความหนาแน่น (มวล/ปริมาตร) แต่ไม่คำนวณค่าความหนาแน่น หรือคำนวณผิด
- 125 [คำนวณปริมาตรแต่ไม่คำนวณความหนาแน่น]
- 19.3 [ไม่ได้แสดงวิธีคิด ลอกความหนาแน่นจากตารางมาตอบ]
- คำตอบผิดอื่นๆ

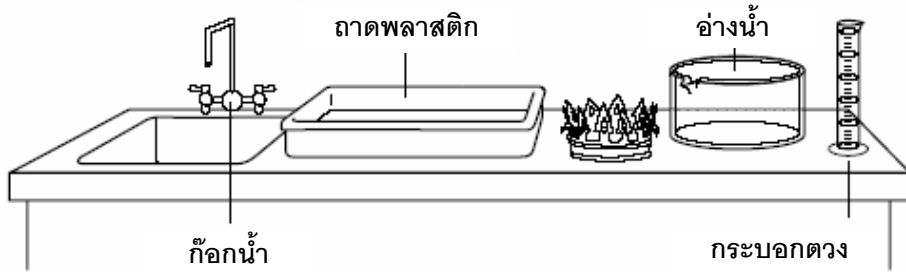
ข้อ 37	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แรงและการเคลื่อนที่	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**มงกุฎโลหะ: การหาปริมาตรของมงกุฎโลหะ**

นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องหาปริมาตรของมงกุฎเพื่อที่จะทราบความหนาแน่นของโลหะ

นักวิทยาศาสตร์มีวัสดุและอุปกรณ์เหล่านี้ สำหรับใช้หาปริมาตร

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	36
เกาหลี	33
จีน-ฮ่องกง	33
สิงคโปร์	38
จีน-ไทเป	32
เฉลี่ยนานาชาติ	13



จงบรรยายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์อาจจะใช้ เพื่อหาปริมาตรของมงกุฎ โดยใช้อุปกรณ์ที่มีให้นักเรียน อาจจะวาดแผนภาพเพื่อประกอบคำบรรยายก็ได้

**การให้คะแนน**

คำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องบรรยายถึง หรือเขียนแผนภาพแสดงการแทนที่น้ำ และบ่งชี้ชัดเจนถึงการหาปริมาตรของมงกุฎ แม้คำตอบจะบอกถึงการใช้อุปกรณ์อื่นๆ นอกจากที่กำหนด (เช่น ไม้บรรทัด ปากกาเขียนเครื่องหมาย ฯลฯ) คำตอบที่บอกว่าใช้การแทนที่ หรือภาพที่แสดงการแทนที่ โดยไม่บรรยายวิธีทำหรือขั้นตอนการทำ ให้ได้คะแนนบางส่วน

**คำตอบถูก**

- บรรยายถึง หรือเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการแทนที่น้ำ ใช้วิธีวัดความสูงของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง
  - 1) ใส่ น้ำลงในอ่าง (ถาด ฯลฯ) ทำเครื่องหมายระดับน้ำไว้
  - 2) ใส่ มงกุฎลงในน้ำ (อ่าง ถาด) ทำเครื่องหมายระดับน้ำใหม่
  - 3) วัดความแตกต่างของปริมาตร ก่อนและหลังใส่ มงกุฎลงในน้ำ

- บรรยายถึง หรือเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการแทนที่น้ำ ใช้วิธีให้น้ำล้นออกมา
  - 1) ใส่น้ำลงในอ่างน้ำจนเต็ม
  - 2) ใส่มงกุฎลงในอ่างน้ำ เก็บน้ำที่ล้นออกมา
  - 3) ใช้กระบอกตวงวัดปริมาตรของน้ำที่ไหลล้นออกมา
- คำตอบถูกอื่นๆ

**คำตอบได้คะแนนบางส่วน**

- บรรยายหรือเขียนภาพที่มีการแทนที่น้ำ แต่ไม่มีคำบรรยาย หรือมีไม่พอเพียง หรือไม่บอกขั้นตอนของการวัดเพื่อหาปริมาตร เช่น
  - ใส่น้ำลงในอ่าง แล้วใส่มงกุฎลงไป วัดว่าระดับน้ำสูงขึ้นเท่าไร
  - ใส่มงกุฎลงในอ่างที่มีน้ำเต็ม ดูว่าน้ำล้นออกมาเท่าไร
- คำตอบอื่นที่มีส่วนถูกแต่บรรยายไม่ครบขั้นตอนๆ

**คำตอบผิด**

- พูดถึงการใส่มงกุฎลงในอ่าง (ถาด หรือภาชนะอื่น) ที่มีน้ำ โดยไม่บอกเรื่องระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น หรือปริมาณน้ำที่ล้นออก และไม่บอกขั้นตอนการวัดปริมาตร เช่น
  - เติมน้ำลงในอ่างน้ำจนเต็ม แล้วใส่มงกุฎลงไป จะได้ปริมาตรของมงกุฎ
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 38	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
		ฟิสิกส์	แรงและการเคลื่อนที่

**มงกุฎโลหะ: ทำไมนักวิทยาศาสตร์ต้องวัดซ้ำๆ**

นักวิทยาศาสตร์วัดปริมาตรของมงกุฎห้าครั้ง และคำนวณความหนาแน่นในแต่ละครั้งของการวัดปริมาตร ได้ผลดังในตารางข้างล่าง

การวัดครั้งที่	ปริมาตรของมงกุฎ (cm <sup>3</sup> )	ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> )
1	202	11.88
2	200	12.00
3	201	11.94
4	198	12.12
5	199	12.06

ก. ทำไมนักวิทยาศาสตร์ต้องวัดปริมาตรถึงห้าครั้ง

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	53
เกาหลี	67
จีน-ฮ่องกง	56
สิงคโปร์	58
จีน-ไทเป	76
เฉลี่ยนานาชาติ	30

ข. นักวิทยาศาสตร์รายงานต่อพระราชินีว่า ความหนาแน่นของ  
มงกุฎ คือ  $12.00 \text{ g/cm}^3$  จงแสดงให้เห็นว่านักวิทยาศาสตร์  
ใช้ผลที่ได้ มาทำให้ได้ค่าความหนาแน่นนี้อย่างไร

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	44
เกาหลี	15
จีน-ฮ่องกง	24
สิงคโปร์	47
จีน-ไทเป	28
เฉลี่ยนานาชาติ	14

การให้คะแนน ข้อ ก. (การวัดซ้ำ)

คำตอบถูก

- คำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องอ้างถึงความถูกต้อง ความแม่นยำ ความเชื่อถือได้ ป้องกันความผิดพลาด หรือความไม่แน่นอนจากการทดลอง ของการวัด หรือเหตุผลทำนองเดียวกัน เช่น
  - เพราะว่าอาจมีความผิดพลาดจากการทดลอง จึงวัดห้าครั้งและสามารถคำนวณค่าเฉลี่ย และสามารถรู้ค่าความคลาดเคลื่อน (ความผิดพลาด) ได้ด้วย
  - แต่ละครั้งที่วัด จะได้ค่าใกล้เคียงกัน แต่ไม่ตรงกันทีเดียว ดังนั้นการวัดหลายครั้งจึงมั่นใจได้มากกว่า
  - ต้องการคำตอบที่ถูกต้องมากขึ้น
  - ต้องการหาปริมาตรที่ถูกต้องมากขึ้น
  - เพื่อให้เชื่อถือได้มากขึ้น
- อ้างถึงเฉพาะการคำนวณ ค่าเฉลี่ย หรือค่ากลาง หรือช่วงพิสัย เช่น
  - เพื่อหาปริมาตรเฉลี่ย
  - เพื่อคำนวณค่ากลาง
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- อ้างถึง**ความผิด** หรือการเปลี่ยนแปลงของกรวัด โดยไม่พูดถึงการเฉลี่ย ความถูกต้อง ความแม่นยำ ความเชื่อถือได้ ป้องกันความผิดพลาด หรือความไม่แน่นอน เช่น
  - เชื่อว่ามีการวัดผิดเกิดขึ้น
  - เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง
  - เพื่อให้มั่นใจว่าได้คำตอบถูกต้องและผู้ทดลองจะ**ไม่มีความผิด**
  - เพื่อให้แน่ใจว่าทำถูกแล้ว
  - เพื่อตรวจสอบว่าวัดถูกหรือไม่
- อ้างถึงการทดลองที่ถูกต้อง เพียงตรงแต่ไม่พูดถึงการคำนวณค่าเฉลี่ย ความแม่นยำ ความเชื่อถือได้ ป้องกันความผิดพลาด หรือความไม่แน่นอน เช่น
  - เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นการทดลองที่ถูกต้อง
- คำตอบผิดอื่นๆ

.....

การให้คะแนน ข้อ ข. (ค่าความหนาแน่นของมังกูฏ)

### คำตอบถูก

- แสดงวิธีคำนวณค่าเฉลี่ยที่ถูกต้อง เช่น
  - รวมค่าความหนาแน่น 5 ค่าเข้าด้วยกันแล้วหารด้วย 5 เพื่อหาค่าเฉลี่ย  $(11.88 + 12.00 + 11.94 + 12.12 + 12.06) = 60$ . และ  $60/5 = 12.0$
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- บอกว่าเป็นค่าเฉลี่ย โดยไม่แสดงวิธีทำ หรือวิธีทำผิด เช่น
  - เขาหาค่าเฉลี่ย ของความหนาแน่นทั้ง 5 ค่า
- แสดงวิธีหาความหนาแน่น โดยไม่มีการหาค่าเฉลี่ยหรือค่ากลาง เช่น
  - เขาเอาค่ามวลมาหารด้วยปริมาตร
  - $2400/200 = 12.0$
- คำตอบผิดอื่นๆ



ข้อ 39	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	เคมี	การจัดจำแนกและองค์ประกอบของสาร	การเข้าใจแนวคิด

**มงกุฎโลหะ: ก้อนโลหะทำมาจากอะไร**

ตารางต่อไปนี้แสดงความหนาแน่นของโลหะต่างๆ

โลหะ	ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> )
แพลตตินัม	21.4
ทอง	19.3
เงิน	10.5
ทองแดง	8.9
สังกะสี	7.1
อะลูมิเนียม	2.7

ก. ค่าความหนาแน่นของก้อนโลหะที่นักเรียนคำนวณได้จากข้อ 36  
จงพิจารณาก้อนโลหะในข้อนั้นน่าจะทำจากโลหะใด

คำตอบ \_\_\_\_\_

จงให้คำอธิบายประกอบคำตอบ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	36
เกาหลี	18
จีน-ฮ่องกง	23
สิงคโปร์	36
จีน-ไทเป	29
เฉลี่ยนานาชาติ	16

ข. ความหนาแน่นของมงกุฎคือ 12.0 g/cm<sup>3</sup> นักเรียนจะรายงาน  
พระราชินาว่าช่างอัญมณี ใช้โลหะใดหรือโลหะผสมใด ในการทำ  
มงกุฎ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	1
เกาหลี	19
จีน-ฮ่องกง	20
สิงคโปร์	20
จีน-ไทเป	25
เฉลี่ยนานาชาติ	8

**การให้คะแนน ก.**

ให้คะแนนกับคำตอบที่ระบุว่าทอง และ ให้คำอธิบายที่อยู่บนพื้นฐานของเรื่องความหนาแน่น ถ้าตอบว่าทองแต่ไม่มีคำอธิบายหรืออธิบายผิดถือว่าเป็นคำตอบที่ไม่ถูก ในกรณีที่ตอบโลหะอื่น หรือโลหะหลายชนิดตามความหนาแน่นที่คำนวณผิดในข้อที่ผ่านมา และให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผลตามความหนาแน่นที่คำนวณผิด คำตอบลักษณะนี้เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

### คำตอบถูก

- ตอบทอง โดยมีคำอธิบายจากความหนาแน่นที่คำนวณได้ถูกต้องในข้อที่ผ่านมา ( $19.2 \text{ g/cm}^3$ )
  - ทองเพราะมันมีความหนาแน่นใกล้เคียงที่สุด
  - ทอง ความหนาแน่นเท่าๆ กัน
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- ตอบทอง โดยไม่มีคำอธิบายหรือคำอธิบายผิดโดยไม่ได้ใช้ความหนาแน่น
  - ทอง เพราะส่วนใหญ่แล้วมงกุฎจะทำด้วยสิ่งนี้
- ตอบเงิน (อย่างเดียวหรือผสมกับโลหะอื่น) [สับสนระหว่างความหนาแน่นของมงกุฎกับความหนาแน่นของก้อนโลหะ]
  - ส่วนใหญ่น่าจะเป็นเงินเพราะความหนาแน่นคือ 12 และนั่นคืออันที่ใกล้ที่สุด
- คำตอบที่ไม่ถูกอื่นๆ

### การให้คะแนน ข.

ให้คะแนนกับคำตอบที่ระบุว่ามงกุฎประกอบด้วยโลหะผสม (อัลลอย) และระบุโลหะที่อาจรวมอยู่ในนั้นโดยอ้างถึงความหนาแน่น (ความหนาแน่นของมงกุฎอยู่ระหว่างความหนาแน่นของโลหะบริสุทธิ์ชนิดต่างๆ)

คำตอบที่ระบุว่ามงกุฎประกอบด้วยโลหะผสม (อัลลอย) หรือ**ไม่ใช่**ทองคำบริสุทธิ์โดยไม่อธิบายเพิ่มเติมว่ามีโลหะอะไรบ้างผสมอยู่ ให้เป็นคำตอบที่ไม่ถูก ถ้าคำตอบระบุว่ามงกุฎทำจากพัลลาเดียม (ไม่อยู่ในตารางแต่มีความหนาแน่นเท่ากับ  $12 \text{ g/cm}^3$ ) ควรให้เป็นคำตอบที่ได้คะแนน

### คำตอบถูก

- รายงานว่ามงกุฎทำจากโลหะผสม (อัลลอย) และบอกชื่อโลหะ (แต่ละชนิด) ที่เป็นส่วนผสม (ส่วนผสมที่สมเหตุสมผลตามความหนาแน่น)
  - ช่างอัญมณีใช้ทองและผสมเงินบางส่วน
  - อาจจะมีทองแดงผสมอยู่ด้วยเพราะมันทำให้ความหนาแน่นน้อยลงและลดค่าใช้จ่ายลง
  - ช่างอัญมณีน่าจะใช้เงินทั้งหมดแล้วเคลือบด้วยทองบางๆ เพื่อให้มันดูเป็นทองบริสุทธิ์ แม้ว่ามันจะไม่ใช่ทองก็ตาม
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- รายงานเพียงมงกุฎทำจากโลหะผสมหรือไม่ใช่ทองคำบริสุทธิ์ (หรือคำตอบที่คล้ายกัน) ไม่ได้บอกชื่อโลหะที่เฉพาะเจาะจงแต่อย่างใด
  - ช่างอัญมณีไม่ได้ใช้ก้อนโลหะที่พระราชามอบให้
  - ช่างอัญมณีใช้โลหะมากกว่า 4 ชนิดในการทำมงกุฎ

- รายงานว่าเป็นเงิน (ความหนาแน่นใกล้กับ  $12 \text{ g/cm}^3$  มากที่สุด)
  - โลหะที่ใช้คือเงิน
- รายงานโลหะผสมที่ไม่ถูกต้องโดยการนำความหนาแน่นมาบวกกัน
  - มันเป็นเงินและอลูมิเนียม ( $10.5+2.7$ )
  - โลหะผสมของเงินและอลูมิเนียมเพราะความหนาแน่นของมันรวมกันได้ประมาณ 12.0
  - ทองแดงและอลูมิเนียม
- คำตอบที่ผิดอื่นๆ

ข้อ 40	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แรงและการเคลื่อนที่	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**การขยายผล: กราฟระยะทาง/เวลา**

กราฟข้างล่างเขียนจากการเดินของแมลงเต่าทองตัวหนึ่งที่เดินเป็นเส้นตรง

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	89
เกาหลี	90
จีน-ฮ่องกง	84
สิงคโปร์	90
จีน-ไทเป	80
เฉลี่ยนานาชาติ	71

ถ้าแมลงเต่าทองเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเดิมจะต้องใช้เวลาเท่าไรที่จะเคลื่อนที่ 10 cm

- 1) 4 วินาที
- 2) 6 วินาที
- 3) 20 วินาที
- 4) 25 วินาที

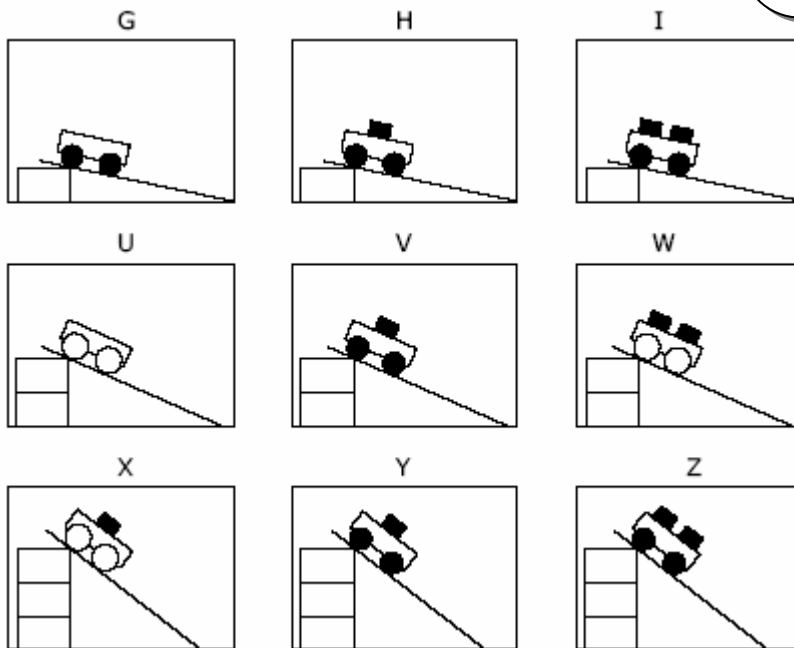
คำตอบถูก	ข้อ 4
----------	-------

ข้อ 41	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แรงและการเคลื่อนที่	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

### การควบคุมการทดลอง

แผนผังข้างล่างแสดงการทดลอง 9 ครั้ง ที่นิสิตทำการทดลองที่ใช้รถลากเล็กๆ ที่มีขนาดต่างกัน สองขนาด และมีกล่องจำนวนแตกต่างกันวางอยู่บนรถ กล่องทุกกล่องมีมวลเท่ากัน เขาใช้รางอันเดียวกันทดลอง แต่ความสูงต่างๆ กัน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	78
เกาหลี	75
จีน-ฮ่องกง	66
สิงคโปร์	79
จีน-ไทเป	63
เฉลี่ยนานาชาติ	43



เขาต้องการทดสอบความคิดของเขาที่ว่ายิ่งวางให้สูงขึ้น รถจะเคลื่อนที่ลงมาเร็วขึ้น เขาควรจะเปรียบเทียบการทดลองสามครั้งใด

1. G, H, และ I
2. I, W, และ Z
3. I, V, และ X
4. U, W, และ X
5. H, V, และ Y

คำตอบถูก	ข้อ 5
----------	-------

ข้อ 42	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แรงและการเคลื่อนที่	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**แนวโน้มของข้อมูล เมื่อมีมวลหลายๆ ขนาดบนลวดสปริง**

ตารางข้างล่างแสดงผลการทดลอง ที่ต้องการสำรวจว่าความยาวของลวดสปริงจะเพิ่มขึ้นอย่างไร เมื่อมีมวลต่างๆ กันมาแขวนอยู่

มวล (g)	ความยาวของสปริง (cm)
0	5
10	7
20	9
30	11
40	12
50	13
60	13

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	56
เกาหลี	68
จีน-ฮ่องกง	55
สิงคโปร์	75
จีน-ไทเป	67
เฉลี่ยนานาชาติ	42

จงบรรยายการเปลี่ยนแปลงความยาวของสปริง เมื่อมีวัตถุที่มีมวลต่างกันห้อยแขวนอยู่

**การให้คะแนน**

คำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องบอกพื้นฐานสองอย่างจากตาราง

- 1) ตอนแรก ความยาวของสปริงเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ (ในอัตราคงที่) เมื่อมวลถูกเพิ่มขึ้น
- 2) หลังจากจุดหนึ่ง (40 กรัม) ความยาวของสปริงเริ่มคงที่ และไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อมวลถูกเพิ่มขึ้น

คำตอบอาจบอกเป็นปริมาณ หรือบอกคร่าว ๆ เชิงคุณภาพ (แม้ไม่ใช่หน่วยความยาวหรือน้ำหนักก็ไม่ถือว่าผิด)

### คำตอบถูก

- คำตอบระบุขอบเขต 1) และ 2) เช่น
  - ขณะที่มวลน้อย ๆ ความยาวเพิ่มขึ้น 2 cm ทุก ๆ 10 กรัม ที่มวล 40 กรัม ความยาวเปลี่ยนเพียง 1 cm และ ที่ 50 กรัม มันไม่ยาวขึ้นอีกต่อไป
  - ความยาวเพิ่มขึ้น 2 หน่วย จนถึง 30 กรัม แล้วเพิ่มขึ้น อีกครวละหนึ่งหน่วย จนถึง 50 กรัม และเพิ่มขึ้น 0 ที่ 60 กรัม
  - ความยาวเพิ่มขึ้นคงที่จนถึง 40 กรัม แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จนกระทั่งความยาว 13 cm ที่ 50 และ 60 กรัม
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

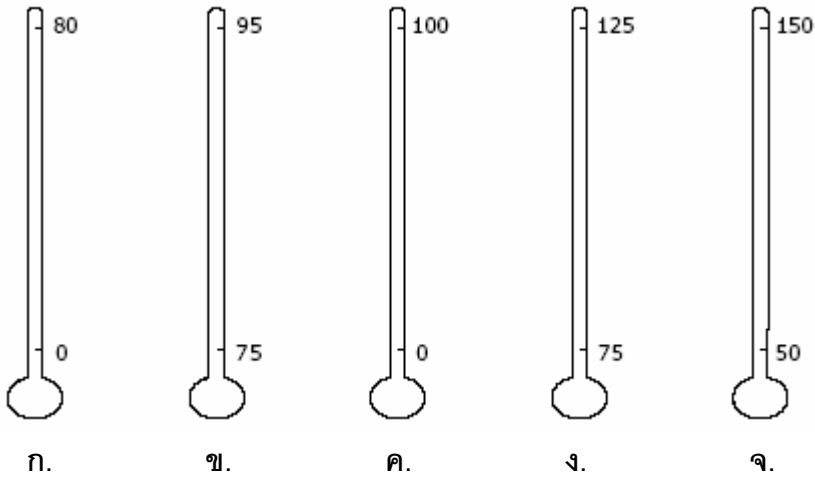
- พูดยังอย่าง 1) อย่างเดียว คำตอบพูดถึงการเพิ่มความยาวเมื่อเพิ่มมวล แต่ไม่พูดถึงเรื่องความยาวที่คงที่ หรือพูดไม่เพียงพอ เช่น
  - ความยาวเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มมวลลงไป
  - ความยาวของสปริงเพิ่มขึ้น 2 ทุกครั้งที่เพิ่มน้ำหนักลงไป
  - ความยาวของสปริงเพิ่มขึ้น 2 ทุกครั้งจนกระทั่ง ถึง 40 กรัม
- พูดยังตอนที่ความยาวคงที่หรือลดลงเมื่อมวลมาก ๆ เช่น
  - ลวดสปริงยืดขึ้น จนถึง 13 cm
  - หลังจาก 50 กรัม ลวดสปริงไม่ยืดเพิ่มขึ้น
  - ลวดสปริงยัดน้อยที่มวลมาก ๆ
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 43	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	ความร้อนและอุณหภูมิ	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดน้ำเดือด**

ที่ระดับความสูงต่างๆ กัน จุดเดือดของน้ำจะแตกต่างกัน  
อยู่ในช่วง 80°C ถึง 100°C เทอร์โมมิเตอร์ที่มีสเกลเป็น  
องศาเซลเซียสที่แสดงไว้ข้างล่างนี้ อันไหนที่จะใช้วัดจุดเดือด  
ของน้ำในช่วงความสูงต่างๆ ได้เที่ยงตรงที่สุด

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	29
เกาหลี	33
จีน-ฮ่องกง	38
สิงคโปร์	25
จีน-ไทเป	30
เฉลี่ยนานาชาติ	20



**เทอร์โมมิเตอร์**

- 1) เทอร์โมมิเตอร์ ก.
- 2) เทอร์โมมิเตอร์ ข.
- 3) เทอร์โมมิเตอร์ ค.
- 4) เทอร์โมมิเตอร์ ง.
- 5) เทอร์โมมิเตอร์ จ.

คำตอบถูก	ข้อ 4
----------	-------

ข้อ 44	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แสง	การเข้าใจแนวคิด

**การเห็นในที่มืด**

คนที่อยู่ในห้องมืดในเวลากลางวัน เมื่อมองออกนอกหน้าต่างจะสามารถมองเห็นคนที่อยู่ข้างนอกได้ชัดเจน แต่คนที่อยู่ข้างนอก จะไม่สามารถมองเห็นคนข้างใน ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

- 1) ไม่มีแสงเพียงพอที่จะสะท้อนจากบุคคลที่อยู่ในห้อง
- 2) รังสีของแสงไม่สามารถผ่านหน้าต่างกลับไปกลับมาสองครั้งได้
- 3) แสงข้างนอกไม่สามารถผ่านหน้าต่างเข้ามาได้
- 4) แสงแดดไม่เข้มข้นมากพอเท่ากับแสงสว่างจากแหล่งอื่น

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	61
เกาหลี	78
จีน-ฮ่องกง	73
สิงคโปร์	87
จีน-ไทเป	79
เฉลี่ยนานาชาติ	66

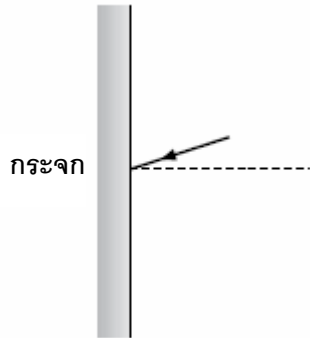
คำตอบถูก	ข้อ 1
----------	-------



ข้อ 45	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แสง	การเข้าใจแนวคิด

**มุมสะท้อนของรังสีแสง**

รังสีของแสงพุ่งเข้าหากระจกตั้งฉาก



ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	80
เกาหลี	81
จีน-ฮ่องกง	68
สิงคโปร์	79
จีน-ไทเป	75
เฉลี่ยนานาชาติ	63

รูปในข้อใดต่อไปนี้ แสดงทิศทางของแสงสะท้อน

1)

2)

3)

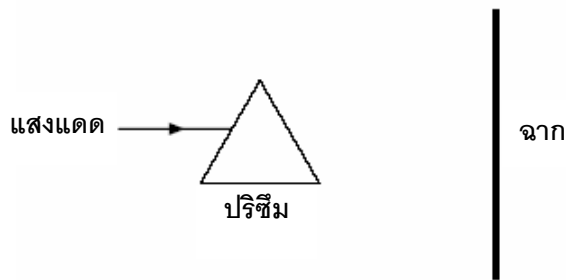
4)

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 46	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แสง	การเข้าใจแนวคิด

### แสงแดดผ่านปริซึม

แผนผังแสดงรังสีของแสงแดดเดินทางผ่านปริซึมกระจก



ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	10
เกาหลี	74
จีน-ฮ่องกง	49
สิงคโปร์	65
จีน-ไทเป	38
เฉลี่ยนานาชาติ	23

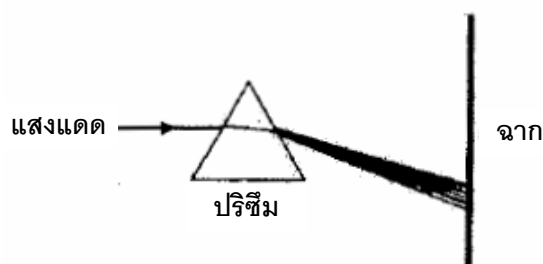
จงบรรยายว่าจะมองเห็นอะไรบนฉาก (อาจจะใช้วาดแผนผังช่วยอธิบายคำตอบของนักเรียนได้)

### การให้คะแนน

คำตอบที่ได้คะแนนเต็มต้องพูดชัดเจนถึงการมองเห็นสีที่ต่างกันบนฉากอาจจะเป็นคำบรรยายหรือการเขียนภาพก็ได้ คำตอบอาจจะไม่จำเป็นต้องเรียงสีให้ถูกต้องตามลำดับก็ถือว่าได้คะแนนเต็ม คำตอบที่ได้คะแนนบางส่วน เป็นคำตอบที่พูดถึงการกระจายแสง แม้ว่าจะไม่บรรยายถึงแสงที่มองเห็นบนฉาก

### คำตอบถูก

- บรรยายหรือวาดภาพสีของแสงในสเปกตรัม เช่น
  - สเปกตรัมของแสง 7 สี ได้แก่ แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง (หรือวาดรูปประกอบ)



- พูดยังสเปกตรัม สีของรังสีต่างๆ (ไม่บอกสีของแสงในสเปกตรัม) เช่น
  - จะเห็นสีบนฉาก เหมือนสีรุ้ง
  - จะเห็นสีทุกสีของสเปกตรัม
  - จะมองเห็นแสงสี 7 สี
- คำตอบถูกอื่นๆ

#### คำตอบได้คะแนนบางส่วน

- บรรยายหรือวาดรูปการกระจายแสง แต่ไม่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นสี เช่น
  - จะมีรังสีหลายรังสีกระจายออกแสงจะกระจายออก
  - แสงจะเข้าไปทางด้านหลังของปริซึม และมองเห็นบนฉาก
- บรรยาย หรือวาดภาพแค่การกระจายแสง (ไม่พูดยังแสงสีต่างๆ) เช่น
  - แสงในปริซึมจะโค้งออก
  - แสงแดดจะผ่านปริซึม ผ่านออกเป็นมุม

#### คำตอบผิด

- บรรยายหรือวาดรูปผิด พูดยังการเกิดเงาของปริซึม เช่น
  - จะเกิดเงาของปริซึมบนฉาก
- อ้างถึงการเห็นแสงบนฉาก (ไม่พูดยังการกระจายแสง) เช่น
  - แสงแดดตกกระทบฉาก
  - ฉากจะสว่างขึ้นเพราะมีแสงส่องไปถึง
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 47	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แสง	การเข้าใจแนวคิด

**ฟ้าแลบก่อนฟ้าร้อง**

คืนวันที่ฝนฟ้าคะนอง มะลิมองออกไปนอกหน้าต่าง เธอเห็นแสงของฟ้าแลบ และอีกสองสามวินาทีต่อมาก็ได้ยินเสียงฟ้าร้องตามมา

จงอธิบายว่าทำไมเธอจึงมองเห็นฟ้าแลบก่อนได้ยินฟ้าร้อง

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	65
เกาหลี	47
จีน-ฮ่องกง	62
สิงคโปร์	88
จีน-ไทเป	70
เฉลี่ยนานาชาติ	42

## การให้คะแนน

### คำตอบถูก

- อ้างถึงแสงเดินทางเร็วกว่าเสียง เช่น
  - ความเร็วของแสงมากกว่าความเร็วของเสียง
  - แสงเดินทางเร็วกว่าเสียง
  - เสียงต้องใช้เวลาเดินทางมากกว่าแสง
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- อ้างถึงแสงอยู่ใกล้กว่า หรือฟ้าร้องอยู่ไกลกว่า เช่น
  - ฟ้าร้องอยู่ไกลกว่ามาก
- อ้างถึงฟ้าแลบเกิดก่อนฟ้าร้อง และฟ้าแลบทำให้เกิดฟ้าร้อง เช่น
  - เสียงเกิดภายหลัง
  - ฟ้าร้องเกิดจากฟ้าแลบ
  - ฟ้าร้องเป็นการสะท้อนของฟ้าแลบ
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 48	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แสง	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

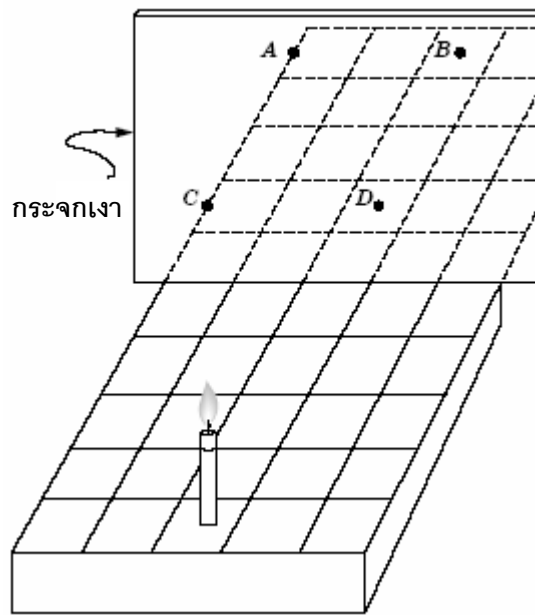
**ตำแหน่งของเทียนที่สะท้อน**

เทียนเล่มหนึ่งถูกวางไว้บนแผ่นที่มีช่องตารางซึ่งอยู่บนน้ำกระจก

ดังรูป

จุดไหนในกระจกที่จะเป็นตำแหน่งที่มองเห็นภาพสะท้อนของ

เทียนในกระจก



ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	75
เกาหลี	77
จีน-ฮ่องกง	80
สิงคโปร์	88
จีน-ไทเป	77
เฉลี่ยนานาชาติ	64

- 1) ที่จุด A
- 2) ที่จุด B
- 3) ที่จุด C
- 4) ที่จุด D

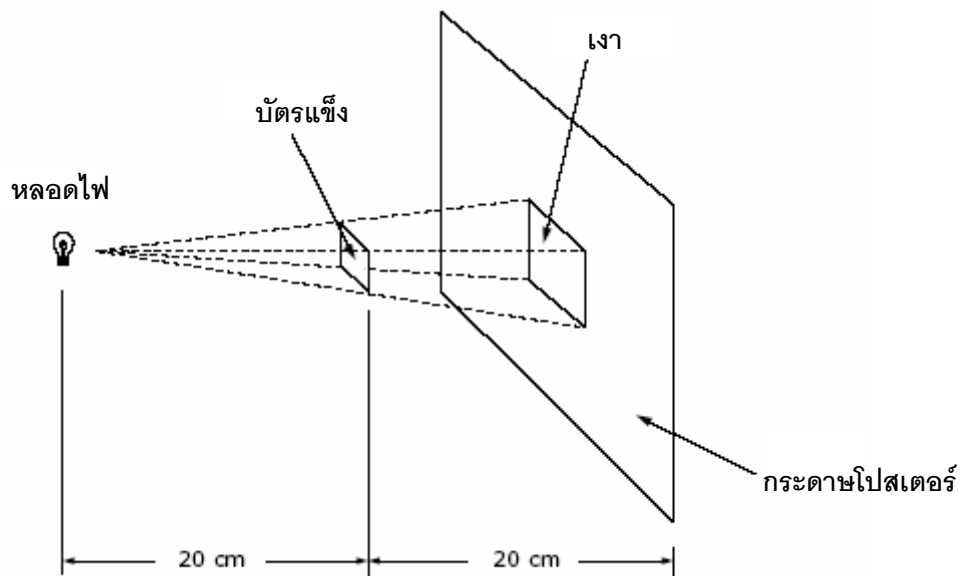
คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 49	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แสง	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

### ขนาดของเงา

หลอดไฟดวงเล็กถูกวางไว้ ทางด้ายซ้ายมือของบัตรแข็งที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสห่าง 20 cm และกระดาษแข็งถูกวางไว้ห่างกระดาษโปสเตอร์ 20 cm ดังรูป เงาของบัตรแข็งจะเกิดขึ้นบนกระดาษโปสเตอร์ วัดขนาดของเงาของบัตรแข็งได้ว่าด้านหนึ่งยาว 10 cm

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	67
เกาหลี	79
จีน-ฮ่องกง	61
สิงคโปร์	66
จีน-ไทเป	68
เฉลี่ยนานาชาติ	59



ถ้ากระดาษโปสเตอร์ ถูกเคลื่อนย้ายออกไปให้ห่างออกไปอีก 40 cm นั่นคือไปอยู่ห่างจากหลอดไฟ 80 cm เงาของบัตรแข็งที่เกิดขึ้นจะมีขนาดของด้านหนึ่งเป็นเท่าไร

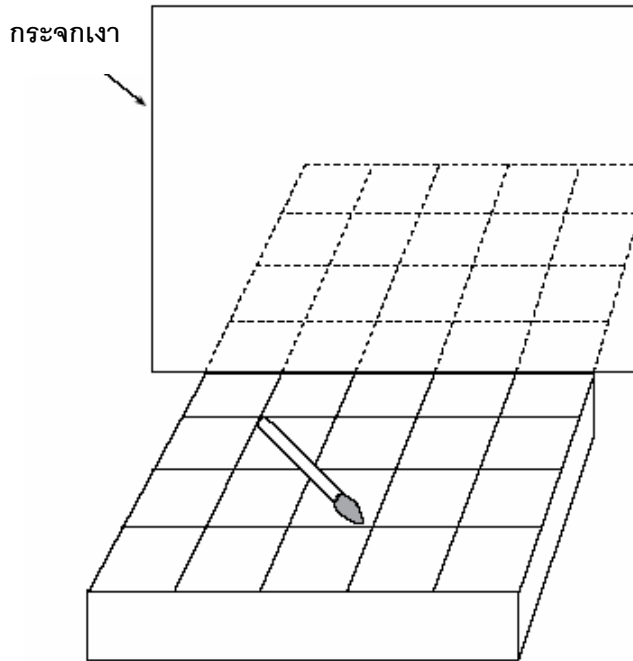
- 1) 5 cm
- 2) 10 cm
- 3) 15 cm
- 4) 20 cm

คำตอบถูก	ข้อ 4
----------	-------

ข้อ 50	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	ฟิสิกส์	แสง	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

### ภาพสะท้อนในกระจก

พู่กันวางอยู่บนหน้ากระจกเงา ดังรูป จงเขียนรูปของพู่กันที่จะมองเห็นปรากฏในกระจกเงา



ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	66
เกาหลี	46
จีน-ฮ่องกง	60
สิงคโปร์	59
จีน-ไทเป	52
เฉลี่ยนานาชาติ	44

### การให้คะแนน

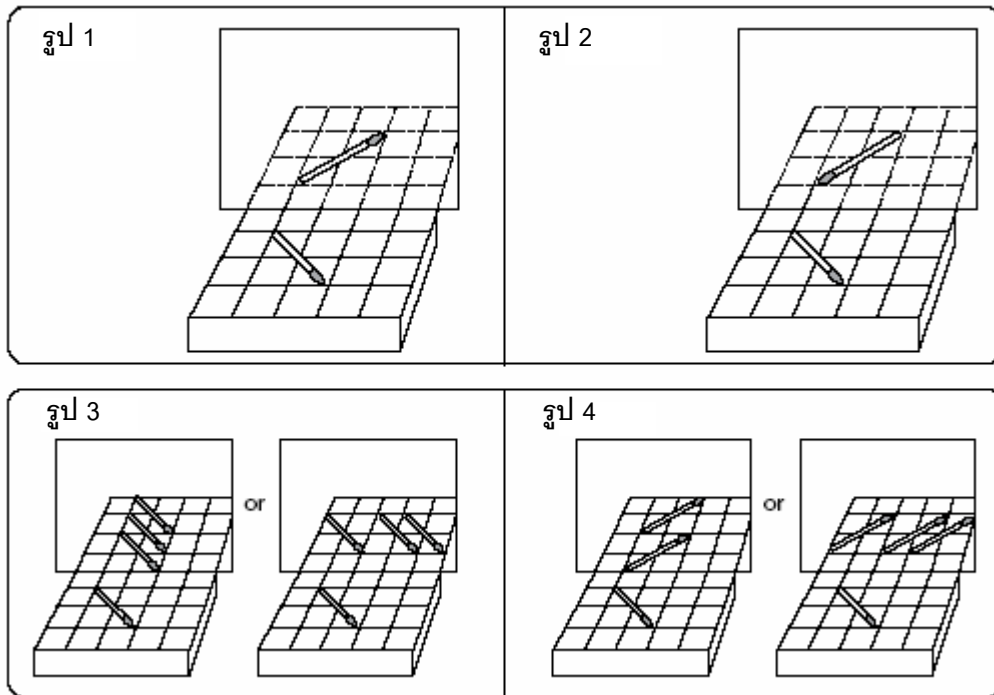
ภาพของพู่กันที่อยู่ในขอบเขตกรอบสี่เหลี่ยมที่ถูกต้อง ให้ถือว่าถูกต้องคะแนนเต็ม ภาพของพู่กันที่อยู่ในขอบเขตกรอบสี่เหลี่ยมที่ถูกต้องแต่ไม่แสดงปลายพู่กันชัดเจนก็ให้ถือว่าถูกต้อง ยกเว้นแสดงขนแปรงปลายพู่กันผิดทิศทาง ให้ถือว่าผิด

### คำตอบถูก

- วางถูกต้องตำแหน่ง ถูกมุม ถูกทิศทาง (รูป 1)

### คำตอบผิด

- วางตำแหน่งและมุมถูก แต่ปลายพู่กันหันไปทางซ้าย (รูป 2)
- วาดรูปขนานกับภาพวัตถุ (รูป 3)
- มุมถูก แต่กรอบผิด (รูป 4) หรือปลายพู่กันผิดทิศ
- คำตอบผิดอื่นๆ



ข้อ 51	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด														
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	โลกในระบบสุริยะและในจักรวาล	การเข้าใจแนวคิด														
<p><b>ลักษณะที่ปรากฏของดาวพฤหัสบดีและดวงจันทร์</b></p> <p>ดาวพฤหัสบดีมีขนาดใหญ่กว่าดวงจันทร์ของโลกแต่เรามองเห็นว่ามันมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเรามองจากโลก ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น</p>																	
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>ประเทศ</th> <th>% ตอบถูก</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ญี่ปุ่น</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>เกาหลี</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>จีน-ฮ่องกง</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>สิงคโปร์</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>จีน-ไทเป</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>เฉลี่ยนานาชาติ</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	ประเทศ	% ตอบถูก	ญี่ปุ่น	75	เกาหลี	83	จีน-ฮ่องกง	76	สิงคโปร์	81	จีน-ไทเป	67	เฉลี่ยนานาชาติ	65
ประเทศ	% ตอบถูก																
ญี่ปุ่น	75																
เกาหลี	83																
จีน-ฮ่องกง	76																
สิงคโปร์	81																
จีน-ไทเป	67																
เฉลี่ยนานาชาติ	65																



## การให้คะแนน

คำตอบที่ถูกต้องกล่าวในเชิงการเปรียบเทียบระยะทางระหว่างดาวพฤหัสบดีและดวงจันทร์เมื่อเปรียบเทียบกับโลก การเปรียบเทียบโดยนัยว่าระยะทางจากดาวพฤหัสบดีไกลกว่ามากถือเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ระยะทางจริงสามารถใช้สื่อถึงการเปรียบเทียบความแตกต่างได้ ระยะทางไม่จำเป็นต้องเป็นตัวเลขที่ถูกต้องสมบูรณ์ ถ้าการเปรียบเทียบระยะทางถูกต้อง คำตอบที่กล่าวเพียงดาวพฤหัสบดีอยู่ไกลมาก หรือดวงจันทร์อยู่ใกล้โดยไม่กล่าวถึงการเปรียบเทียบก็ให้เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

## คำตอบถูก

- อ้างถึงระยะทางของดาวพฤหัสบดีที่ไกลกว่ามาก และ/หรือ ระยะทางของดวงจันทร์ที่สั้นกว่า (จากโลก) ทั้งกล่าวถึงอย่างชัดเจนและโดยนัย
  - ดาวพฤหัสบดีอยู่ไกลจากโลกมากกว่าดวงจันทร์
  - ดวงจันทร์อยู่ใกล้กว่าดาวพฤหัสบดีมาก
  - ดาวพฤหัสบดีอยู่ไกลกว่า
  - มัน (ดาวพฤหัสบดี) อยู่ห่างไกลจากโลก
  - เพราะดาวพฤหัสบดีอยู่ไกลออกไป
  - ดวงจันทร์อยู่ใกล้กับโลกมากซึ่งทำให้มันดูใหญ่กว่า
- คำตอบถูกอื่นๆ

## คำตอบผิด

- อ้างถึงระยะทางแต่คำอธิบายถึงผลของระยะทางจากดาวพฤหัสบดีหรือดวงจันทร์ต่อขนาดในการมองเห็นยังไม่ชัดเจน
  - เพราะระยะทาง
  - ดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดีอยู่ใกล้กว่า
- อ้างถึงดวงจันทร์อยู่ไกลกว่า หรือดาวพฤหัสบดีอยู่ใกล้กับโลกมากกว่า
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 52	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	โลกในระบบสุริยะและในจักรวาล	การเข้าใจแนวคิด

**ทำไมดวงจันทร์จึงเปลี่ยนรูปร่าง**

รูปร่างของดวงจันทร์ที่ปรากฏเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในแต่ละเดือน  
ข้อใดต่อไปนี้อธิบายว่าทำไมรูปร่างของดวงจันทร์ที่ปรากฏจึงมีการเปลี่ยนแปลงได้ดีที่สุด

- 1) โลกหมุนรอบตัวเอง
- 2) ดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง
- 3) ดวงจันทร์โคจรรอบโลก
- 4) เมฆบังดวงจันทร์

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	58
เกาหลี	58
จีน-ฮ่องกง	72
สิงคโปร์	58
จีน-ไทเป	57
เฉลี่ยนานาชาติ	50

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 53	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	โลกในระบบสุริยะและในจักรวาล	การเข้าใจแนวคิด

**ตำแหน่งของดวงจันทร์ในขณะเกิดสุริยุปราคา**

วาดตำแหน่งของดวงจันทร์บนแผนภาพด้านล่างเพื่อแสดงให้เห็นว่าการเกิดสุริยุปราคา มีลักษณะอย่างไร

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	61
เกาหลี	59
จีน-ฮ่องกง	76
สิงคโปร์	70
จีน-ไทเป	62
เฉลี่ยนานาชาติ	53

ดวงอาทิตย์

โลก

## การให้คะแนน

ให้คะแนนกับคำตอบที่ดวงจันทร์อยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ภายในบริเวณที่เป็นเงา ดังแสดงในแผนภาพด้านล่าง คำตอบอาจจะแสดงเงาบนโลกที่เกิดจากพระจันทร์ คำตอบที่ได้คะแนนควรบอกตำแหน่งของดวงจันทร์ได้อย่างถูกต้อง แม้ว่าเงาจะวาดเงาผิด เพราะคำถามไม่ได้บอกอย่างชัดเจนว่าต้องการให้วาดเงา ความผิดพลาดในเรื่องขนาดหรือระยะทางของดวงจันทร์จะไม่นำมาพิจารณา

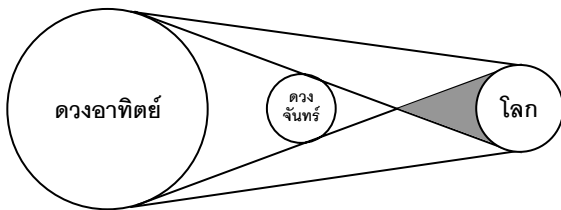
### คำตอบถูก

- วาดดวงจันทร์อยู่ระหว่างดวงอาทิตย์และโลกภายในบริเวณที่เป็นเงา

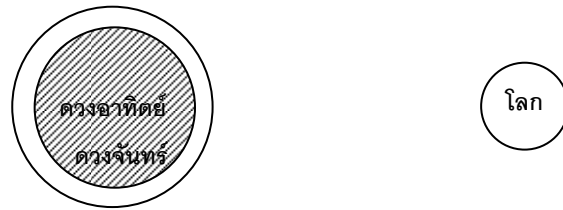
### คำตอบผิด

- วาดดวงจันทร์อยู่อีกด้านหนึ่งของโลก (จันทร์ปราคา)
- วาดดวงจันทร์ซ้อนทับดวงอาทิตย์ (ที่ศูนย์กลาง หรือ เกิด “คราส” เพียงบางส่วน)
- คำตอบผิดอื่นๆ

#### คำตอบถูก



#### คำตอบผิด



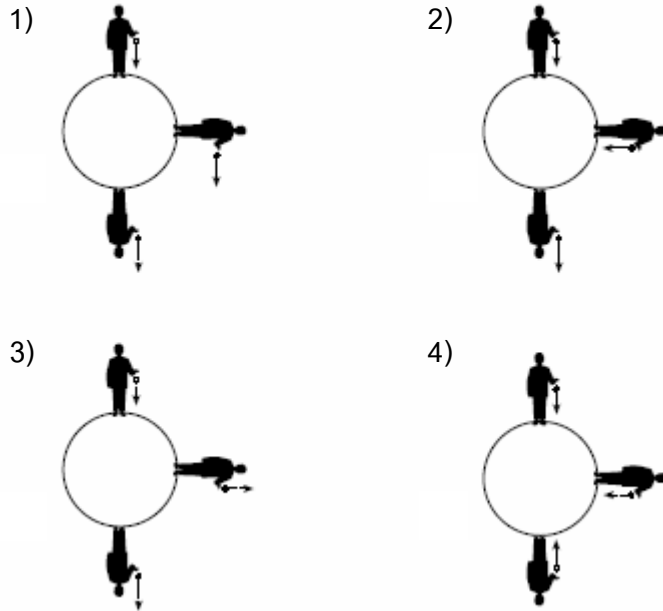
ข้อ 54	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	โลกในระบบสุริยะและในจักรวาล	การเข้าใจแนวคิด

ทิศทางที่ลูกบอลร่วงสู่พื้น															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ประเทศ</th> <th>% ตอบถูก</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ญี่ปุ่น</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>เกาหลี</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>จีน-ฮ่องกง</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>สิงคโปร์</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>จีน-ไทเป</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>เฉลี่ยนานาชาติ</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table>	ประเทศ	% ตอบถูก	ญี่ปุ่น	92	เกาหลี	90	จีน-ฮ่องกง	81	สิงคโปร์	80	จีน-ไทเป	86	เฉลี่ยนานาชาติ	70
ประเทศ	% ตอบถูก														
ญี่ปุ่น	92														
เกาหลี	90														
จีน-ฮ่องกง	81														
สิงคโปร์	80														
จีน-ไทเป	86														
เฉลี่ยนานาชาติ	70														

รูปภาพด้านบนแสดงรูปคน 3 คนถือลูกบอลยืนอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆ บนโลก ถ้าคนเหล่านั้นปล่อยลูกบอล แรงโน้มถ่วงจะทำให้มันร่วงจากมือ

ภาพใดต่อไปนี่ที่แสดงทิศทางที่ลูกบอลของทั้ง 3 ตำแหน่งตกได้ดีที่สุด



คำตอบถูก	ข้อ 4
----------	-------

ข้อ 55	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	โลกในระบบสุริยะและในจักรวาล	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**ดวงอาทิตย์**

ดวงอาทิตย์เป็นตัวอย่างของข้อใดต่อไปนี้

- 1) ดาวหาง
- 2) ดาวเคราะห์
- 3) กาแล็กซี
- 4) ดาวฤกษ์

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	37
เกาหลี	29
จีน-ฮ่องกง	65
สิงคโปร์	56
จีน-ไทเป	54
เฉลี่ยนานาชาติ	60

คำตอบถูก	ข้อ 4
----------	-------

ข้อ 56	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	โลกในระบบสุริยะและในจักรวาล	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

### อุณหภูมิบนพื้นผิวของดาวศุกร์และดาวพุธ

ตารางแสดงข้อมูลบางประการเกี่ยวกับดาวศุกร์และดาวพุธ

	อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิว (°C)	องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศ	ค่าเฉลี่ยระยะห่างจากดวงอาทิตย์ (ล้านกิโลเมตร)	เวลาในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ (จำนวนวัน)
ดาวศุกร์	470	ส่วนใหญ่เป็นคาร์บอนไดออกไซด์	108	225
ดาวพุธ	300	มีก๊าซเบาบาง	58	88

ข้อใดอธิบายว่าทำไมอุณหภูมิบนพื้นผิวของดาวศุกร์จึงสูงกว่าดาวพุธได้ดีที่สุด

- 1) ดาวศุกร์มีการดูดซับแสงอาทิตย์ได้น้อยกว่าเพราะขาดก๊าซที่เป็นบรรยากาศ
- 2) เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศของดาวศุกร์ที่สูงเป็นสาเหตุให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
- 3) ดาวศุกร์มีการโคจรรอบดวงอาทิตย์นานกว่าทำให้ดูดซับความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้มากกว่า
- 4) ดาวพุธได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรงน้อยกว่าเพราะมันอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่า

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	47
เกาหลี	70
จีน-ฮ่องกง	69
สิงคโปร์	60
จีน-ไทเป	69
เฉลี่ยนานาชาติ	36

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 57	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	กระบวนการ วิจารณ์ และ ประวัติศาสตร์โลก	การเข้าใจแนวคิด

**ข้อความเกี่ยวกับอายุของภูเขาที่เป็นความจริง**

รูปภาพแสดงภูเขาสองลูกที่แตกต่างกัน ภูเขาในรูป ก. ชรุขระ และเป็นรอยหยัก ภูเขาในรูป ข. เรียบและมีรูปร่างกลม

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	22
เกาหลี	42
จีน-ฮ่องกง	20
สิงคโปร์	12
จีน-ไทเป	21
เฉลี่ยนานาชาติ	30



รูป ก.



รูป ข.

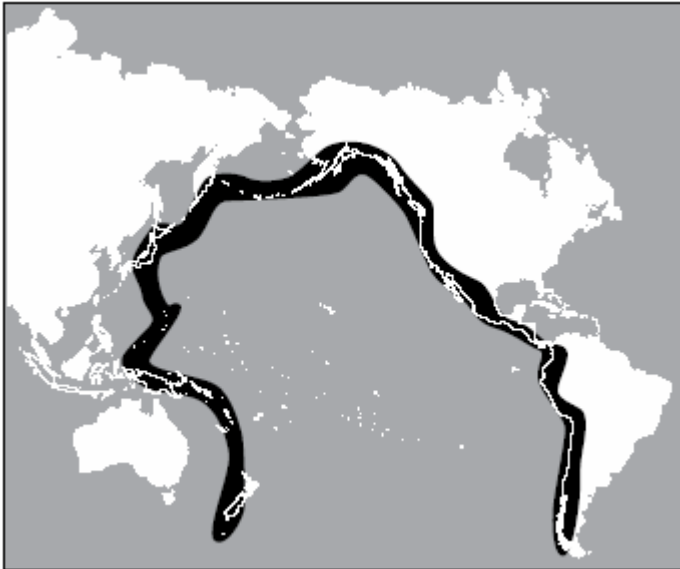
ข้อความเกี่ยวกับภูเขาในข้อใดที่น่าจะเป็นจริง

- 1) ภูเขาในรูป ก. มีอายุมากกว่า
- 2) ภูเขาในรูป ข. มีอายุมากกว่า
- 3) ภูเขาน่าจะมีอายุประมาณเดียวกันแต่เกิดขึ้นจากวิธีที่ต่างกัน
- 4) ภูเขาน่าจะมีอายุประมาณเดียวกันแต่อยู่ในซีกโลกที่ต่างกัน

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 58	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	กระบวนการ วิจัยจักร และประวัติศาสตร์โลก	การเข้าใจแนวคิด

วงแหวนไฟแห่งแปซิฟิก (Pacific Ring of Fire)



ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	74
เกาหลี	62
จีน-ฮ่องกง	77
สิงคโปร์	63
จีน-ไทเป	70
เฉลี่ยนานาชาติ	48

แผนภาพด้านบนแสดงวงแหวนไฟแห่งแปซิฟิก แผ่นดินไหวและกิจกรรมของภูเขาไฟเกิดขึ้นตามแนวของวงแหวนไฟ ข้อใดอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นได้ดีที่สุด

- 1) มันอยู่ตรงขอบระหว่างแผ่นเปลือกโลก
- 2) มันอยู่ตรงขอบระหว่างน้ำตื้นและน้ำลึก
- 3) มันอยู่ตรงที่ที่กระแสน้ำในมหาสมุทรมาบรรจบกัน
- 4) มันอยู่ตรงที่ที่อุณหภูมิของมหาสมุทรสูงที่สุด

คำตอบถูก	ข้อ 1
----------	-------

ข้อ 59	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	กระบวนการ วัฏจักร และประวัติศาสตร์โลก	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**สารที่ไม่ใช่เชื้อเพลิงฟอสซิล**

ข้อใดไม่ใช่เชื้อเพลิงฟอสซิล

- 1) ถ่านหิน
- 2) น้ำมัน
- 3) ไม้
- 4) ก๊าซธรรมชาติ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	67
เกาหลี	71
จีน-ฮ่องกง	67
สิงคโปร์	82
จีน-ไทเป	87
เฉลี่ยนานาชาติ	62

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 60	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	กระบวนการ วัฏจักร และประวัติศาสตร์โลก	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**เชื้อเพลิงฟอสซิล**

เชื้อเพลิงฟอสซิลเกิดขึ้นจาก

- 1) ภูเขาไฟ
- 2) ซากของสิ่งมีชีวิต
- 3) ก๊าซในบรรยากาศ
- 4) น้ำที่ถูกกักอยู่ในหิน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	51
เกาหลี	56
จีน-ฮ่องกง	77
สิงคโปร์	81
จีน-ไทเป	79
เฉลี่ยนานาชาติ	52

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------



ข้อ 61	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	กระบวนการ วิจัย และ ประวัติศาสตร์โลก	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

### ตารางอุณหภูมิ/เวลา

ตารางแสดงอุณหภูมิของสถานที่แห่งหนึ่ง ณ เวลาต่างๆ ของวันเป็นเวลา 3 วัน

	6.00 น.	9.00 น.	12.00 น.	15.00 น.	18.00 น.
วันจันทร์	15°C	17°C	20°C	21°C	19°C
วันอังคาร	15°C	15°C	15°C	5°C	4°C
วันพุธ	8°C	10°C	14°C	14°C	13°C

เวลาใดที่ลมกลายเป็นลมหนาว

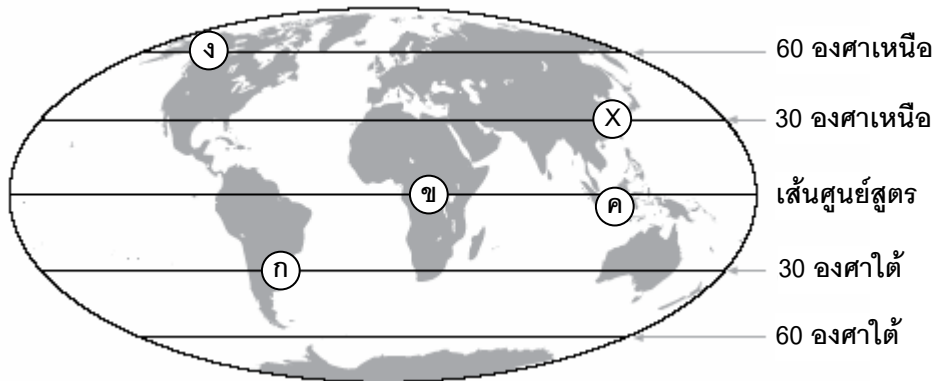
- 1) วันจันทร์เช้า
- 2) วันจันทร์บ่าย
- 3) วันอังคารเช้า
- 4) วันอังคารบ่าย
- 5) วันพุธบ่าย

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	96
เกาหลี	87
จีน-ฮ่องกง	87
สิงคโปร์	89
จีน-ไทเป	87
เฉลี่ยนานาชาติ	73

คำตอบถูก	ข้อ 4
----------	-------

ข้อ 62	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	กระบวนการ วิจัยจักร และประวัติศาสตร์โลก	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

แผนที่โลกกับเส้นรุ้ง (ละติจูด)



แผนภาพด้านบนแสดงแผนที่โลกที่มีเส้นรุ้งขีดกำกับไว้ สถานที่ที่ทำเครื่องหมายไว้บนแผนที่โลกแห่งใดน่าจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีคล้ายกับสถานที่ X

- 1) สถานที่ ก.
- 2) สถานที่ ข.
- 3) สถานที่ ค.
- 4) สถานที่ ง.

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	49
เกาหลี	64
จีน-ฮ่องกง	51
สิงคโปร์	63
จีน-ไทเป	65
เฉลี่ยนานาชาติ	48

คำตอบถูก	ข้อ 1
----------	-------

ข้อ 63	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	กระบวนการ วัฏจักร และประวัติศาสตร์โลก	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

### หินในถ้ำใต้ดิน

ถ้ำใต้ดินส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของน้ำต่อ

- 1) หินแกรนิต
- 2) หินปูน
- 3) หินทราย
- 4) หินดินดาน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	26
เกาหลี	78
จีน-ฮ่องกง	25
สิงคโปร์	47
จีน-ไทเป	75
เฉลี่ยนานาชาติ	46

คำตอบถูก	ข้อ 2
----------	-------

ข้อ 64	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	โครงสร้างของโลกและลักษณะทางกายภาพ	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

### ปริมาณก๊าซในชั้นบรรยากาศ

ก๊าซที่พบในชั้นบรรยากาศ 3 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน และออกซิเจน ก๊าซทั้งสามตามปริมาณที่พบในบรรยากาศ มีลำดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดคืออะไร

- 1) ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์
- 2) ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน
- 3) ออกซิเจน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์
- 4) คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ไนโตรเจน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	49
เกาหลี	36
จีน-ฮ่องกง	56
สิงคโปร์	39
จีน-ไทเป	56
เฉลี่ยนานาชาติ	28

คำตอบถูก	ข้อ 1
----------	-------

ข้อ 65	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก	โครงสร้างของโลกและลักษณะทางกายภาพ	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**การเปลี่ยนแปลงรูปร่างและความเร็วของแม่น้ำ**

แม่น้ำสายเล็กๆ ที่ไหลเร็วจะพบในหุบเขาที่เป็นรูปตัว V บนทางลาดชันของภูเขา ถ้านักเรียนติดตามแม่น้ำไปจนถึงส่วนที่ไหลผ่านที่ราบ นักเรียนคิดว่ารูปร่างของแม่น้ำน่าจะมึลักษณะเป็นเช่นไรเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะที่พบบนภูเขา

- 1) ส่วนใหญ่จะเหมือนเดิม
- 2) ลึกขึ้นและเร็วขึ้น
- 3) ช้าลงและกว้างขึ้น
- 4) เป็นเส้นตรงมากขึ้น

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	84
เกาหลี	61
จีน-ฮ่องกง	48
สิงคโปร์	62
จีน-ไทเป	73
เฉลี่ยนานาชาติ	52

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 66	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**คาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศ**

การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์อาจส่งผลกระทบต่อโลกของเรา

- 1) ภูมิอากาศที่ร้อนมากขึ้น
- 2) ภูมิอากาศที่เย็นมากขึ้น
- 3) ลดความชื้นสัมพัทธ์
- 4) เพิ่มโอโซนในชั้นบรรยากาศ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	80
เกาหลี	65
จีน-ฮ่องกง	72
สิงคโปร์	83
จีน-ไทเป	62
เฉลี่ยนานาชาติ	45

คำตอบถูก	ข้อ 1
----------	-------

ข้อ 67	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**สาเหตุหลักของฝนกรด**

หนึ่งในสาเหตุหลักของฝนกรดคือ

- 1) ของเสียจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
- 2) การรั่วไหลจากโรงงานผลิตสารเคมี
- 3) ก๊าซจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล
- 4) เพิ่มไอโซนในชั้นบรรยากาศ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	38
เกาหลี	40
จีน-ฮ่องกง	56
สิงคโปร์	61
จีน-ไทเป	67
เฉลี่ยนานาชาติ	23

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 68	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**กิจกรรมเพื่อลดมลภาวะทางอากาศในเมืองใหญ่**

กิจกรรมประจำวันในข้อใดที่สามารถช่วยลดมลภาวะทางอากาศในเมืองใหญ่ได้

- 1) ลดเสียงของโทรทัศน์
- 2) ใช้วัสดุที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
- 3) ใช้บริการขนส่งมวลชนแทนการขับรถ
- 4) นำกระดาษกลับมาใช้ใหม่

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	58
เกาหลี	91
จีน-ฮ่องกง	84
สิงคโปร์	81
จีน-ไทเป	79
เฉลี่ยนานาชาติ	55

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 69	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	การใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	การเข้าใจแนวคิด

**ทรัพยากรธรรมชาติเปลี่ยนแปลง**

น้ำมันเป็นตัวอย่างของทรัพยากรธรรมชาติเปลี่ยนแปลง ข้อใดเป็นอีกตัวอย่างของทรัพยากรธรรมชาติเปลี่ยนแปลง

- 1) ไม้
- 2) น้ำทะเล
- 3) แสงแดด
- 4) ถ่านหิน

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	39
เกาหลี	69
จีน-ฮ่องกง	80
สิงคโปร์	86
จีน-ไทเป	79
เฉลี่ยนานาชาติ	52

คำตอบถูก	ข้อ 4
----------	-------

ข้อ 70	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	การใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	การเข้าใจแนวคิด

**แหล่งพลังงานหมุนเวียน**

จงบอกแหล่งพลังงานหมุนเวียนมาหนึ่งอย่าง และอธิบายวิธีที่ผู้คนจะใช้พลังงานนั้นๆ มาหนึ่งวิธี

แหล่งพลังงาน \_\_\_\_\_

วิธีการใช้ \_\_\_\_\_

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	9
เกาหลี	21
จีน-ฮ่องกง	64
สิงคโปร์	47
จีน-ไทเป	36
เฉลี่ยนานาชาติ	25

## การให้คะแนน

ให้คะแนนกับคำตอบที่บอกชื่อแหล่งพลังงานหรือเครื่องมือที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ และการใช้ที่ระบุว่าพลังงานจากแหล่งหรือเครื่องมือนั้นนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างไร สำหรับคำตอบที่บอกชื่อแหล่งพลังงานหรือเครื่องมือที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยมีคำอธิบายถึงการนำไปใช้ที่ไม่เพียงพอถือเป็นคำตอบที่ไม่ได้คะแนน

### คำตอบถูก

- ดวงอาทิตย์ หรือแสงอาทิตย์ (พลังงานแสงอาทิตย์) โดยมีคำอธิบายถึงการใช้งานที่ถูกต้อง
  - ดวงอาทิตย์ มันทิ้งน้ำจากแผงรับแสงอาทิตย์
  - แสงอาทิตย์ มันทิ้งน้ำให้เราอบอุ่น
- ลม (กังหันลม) โดยมีคำอธิบายถึงการใช้งานที่ถูกต้อง
  - กังหันลม สำหรับบดข้าวโพด หรือสูบน้ำ
  - กังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า
- น้ำ (คลื่น น้ำขึ้น-น้ำลง กังหันน้ำ อื่นๆ) โดยมีคำอธิบายถึงการใช้งานที่ถูกต้อง
  - กังหันลม สำหรับบดข้าวโพด หรือสูบน้ำ
  - กังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- บอกชื่อเชื้อเพลิงฟอสซิล (เช่น ถ่านหิน น้ำมัน น้ำมันเชื้อเพลิง)
  - ก๊าซ คุณสามารถใช้สำหรับทำความร้อนได้
- บอกชื่อแหล่งพลังงานหรือเครื่องมือที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยมีคำอธิบายถึงการนำไปใช้ที่ไม่เพียงพอ
  - น้ำ คุณสามารถทำให้มันร้อน แข็งตัว และละลายได้
  - แสงอาทิตย์
  - กังหันลม
- ตอบ “แสง” (โดยไม่มีสิ่งที่เชื่อมโยงกับดวงอาทิตย์) โดยมีหรือไม่มีคำอธิบายถึงการนำไปใช้
  - พลังงานแสง มันช่วยให้เรามองเห็น
  - แสง
- คำตอบผิดอื่นๆ
  - ไฟฟ้า ใช้สำหรับทำอาหาร
  - แบตเตอรี่ ให้พลังงานกับไฟฉาย

ข้อ 71	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	การใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	การเข้าใจแนวคิด

**กลุ่มของแหล่งพลังงานหมุนเวียน**

กลุ่มใดเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนทั้งหมด

- ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ
- ดวงอาทิตย์ น้ำมัน และ พลังงานความร้อนใต้พิภพ
- ลม ดวงอาทิตย์ และน้ำขึ้น-น้ำลง
- ก๊าซธรรมชาติ ดวงอาทิตย์ และน้ำขึ้น-น้ำลง

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	66
เกาหลี	77
จีน-ฮ่องกง	84
สิงคโปร์	76
จีน-ไทเป	74
เฉลี่ยนานาชาติ	53

คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------

ข้อ 72	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	การใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

**การทะเล็มหญ้ามากเกินไปจากปศุสัตว์**

การทะเล็มหญ้ามากเกินไปของปศุสัตว์ก่อให้เกิดปัญหาใหญ่  
ปัญหานั้นคือ

- การหมดไปของน้ำใต้ดิน
- การเพิ่มของมลภาวะ
- การกร่อนของหน้าดิน
- ฝนกรด

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	63
เกาหลี	-
จีน-ฮ่องกง	68
สิงคโปร์	70
จีน-ไทเป	88
เฉลี่ยนานาชาติ	56

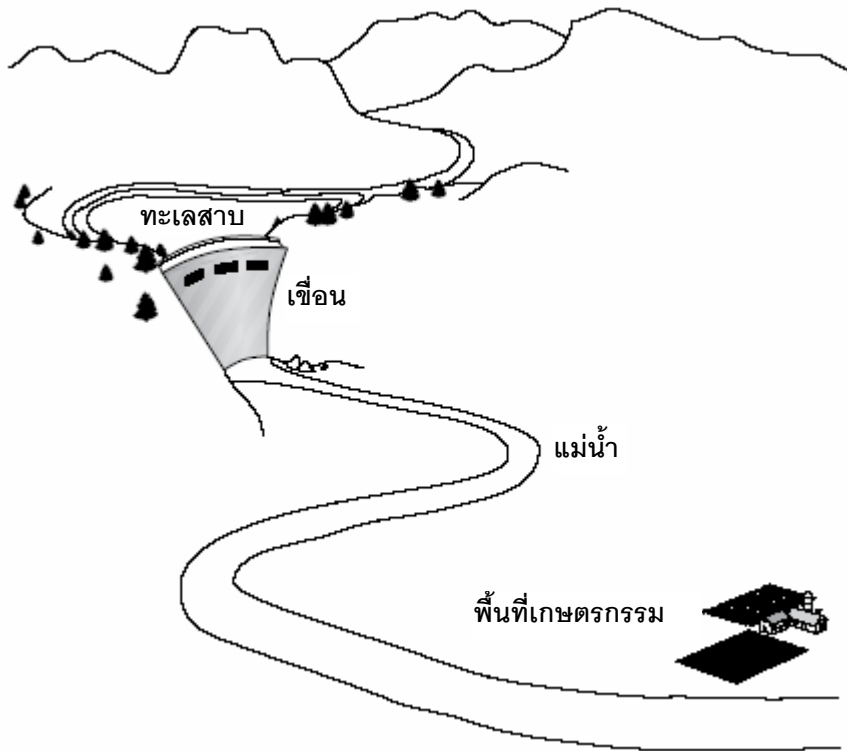
คำตอบถูก	ข้อ 3
----------	-------



ข้อ 73	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	การใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	การให้เหตุผลและการวิเคราะห์

**ผลกระทบของเขื่อนในด้านบวกและด้านลบ**

แผนภาพแสดงพื้นที่เกษตรกรรมในหุบเขาที่เพิ่งมีการสร้างเขื่อน



การมีเขื่อนสามารถส่งผลทั้งทางบวกและทางลบต่อการทำเกษตรกรรมในหุบเขา

ก. อธิบายผลทางด้านบวกของเขื่อนต่อการทำเกษตรกรรมมา

1 ข้อ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	77
เกาหลี	83
จีน-ฮ่องกง	78
สิงคโปร์	72
จีน-ไทเป	87
เฉลี่ยนานาชาติ	60

ข. อธิบายผลทางด้านลบของเขื่อนต่อการทำเกษตรกรรมมา  
1 ข้อ

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	38
เกาหลี	41
จีน-ฮ่องกง	57
สิงคโปร์	46
จีน-ไทเป	68
เฉลี่ยนานาชาติ	44

## การให้คะแนน

### รหัสสำหรับผลด้านบวก

ให้คะแนนกับคำตอบที่ระบุผลด้านบวกของเขื่อนที่เชื่อมโยงกับการทำเกษตรกรรมในหุบเขาอย่างชัดเจน

### คำตอบถูก

- กล่าวว่าเขื่อนป้องกันน้ำท่วม
  - ถ้าไม่มีเขื่อน พายุลูกใหญ่สามารถทำให้เกิดน้ำท่วมได้
  - ไม่มีโอกาสเกิดน้ำท่วม
  - มันชะลอการไหลของแม่น้ำดังนั้นมันจะไม่ท่วมทันขึ้นมามาทำลายพืชผล
- กล่าวว่าเขื่อนควบคุมการส่งน้ำ
  - มันเก็บน้ำไว้สำหรับหน้าร้อน
  - เขื่อนจะปล่อยน้ำในปริมาณที่พอดี
  - มันพบน้ำปริมาณมากให้เข้าใกล้พื้นที่เกษตรกรรมมากขึ้น
  - มันทำให้การจัดสรรน้ำง่ายขึ้น
- กล่าวถึงประโยชน์ต่อดินที่เกิดจากเขื่อน
  - ทำให้หน้าดินเพิ่มขึ้น
  - ควบคุมการกัดเซาะ
  - ดินจะอุดมสมบูรณ์มากขึ้นเพราะได้รับน้ำปริมาณมาก
- กล่าวว่าเขื่อนเป็นแหล่งผลิตพลังงาน
  - เกษตรกรจะมีไฟฟ้าใช้
  - พื้นที่เกษตรกรรมสามารถใช้ไฟฟ้าพลังน้ำเป็นแหล่งพลังงาน
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- กล่าวถึงผลด้านบวกแต่ไม่บอกในเรื่องของเกษตรกรรมหรือผลของเขื่อนอย่างชัดเจน
  - มันให้น้ำดื่มที่ดีกว่า

- น้ำดีสำหรับพืชผล
- มันทำให้แม่น้ำเล็กลงสำหรับการว่ายน้ำและตกปลา
- บอกผลด้านลบ
  - มันอาจกั้นไม่ให้พื้นที่เกษตรกรรมได้รับน้ำอย่างเพียงพอ
  - น้ำอาจอยู่ในระดับที่สูงมากและอาจไหลท่วม
- คำตอบผิดอื่นๆ

### รหัสสำหรับผลด้านลบ

ให้คะแนนกับคำตอบที่ระบุผลด้านลบของเขื่อนที่เชื่อมโยงกับการทำเกษตรกรรมในหุบเขาอย่างชัดเจน

### คำตอบถูก

- กล่าวถึงการพังทลายของเขื่อน
  - ถ้าเขื่อนพังน้ำอาจท่วมหุบเขาและพืชผล
  - ถ้ามีการรั่ว น้ำจากทั้งเขื่อนอาจท่วมและทำลายทุกสิ่ง
- กล่าวว่าน้ำจะแห้งหรือลดการส่งน้ำลง
  - ไม่มีหรือลดการส่งน้ำเพราะเขื่อนไม่ปล่อยให้ น้ำไหลผ่าน
  - พื้นที่เพาะปลูกอาจแห้งผากเพราะมีน้ำน้อยเกินไป
  - มันทำให้แม่น้ำไหลช้าลงมากเกินไปและพื้นที่เกษตรอาจได้รับน้ำไม่เพียงพอ
- กล่าวถึงปัญหาของดินที่เกิดจากเขื่อน
  - ไม่มีสารอาหารเพิ่มเติมจากการเกิดน้ำท่วม
  - สารอาหารที่มากมายในน้ำจะไม่ขึ้นมาจากพื้นที่เพาะปลูก
- กล่าวว่าเขื่อนไปรบกวนสมดุลของระบบนิเวศ
  - เขื่อนอาจไปเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของพื้นที่เกษตร
  - เขื่อนอาจไปรบกวนระบบนิเวศของพื้นที่เกษตร
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบผิด

- กล่าวถึงผลด้านลบแต่ไม่บอกในเรื่องของเกษตรกรรมหรือผลของเขื่อนอย่างชัดเจน
  - มันระเบิด
  - มันก็กำลังจะเป็นสถานที่ที่ดึงดูดนักท่องเที่ยว
  - น้ำท่วม [ไม่ได้บอกว่าเขื่อนก่อให้เกิดน้ำท่วมได้อย่างไร]
  - ปลาจำนวนมากจะตายเพราะถิ่นที่อยู่ของพวกมันเปลี่ยนแปลงไป
  - ปลาไม่สามารถว่ายน้ำทวนน้ำ
- บอกผลด้านลบ
  - มันอาจกั้นไม่ให้พื้นที่เกษตรกรรมได้รับน้ำอย่างเพียงพอ
  - น้ำอาจอยู่ในระดับที่สูงมากและอาจไหลท่วม
- คำตอบผิดอื่นๆ

ข้อ 74	เนื้อหาสาระ	หัวข้อหลัก	การคิด
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	การใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

**น้ำดื่มจากน้ำทะเล**

น้ำทะเลมีเกลือละลายอยู่และไม่เหมาะสำหรับการดื่ม  
อธิบายกระบวนการที่สามารถทำน้ำดื่มหนึ่งแก้วจาก  
น้ำทะเลหนึ่งถัง

ประเทศ	% ตอบถูก
ญี่ปุ่น	19
เกาหลี	22
จีน-ฮ่องกง	20
สิงคโปร์	35
จีน-ไทเป	7
เฉลี่ยนานาชาติ	10

### การให้คะแนน

ให้คะแนนกับคำตอบที่บอกกระบวนการที่แสดงถึงวิธีในการแยกน้ำออกจากเกลือและเก็บส่วนน้ำบริสุทธิ์ไว้ วิธีที่ง่ายที่สุดคือการกลั่น แต่วิธีอื่นๆ ที่ถูกต้องได้แก่ วิธีแช่แข็ง หรือวิธีเวิร์สออสโมซิส เป็นคำตอบที่ถูกต้องเช่นกัน ให้คะแนนตอบถูกบางส่วนกับคำตอบที่บอกเฉพาะส่วนของการแยกสารจากกระบวนการทั้งหมด คำตอบที่ตอบว่าการต้มให้เดือดหรือการกรองโดยไม่ได้ออกว่าแยกน้ำและเกลืออย่างไรให้เป็นคำตอบที่ผิด

### คำตอบถูก

- อธิบายกระบวนการที่ถูกต้อง โดยมีขั้นตอนพื้นฐานต่อไปนี้ (อาจใช้เป็นแผนภาพ)
  1. ต้มให้เดือดหรือระเหยเพื่อแยกน้ำออกจากเกลือ
  2. เก็บน้ำที่กลั่นตัว (การควบแน่น)
    - ให้ความร้อนแก่น้ำเกลือ ใช้ถาดขวางไอน้ำไว้แล้วให้มันหยดลงแก้ว เกลือจะเหลืออยู่ในถังและน้ำดื่มอยู่ในแก้ว
    - ต้มน้ำทะเลให้เดือด ให้น้ำผ่านเข้าไปในท่อและปล่อยให้ไอน้ำกลับคืนเป็นน้ำ
- คำตอบถูกอื่นๆ

### คำตอบถูกบางส่วน

- อธิบายขั้นตอนการต้มให้เดือดหรือระเหยเพื่อแยกน้ำจากเกลือ แต่ไม่ได้กล่าวถึงขั้นตอนการควบแน่น
  - บางทีถ้าคุณต้มน้ำเกลือให้เดือด เกลือจะแยกจากน้ำ
  - นำน้ำเกลือมาต้ม และไอน้ำจะเกิดเป็นน้ำต้มคุณภาพเยี่ยมยอด
- กล่าวว่า “การกลั่น” หรือคำที่คล้ายกัน แต่ไม่ได้อธิบายกระบวนการ
  - วิธีที่ดีที่สุดคือการใช้ชุดเครื่องมือการกลั่น
  - เอมันไปกลั่น
- คำตอบถูกบางส่วนอื่นๆ

### คำตอบผิด

- กล่าวถึงการต้มให้เดือด แต่ไม่มีหรือมีคำอธิบายเกี่ยวกับการแยกสารที่ผิด [อาจกล่าวถึงการกรองหรือกระบวนการอื่นๆ]
  - คุณสามารถต้มมันได้
- กล่าวถึงการกรองเพื่อแยกเกลือ [คำตอบไม่เกี่ยวกับการต้มให้เดือด]
  - ให้มันผ่านแผ่นกรอง
- คำตอบผิดอื่นๆ



## เอกสารอ้างอิง

OECD (2006), *Assessing Scientific Reading and Mathematics Literacy: A Framework For PISA 2006*. OECD publications, Paris.

OECD (2007a), *PISA 2006 Science competencies for Tomorrow's World – Volume 1: Analysis*. OECD publications, Paris.

OECD (2007b), *PISA 2006 Science competencies for Tomorrow's World – Volume 2: Data*. OECD publications, Paris.

Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Ruddock, G.J., mith, O'Sullivan, C.Y., T.A., Arora, A., Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

[https://mypisa.acer.edu.au/images/mypisadoc/pisa\\_relitems\\_sc\\_2006ms\\_eng1.pdf](https://mypisa.acer.edu.au/images/mypisadoc/pisa_relitems_sc_2006ms_eng1.pdf)

[http://nces.ed.gov/timss/pdf/TIMSS8\\_Science\\_ConceptsItems.pdf](http://nces.ed.gov/timss/pdf/TIMSS8_Science_ConceptsItems.pdf)

<http://timss.bc.edu/index.html#>



## คณะทำงาน

ดร.สุนีย์ คล้ายนิล

ดร.ปรีชาญ เดชศรี

น.อ.หญิงอัมพิกา ประโมจน์ย์

นายเอกรินทร์ อัสชะกุลวิสุทธิ์

นางสาวสุชาดา ไทยแท้

นางสาวพัชรินทร์ ทาดทราย

นางสาวสุชาดา กุมรินทร์