

บทเรียนที่ 8



สำนักงานคณะกรรมการ
กำกับกิจการพลังงาน

เรื่อง คาร์บอนเยอะไปทำไม?

แอบดูเทคนิคดักจับ CO₂



แผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง แนวโน้มทิศทางการพลังงานที่ยั่งยืน

บทเรียนที่ 8 เรื่องคาร์บอนเยอะไปทำไม? แอบดูเทคนิคดักจับ CO₂

ระดับชั้น มัธยมศึกษา

เวลา 2 คาบเรียน (100 นาที)

1. สาระสำคัญ

เทคโนโลยีการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture, Utilization, and Storage - CCUS) เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกและบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ โดยมุ่งเน้นการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งกำเนิด การนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม และการกักเก็บอย่างปลอดภัย

- ความหมายและความสำคัญของเทคโนโลยีการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน เป็นกระบวนการสำคัญในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นต้นเหตุของภาวะโลกร้อน โดยการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ จากนั้นนำไปใช้ประโยชน์ หรือกักเก็บไว้อย่างปลอดภัย เทคโนโลยีนี้ช่วยลดผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ อย่างมีนัยสำคัญ
- ขั้นตอนของกระบวนการเทคโนโลยีการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การดักจับ (Capture) การขนส่งและการกักเก็บ (Transport and storage) การใช้ประโยชน์ (Utilization) ในขั้นตอนการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถทำได้โดยใช้เทคโนโลยี เช่น การดูดซับด้วยสารเคมี (Chemical Absorption) ซึ่งนิยมใช้ในโรงไฟฟ้า ถ่านหินหรือโรงงานอุตสาหกรรม ขั้นตอนที่สองการขนส่งและการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ทำได้หลากหลายวิธี เช่น ผ่านท่อส่ง เรือ รถไฟ หรือรถบรรทุก เพื่อขนส่งก๊าซไปยังแหล่งกักเก็บ โดยเก็บไว้ใต้ดินในชั้นหินเกลือ แหล่ง

น้ำมันหรือก๊าซธรรมชาติที่หมดสภาพหรือใต้มหาสมุทร ขั้นตอนสุดท้าย คือการใช้ประโยชน์จากคาร์บอนไดออกไซด์ มีการนำใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่า ตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่ม คาร์บอนไดออกไซด์ถูกใช้ในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม หรือเป็นตัวทำละลาย ในการสกัดสารสำคัญจากพืช นอกจากนี้ คาร์บอนไดออกไซด์ยังสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นได้ เช่น คาร์บอนแบล็ค พลาสติก อีกทั้งยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมพลังงาน เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ รวมถึงการเลี้ยงสาหร่ายเพื่อผลิตพลังงานชีวภาพ กระบวนการเหล่านี้ไม่เพียงช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ยังเป็นการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับมาใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน

- เทคโนโลยีการดักจับคาร์บอนเป็นแนวทางที่สำคัญในการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเทคโนโลยีนี้มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งกำเนิดคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งกักเก็บการนำคาร์บอนที่ดักจับได้มาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ สามารถช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับ คาร์บอนไดออกไซด์และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว อย่างไรก็ตาม ความท้าทายสำคัญยังคงเป็นเรื่องของต้นทุนและการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้ความคุ้มค่าและมีความปลอดภัยในระยะยาว

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ม.1/6 อธิบายสถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ม.2/2 แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

3. ตัวชี้วัดของบทเรียน

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและความสำคัญของเทคโนโลยี CCUS
2. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน

3. นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายและความสำคัญของเทคโนโลยี CCUS ได้
2. อธิบายกระบวนการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอนได้
3. สามารถยกตัวอย่างการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับไปใช้ประโยชน์ได้

5. สมรรถนะการเรียนรู้

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
4. ความสามารถในการสื่อสาร
5. จิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม


6. สารการเรียนรู้




1. พื้นฐานของเทคโนโลยีการดักจับคาร์บอน
 - ความหมายและความสำคัญ
 - ประเภทของเทคโนโลยีการดักจับคาร์บอน
 - ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2. หลักการของการดักจับคาร์บอน
 - กระบวนการดักจับก่อนการเผาไหม้
 - กระบวนการดักจับหลังการเผาไหม้
 - กระบวนการเผาไหม้ด้วยออกซิเจนบริสุทธิ์
3. การใช้ประโยชน์จากคาร์บอนที่ดักจับได้
 - อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
 - การผลิตวัสดุก่อสร้าง
 - การใช้ในภาคการเกษตร

7. อุปกรณ์สำหรับการเรียนและทำกิจกรรมในห้องเรียน


1. กระดานฟลิปชาร์ต
2. อุปกรณ์สำหรับการเขียน เช่น สีไม้, สีเทียน, ปากกาสีเมจิก เป็นต้น

8. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2 คาบเรียน (100 นาที)

นาที	กิจกรรม	รายละเอียด	สื่อ
10	ทำทดสอบก่อนเรียน	ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน	<ul style="list-style-type: none"> • ลิงค์ดาวน์โหลดไฟล์แบบทดสอบก่อนเรียน https://kmutt.me/vn0Fench 
5	ชี้แนะ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูตั้งคำถามเข้าสู่บทเรียน ตัวอย่างคำถาม <ul style="list-style-type: none"> • “นักเรียนเคยเห็นควันจากปล่องโรงงานหรือรถยนต์ไหม? คิดว่าควันที่ออกมาคืออะไร?” • “รู้ไหมว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์” มีผลต่อโลกของเราอย่างไร?” • ถ้าบอกว่ามีเทคโนโลยีที่ “จับก๊าซจากควัน” ได้ นักเรียนคิดว่ามันจะช่วยอะไรได้? 2. ครูแจ้งเนื้อหาที่จะเรียนรู้ในวันนี้ คือ เรื่องเรื่องคาร์บอนเยอะไปทำไงดี? แอบดูเทคนิคดักจับ CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • Slide Presentation ลิงค์ดาวน์โหลดไฟล์ https://genchange.net/unit08/
30	ขั้นสอน	3. ครูให้นักเรียนสแกน QR CODE เพื่อดูสื่อ AR และทำกิจกรรม "Climate Detective" โดยมีขั้นตอนดังนี้	AR (3D) CO2 To Me To YouYou

นาทีกิจกรรม	กิจกรรม	รายละเอียด	สื่อ
		<p>4. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คนภายในกลุ่มมีนักเรียนความสามารถมีนักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน</p> <p>5. ครูแจกข่าวหรือบทความ</p> <p>6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้น</p> <p>7. นักเรียนตัวแทนกลุ่มนำเสนอและร่วมอภิปราย</p>	 <p>แก๊สไร้สีมีรอบตัว</p>  <ul style="list-style-type: none"> • กรณีศึกษา ข่าวบทความ 
		<p>8. ครูเปิดคลิปวิดีโอ 3 คลิป ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> • คลิปวิดีโอ เรื่อง พื้นฐานการดักจับคาร์บอน ลิงค์ดาวนโหลดไฟล์ https://drive.google.com/file/d/1Mfx-gqr27uleJyr_oWz1N61NtEWfa9d1/view?usp=drive_link • คลิปวิดีโอ เรื่อง หลักการการดักจับคาร์บอน ลิงค์ดาวนโหลดไฟล์ https://drive.google.com/file/d/1jybXb1nbnHmb6fkhtOjWcRRXATX7X4w4/view?usp=drive_link • คลิปวิดีโอ เรื่อง ประโยชน์การดักจับคาร์บอน 	<ul style="list-style-type: none"> • สื่อคลิปวิดีโอ

นาทีกิจกรรม	กิจกรรม	รายละเอียด	สื่อ
		<p>ลิงค์ดาวน์โหลดไฟล์ https://drive.google.com/file/d/146WEz4CWGP0v3VxSO2EBcxPHfzPhmoJO/view?usp=drive_link</p> <p>9. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ และเขียนในรูปแบบ Mind Mapping ในประเด็น ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● หลักการและความสำคัญของเทคโนโลยี CCUS ● วิเคราะห์กระบวนการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน ● การใช้ประโยชน์จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชีวิตประจำวัน <p>บทบาทของครู ในระหว่างนักเรียนทำกิจกรรม ครูควรเดินตามกลุ่มสังเกตหรือค้นหาข้อผิดพลาดในการปฏิบัติของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ ด้วยการเข้าไปสอบถามหรือชี้แนะนักเรียนในกลุ่มที่ทำงานช้าหรืออาจจะไม่เข้าใจโจทย์ที่ต้องทำ (กรณีที่นักเรียนบางคนที่ยังไม่พร้อมที่จะเรียนรู้ยังทำไม่ได้ ครูควรเข้าไปแนะนำทบทวนความรู้ ทักษะหรือถามถึงประสบการณ์เดิม หรือใช้การยกตัวอย่าง อาจทำให้ดูเป็นตัวอย่าง หรือการใช้คำถามง่ายๆ เพื่อนำสู่คำตอบ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Mindmap
10	ขั้นสรุป	ครูและนักเรียนสรุปประเด็นสำคัญร่วมกัน โดยครูสามารถช่วยสรุปคำตอบหรือขยายความให้ชัดเจน	
10	ขั้นทบทวนความรู้	เกม, กิจกรรมทบทวนความรู้	<ul style="list-style-type: none"> ● เกม Online / Offline

นาทีกิจกรรม	กิจกรรม	รายละเอียด	สื่อ
10	ทำทดสอบหลังเรียน	ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน	<ul style="list-style-type: none"> ลิงค์ดาวน์โหลดไฟล์ https://kmutt.me/wEQM22 N 

9. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- สไลด์และสื่อวีดิทัศน์ประกอบการสอน
- แผนภาพและอินโฟกราฟิก
- กรณีศึกษาจากข่าวจริง
- เว็บไซต์องค์การพลังงานระหว่างประเทศ
- ฐานข้อมูล CCUS จากกระทรวงพลังงาน
- ข่าวหรือบทความวิชาการด้าน CCUS

10. การวัดและประเมินผล (ภาคผนวก ก-จ ทำย่อ)

ด้านความรู้ (K)

- แบบทดสอบวัดความรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ด้านทักษะ (P)

- แบบประเมินการทำงานกลุ่ม
- แบบประเมินการนำเสนอ

ด้านเจตคติ (A)

- แบบสังเกตการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

ภาคผนวก

เครื่องมือนำเข้าสู่บทเรียน

Mywebar

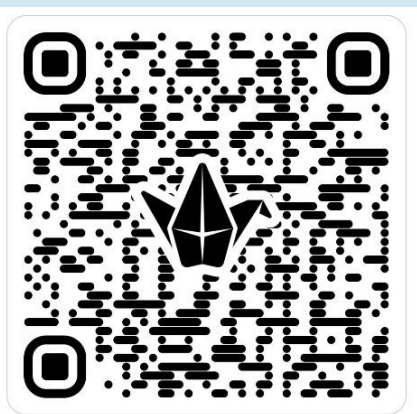


CO2 To Me To YouYou



แก๊สไร้สีมีรอบตัว

Padlet



Timeline



Map

ภาคผนวก

สื่อประกอบการสอน



พื้นฐานการดักจับคาร์บอน



หลักการการดักจับคาร์บอน



ประโยชน์การดักจับคาร์บอน



ข้าว

ภาคผนวก



สไลด์ประกอบการสอน



เนื้อหาการสอน



ภาคผนวก

เครื่องมือวัดและประเมินผล



Blooket



Plickers



ใบงาน

สมาชิกในกลุ่ม.....

1.ชื่อ-สกุล เลขที่ 4.ชื่อ-สกุล เลขที่

2.ชื่อ-สกุล เลขที่ 5.ชื่อ-สกุล เลขที่

3.ชื่อ-สกุล เลขที่ 6.ชื่อ-สกุล เลขที่

ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ในประเด็นดังนี้

1. หลักการและความสำคัญของเทคโนโลยี CCUS

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. วิเคราะห์กระบวนการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอนการใช้ประโยชน์จาก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชีวิตประจำวัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบบทที่ 8

เรื่อง คาร์บอนเยอะไปทำไงดี? แอบดูเทคนิคดักจับ CO₂

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
2. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ

ข้อสอบ

1. ข้อใดคือเหตุผลที่การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปทำให้โลกร้อนขึ้น
 - ก. คาร์บอนไดออกไซด์ทำหน้าที่เป็น "ผ้าห่ม" ห่อหุ้มโลก
 - ข. คาร์บอนไดออกไซด์ทำให้แสงอาทิตย์สะท้อนกลับ
 - ค. คาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เกิดฝนกรด
 - ง. คาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เกิดน้ำท่วม
2. ข้อใดคือความท้าทายหลักของการใช้เทคโนโลยี CCUS
 - ก. ต้นทุนการติดตั้งและดำเนินการสูง
 - ข. ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
 - ค. ลดการใช้พลังงาน
 - ง. เพิ่มการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
3. ข้อใดไม่ใช่แหล่งกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะยาว
 - ก. มหาสมุทร
 - ข. ชั้นใต้ดิน
 - ค. พีชพรรณ
 - ง. แหล่งน้ำมันที่หมดสภาพ
4. การดักจับคาร์บอนสามารถทำได้ในขั้นตอนใดของการเผาไหม้
 - ก. ก่อนการเผาไหม้
 - ข. หลังการเผาไหม้
 - ค. ระหว่างการเผาไหม้
 - ง. ทุกคำตอบข้างต้น

5. ข้อใดคือข้อจำกัดของการดักจับคาร์บอนด้วยวิธี Oxy-fuel combustion
- ก. ไม่มีข้อจำกัด
 - ข. ต้นทุนสูงและต้องใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์
 - ค. ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
 - ง. เพิ่มการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
6. ข้อใดคือตัวอย่างการใช้ CO₂ ในอุตสาหกรรมการแพทย์
- ก. ใช้เป็นยาชาเฉพาะที่
 - ข. ใช้กระตุ้นการหายใจในผู้ป่วย
 - ค. ใช้ฆ่าเชื้อเครื่องมือแพทย์
 - ง. ใช้แทนเลือดในกรณีฉุกเฉิน
7. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ Carbon Mineralization
- ก. CO₂ ถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทน
 - ข. ต้องใช้เวลานานหลายศตวรรษ
 - ค. CO₂ ทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุกลายเป็นแร่คาร์บอเนต
 - ง. ใช้ได้เฉพาะในพื้นที่ทะเลทราย
8. ข้อใดเป็นการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมอาหาร
- ก. ใช้ในการทำให้น้ำอัดลมมีฟอง
 - ข. ใช้ในการผลิตผักคลุมอาหาร
 - ค. ใช้ในการเคลือบสีอาหาร
 - ง. ใช้ในการผลิตพลาสติกใส่อาหาร
9. การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการเลี้ยงสาหร่ายเพื่อผลิตพลังงานชีวภาพช่วยลดปัญหาใด
- ก. ลดปัญหามลพิษในอากาศ
 - ข. ลดปัญหาการขาดแคลนน้ำ
 - ค. ลดปัญหาการขาดแคลนอาหาร
 - ง. ลดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน
10. CO₂ ที่ดักจับได้สามารถนำไปใช้ทำอะไรในชีวิตประจำวัน
- ก. ใช้เป็นน้ำยาปรับผ้านุ่ม
 - ข. ใช้ทำน้ำแข็งแห้ง
 - ค. ใช้เป็นสารซักฟอก
 - ง. ใช้เป็นน้ำยาล้างกระจก

เฉลย แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ 1 ก

ข้อ 2 ก

ข้อ 3 ค

ข้อ 4 ง

ข้อ 5 ข

ข้อ 6 ข

ข้อ 7 ค

ข้อ 8 ก

ข้อ 9 ก

ข้อ 10 ข

แบบทดสอบบทที่ 8

เรื่อง คาร์บอนเยอะไปทำไงดี? แอบดูเทคนิคดักจับ CO₂

แบบทดสอบระหว่างเรียน

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
2. แบบทดสอบมีจำนวน 15 ข้อ

ข้อสอบ

1. ข้อใดคือตัวอย่างการใช้ประโยชน์จาก CO₂ ที่ดักจับได้
 - ก. ปลอยกลับสู่บรรยากาศเพื่อเพิ่มความร้อน
 - ข. นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น น้ำอัดลม
 - ค. เผาทิ้งเพื่อลดปริมาณขยะ
 - ง. ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์แบบเดิม
2. ข้อใดคือแหล่งกำเนิดคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมของมนุษย์
 - ก. การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล
 - ข. การตัดไม้ทำลายป่า
 - ค. การผลิตไฟฟ้า
 - ง. ถูกทุกข้อ
3. ข้อใดไม่ใช่เหตุผลที่ทำให้เทคโนโลยี CCUS เป็นทางเลือกในการแก้ไขปัญหาโลกร้อน
 - ก. ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - ข. สามารถเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีมูลค่าเพิ่ม
 - ค. ลดการใช้พลังงานฟอสซิลโดยตรง
 - ง. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดน้ำมัน
4. ข้อใดคือความท้าทายหลักของการใช้เทคโนโลยี CCUS
 - ก. ต้นทุนการติดตั้งและดำเนินการสูง
 - ข. ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
 - ค. ลดการใช้พลังงาน
 - ง. เพิ่มการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

5. ข้อใดคือข้อจำกัดของการกักเก็บคาร์บอนในมหาสมุทร
- ก. ไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล
 - ข. ทำให้น้ำทะเลมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น
 - ค. เพิ่มปริมาณปลาในทะเล
 - ง. ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
6. เทคโนโลยี CCUS มีขั้นตอนหลักกี่ขั้นตอน
- ก. 2 ขั้นตอน
 - ข. 3 ขั้นตอน
 - ค. 4 ขั้นตอน
 - ง. 5 ขั้นตอน
7. ขั้นตอนแรกๆของเทคโนโลยี CCUS คืออะไร
- ก. การขนส่ง
 - ข. การกักเก็บ
 - ค. การดักจับ
 - ง. การใช้ประโยชน์
8. ขั้นตอนใดที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม
- ก. การดักจับ
 - ข. การขนส่ง
 - ค. การกักเก็บ
 - ง. การใช้ประโยชน์
9. ขั้นตอนใดที่มีการฉีดคาร์บอนไดออกไซด์ลงในชั้นใต้ดิน
- ก. การดักจับ
 - ข. การขนส่ง
 - ค. การกักเก็บ
 - ง. การใช้ประโยชน์
10. การใช้ CO₂ ในอุตสาหกรรมอาหารข้อใดถูกต้อง
- ก. ใช้เป็นสารปรุงรสในขนมขบเคี้ยว
 - ข. ใช้เป็นสารกันบูดในอาหารกระป๋อง
 - ค. ใช้สร้างฟองในน้ำอัดลม
 - ง. ใช้เพิ่มสีส้มในลูกอม

11. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดักจับได้สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมใด
 - ก. อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
 - ข. อุตสาหกรรมเสื้อผ้า
 - ค. อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์
 - ง. อุตสาหกรรมรถยนต์
12. ข้อใดไม่ใช่การใช้งานของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - ก. ใช้ในการผลิตน้ำแข็งแห้ง
 - ข. ใช้ในการเลี้ยงสาหร่ายเพื่อผลิตพลังงานชีวภาพ
 - ค. ใช้ในการผลิตเครื่องประดับ
 - ง. ใช้ในการสกัดสารจากพืช
13. ข้อใดคือการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมเคมี
 - ก. ใช้ในการผลิตน้ำดื่ม
 - ข. ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์
 - ค. ใช้ในการผลิตเครื่องหนัง
 - ง. ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า
14. ข้อใดคือการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสกัดคาเฟอีนออกจากเมล็ดกาแฟ
 - ก. ใช้เป็นตัวทำละลาย
 - ข. ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
 - ค. ใช้ในการระเหยน้ำ
 - ง. ใช้ในการฆ่าเชื้อ
15. ข้อใดคือการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมเกษตร
 - ก. ใช้ในการผลิตยาฆ่าแมลง
 - ข. ใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมี
 - ค. ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของพืช
 - ง. ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์

เฉลย แบบทดสอบระหว่างเรียน

ข้อ 1 ข

ข้อ 2 ง

ข้อ 3 ค

ข้อ 4 ก

ข้อ 5 ข

ข้อ 6 ข

ข้อ 7 ค

ข้อ 8 ง

ข้อ 9 ค

ข้อ 10 ค

ข้อ 11 ก

ข้อ 12 ค

ข้อ 13 ข

ข้อ 14 ก

ข้อ 15 ค

แบบทดสอบบทที่ 8

เรื่อง คาร์บอนเยอะไปทำไงดี? แอบดูเทคนิคดักจับ CO₂

แบบทดสอบหลังเรียน

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
2. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ

ข้อสอบ

1. ข้อใดคือข้อจำกัดของการกักเก็บคาร์บอนในมหาสมุทร
 - ก. ไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล
 - ข. ทำให้น้ำทะเลมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น
 - ค. เพิ่มปริมาณปลาในทะเล
 - ง. ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
2. แหล่งกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะยาวที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคืออะไร
 - ก. มหาสมุทร
 - ข. ชั้นใต้ดิน
 - ค. พีชพรรณ
 - ง. ถังเก็บบนพื้นดิน
3. ข้อใดไม่ใช่ข้อจำกัดของเทคโนโลยี CCUS
 - ก. ต้นทุนสูง
 - ข. ความเสี่ยงจากการรั่วไหล
 - ค. ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
 - ง. ความไม่แน่นอนด้านกฎระเบียบ
4. ข้อใดคือข้อดีของการใช้เทคโนโลยี Direct Air Capture
 - ก. ช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ
 - ข. เพิ่มการปล่อยมลพิษ
 - ค. ลดการใช้พลังงาน
 - ง. เพิ่มการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

5. กระบวนการ CCUS ประกอบด้วยขั้นตอนหลักใดบ้าง

- ก. การผลิต CO₂ → การเผาขยะ → การปลุกป่า
- ข. การดักจับ → การขนส่ง → การกักเก็บหรือการใช้ประโยชน์
- ค. การขุดเจาะน้ำมัน → การกลั่น → การขนส่ง
- ง. การสังเคราะห์แสง → การย่อยสลาย → การปล่อยก๊าซ

6. ข้อใดคือตัวอย่างการใช้งานจริงของเทคโนโลยี Post-combustion capture

- ก. โรงไฟฟ้าถ่านหินที่ติดตั้งระบบดักจับ CO₂ จากก๊าซไอเสีย
- ข. การเผาขยะมูลฝอยเพื่อผลิตไฟฟ้า
- ค. การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในครัวเรือน
- ง. การผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหาร

7. คาร์บอนไดออกไซด์ถูกใช้ในกระบวนการใดเพื่อกระตุ้นการหายใจในทางการแพทย์

- ก. การรักษาบาดแผล
- ข. การกระตุ้นการหายใจของผู้ป่วย
- ค. การผลิตยาปฏิชีวนะ
- ง. การตรวจวินิจฉัยโรค

8. ข้อใดคือการใช้ประโยชน์จาก CO₂ ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

- ก. ใช้เป็นน้ำยาล้างจาน
- ข. ใช้เป็นสารให้ความหวาน
- ค. ใช้สร้างฟองในน้ำอัดลม
- ง. ใช้เป็นสารกันบูดในอาหารกระป๋อง

9. ข้อใดคือการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมพลังงาน

- ก. ใช้ในการผลิตพลังงานชีวภาพจากสาหร่าย
- ข. ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์
- ค. ใช้ในการผลิตพลังงานจากลม
- ง. ใช้ในการผลิตพลังงานจากน้ำ

10. CO₂ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมใดต่อไปนี้

- ก. การผลิตเหล็กกล้าไร้สนิม
- ข. การผลิตปูนซีเมนต์
- ค. การผลิตเครื่องประดับ
- ง. การผลิตยาและสารเคมี

เฉลย แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ 1 ข

ข้อ 2 ข

ข้อ 3 ค

ข้อ 4 ก

ข้อ 5 ข

ข้อ 6 ก

ข้อ 7 ข

ข้อ 8 ค

ข้อ 9 ก

ข้อ 10 ง

กระดาษคำตอบแบบปรนัย
คาร์บอนเยอะไปทำไมดี? แอบดูเทคนิคดักจับ CO₂

คะแนน

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

โรงเรียน..... รายวิชา.....

แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน แบบทดสอบหลังเรียน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนกา X ข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

แบบสังเกตการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
การเข้าร่วมกิจกรรม			
การแสดงความคิดเห็น			
การทำงานร่วมกับผู้อื่น			
ความตั้งใจและความ รับผิดชอบ			

เกณฑ์การตัดสิน "ผ่าน"

- ผ่าน = มีคะแนนรวม ตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน)
(ได้ระดับ "ดี" หรือ "พอใช้" อย่างน้อย 3 ตัวชี้วัดขึ้นไป)
- ไม่ผ่าน = คะแนนรวม ต่ำกว่า 8 คะแนน
(ได้ระดับ "ปรับปรุง" ในหลายตัวชี้วัด หรือคะแนนรวมไม่ถึงเกณฑ์)

สรุป ผ่าน ไม่ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
การเข้าร่วมกิจกรรม	เข้าร่วมอย่างเต็มที่ สนใจ และกระตือรือร้นตลอดเวลา	เข้าร่วมบ้างบางช่วง แต่ยังขาดความต่อเนื่อง	ไม่ค่อยเข้าร่วมกิจกรรม หรือแสดงความไม่สนใจ
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล และเชื่อมโยงกับเนื้อหาได้ดี	แสดงความคิดเห็นบ้าง แต่ยังไม่ต่อเนื่องหรือไม่ชัดเจน	ไม่แสดงความคิดเห็น หรือแสดงความคิดเห็นแบบไม่เกี่ยวข้อง
การทำงานร่วมกับผู้อื่น	ร่วมมือกับเพื่อนอย่างดี เคารพความคิดเห็นผู้อื่น	ร่วมมือกับเพื่อนในระดับพอใช้ มีบางครั้งที่ขาดการรับฟัง	ไม่ร่วมมือกับเพื่อน หรือมีปัญหาในการทำงานร่วมกัน
ความตั้งใจและความรับผิดชอบ	ตั้งใจทำกิจกรรมจนเสร็จ ล่วงด้วยตนเอง	ทำกิจกรรมได้ แต่ต้องมีการเตือนหรือช่วยเหลือเป็นบางครั้ง	ขาดความตั้งใจ และทำกิจกรรมไม่เสร็จสมบูรณ์

แบบประเมินการทำงานเป็นกลุ่ม

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
การวางแผนงาน			
การสื่อสารภายในกลุ่ม			
การมีส่วนร่วมของสมาชิก			
การจัดการด้านเวลา			
คุณภาพของผลงาน			

เกณฑ์การตัดสิน "ผ่าน"

- ผ่าน = คะแนนรวม ตั้งแต่ 10 คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน)
(ได้ระดับ "ดี" หรือ "พอใช้" อย่างน้อย 4 ตัวชี้วัด)
- ไม่ผ่าน = คะแนนรวม ต่ำกว่า 10 คะแนน
(มีระดับ "ปรับปรุง" หลายตัว หรือคะแนนรวมไม่ถึงเกณฑ์)

สรุป ผ่าน ไม่ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนการทำงานเป็นกลุ่ม

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
การวางแผนงาน	วางแผนร่วมกันชัดเจน แบ่งหน้าที่เหมาะสม	วางแผนพอใช้ มีการ แบ่งงานบ้างแต่ไม่ ชัดเจน	ไม่มีการวางแผน หรือ ทำงานไม่เป็นระบบ
การสื่อสารภายในกลุ่ม	สื่อสารกันดี เปิดรับฟัง ความคิดเห็นเพื่อน ๆ	สื่อสารบ้าง แต่ยังมี ปัญหาหรือขาดการรับ ฟังในบางครั้ง	ไม่สื่อสาร หรือสื่อสาร ไม่สร้างสรรค์
การมีส่วนร่วมของสมาชิก	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วม อย่างเท่าเทียม	สมาชิกบางคนมีส่วน ร่วมน้อยกว่าคนอื่น	สมาชิกบางคนไม่เข้า ร่วม หรือไม่ทำงาน ร่วมกับกลุ่ม
การจัดการด้านเวลา	ทำงานเสร็จในเวลา	ทำงานเสร็จช้ากว่า เวลาที่กำหนดเล็กน้อย	ทำงานเสร็จช้ากว่า เวลาที่กำหนดมาก
คุณภาพของผลงาน	ผลงานเรียบร้อย ครบถ้วน มีคุณภาพดี	ผลงานเสร็จสมบูรณ์ แต่ยังขาดความ ละเอียดในบางส่วน	ผลงานไม่สมบูรณ์ หรือขาดความตั้งใจใน การทำ

แบบประเมินการนำเสนอ

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
การเตรียมตัวและความพร้อม			
เนื้อหาที่นำเสนอ			
การใช้สื่อหรืออุปกรณ์ประกอบ			
ทักษะการสื่อสารและการพูด			
การจัดลำดับและความต่อเนื่อง			

เกณฑ์การตัดสิน "ผ่าน"

- ผ่าน = รวมคะแนน ตั้งแต่ 10 คะแนนขึ้นไป
- ไม่ผ่าน = รวมคะแนน ต่ำกว่า 10 คะแนน
- สรุป ผ่าน ไม่ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนการนำเสนอ

รายการประเมิน	คะแนน		
	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
การเตรียมตัวและความพร้อม	เตรียมตัวดีมาก นำเสนออย่างมั่นใจ	เตรียมตัวพอใช้ มีลังเลบ้าง	ขาดการเตรียมตัว นำเสนอไม่ต่อเนื่อง
เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน ตรงประเด็น	เนื้อหาพอใช้ มีตก หล่นบางส่วน	เนื้อหาคลุมเครือ หรือ ผิดพลาดหลายจุด
การใช้สื่อหรืออุปกรณ์ประกอบ	ใช้สื่อเหมาะสม ช่วย เสริมการนำเสนอ	ใช้สื่อบ้าง แต่ไม่ สอดคล้องทั้งหมด	ไม่ใช้สื่อ หรือสื่อไม่ เหมาะสม
ทักษะการสื่อสารและการพูด	พูดชัดเจน น้ำเสียง น่าสนใจ เชื่อมโยง เนื้อหาได้ดี	พูดพอใช้ แต่ขาด ความชัดเจนหรือไม่ สม่ำเสมอ	พูดไม่ชัด ฟังยาก หรือ ขาดการเชื่อมโยง เนื้อหา
การจัดลำดับและความต่อเนื่อง	เรียงลำดับเนื้อหาเป็น ระบบ ฟังเข้าใจง่าย	ลำดับเนื้อหาพอใช้ มี ขาดความต่อเนื่อง	ลำดับสับสน เข้าใจ ยาก

