แบบจำลองหอพลังลม

sead : stem

วิชา

ฟิสิกส์

หัวข้อเรื่อง

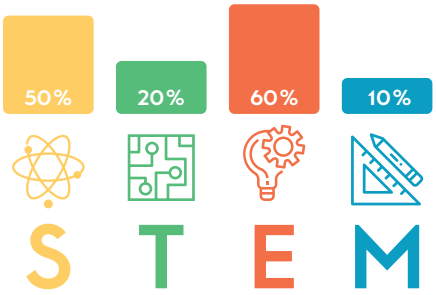
พลังงาน ความยั่งยืน

คำค้น

พลังงานแสงอาทิตย์ ความหนาแน่น อุณหภูมิ สภาวะเรือนกระจก ปรากฏการณ์ปล่องควันไฟ

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG) ที่เชื่อมโยง

แผนผังเนื้อหา STEM



ระยะเวลาทำกิจกรรม

40-60 นาที

ข้อมูลเบื้องต้น

กิจกรรมนี้จะพานักเรียนไปประดิษฐ์แบบจำลองหอพลังลมที่สามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้

บทนำ

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อนและพลังงานที่ทรงพลังที่สุด ด้วยเวลาน้อยกว่า 15 วินาที มันสามารถส่งพลังงานมายังโลกเท่ากับที่มนุษย์ต้องใช้ทั้งหมดในหนึ่งวันเลยทีเดียว พลังงานส่วนใหญ่ของมันจะเดินทางมายังโลกในรูปแบบของแสงและความร้อน ไม่น่าแปลกใจเลยว่าทำไมมนุษย์จึงได้คิดหาวิธีเก็บพลังงานที่ว่านี้และนำมันมาใช้ประโยชน์กันมาเป็นเวลานานแล้ว ในช่วงสองศตวรรษที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์ได้เฝ้าศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้แปลงพลังงานจากดวงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ทุกวันนี้ได้มีวิธีการมากมายที่ใช้ในการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ อาทิ โซล่าเซลล์ เครื่องเก็บพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์และระบบรวมแสงอาทิตย์ หนึ่งในระบบที่กล่าวมามีสิ่งที่เรียกว่า “หอพลังลม” (solar updraft tower) ที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์อุณหภูมิต่ำ หลักวิทยาศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังแนวคิดดังกล่าวมาจากปรากฏการณ์เรือนกระจกและปรากฏการณ์ปล่องควันไฟหรือภาวะความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศ (stack effect) โรงผลิตไฟฟ้าดังกล่าวนี้ประกอบด้วยตัวสะสมพลังงานขนาดใหญ่และหอที่ทั้งมีทรงเรียวและมีความสูงมาก โครงสร้างของตัวสะสมพลังงานจะทำหน้าที่เหมือนกับเรือนกระจกขนาดยักษ์ ประกอบไปด้วยโครงสร้างหลังคาแผ่นใสขนาดใหญ่ที่แขวนอยู่สูงเหนือจากพื้น 6-65 ฟุต (2-20 เมตร) ส่วนหอสูงจะตั้งอยู่ใจกลางโครงสร้างหลังคาใสและมีช่องให้อากาศเข้าขนาดใหญ่อยู่ที่ฐาน ภายในหอสูงนั้นคือกังหันลมขนาดใหญ่ที่คอยผลิตไฟฟ้า

เมื่อมีแสงแดดส่องมาที่ตัวสะสมพลังงาน ความร้อนจากดวงอาทิตย์ก็ถูกถ่ายไปสู่ด้านล่างเหมือนกับในเรือนกระจก ซึ่งจะไปทำความร้อนอากาศและพื้นใต้โครงสร้างหลังคาใส เมื่ออากาศที่ร้อนนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศที่เย็น มันก็จะเริ่มลอยตัวขึ้นและทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศหรือที่เรียกว่าการพาความร้อน (thermal convection)

เนื่องจากอากาศไม่มีทางให้ออกไปได้นอกจากไหลไปยังหอด้านบน อากาศที่ลอยตัวขึ้นไปในหอจึงทำให้เกิดความดันต่ำที่ด้านล่างของหอ ส่วนอากาศร้อนจากตัวสะสมก็จะยิ่งถูกดูดเข้าไปในหอผ่านช่องรับอากาศที่ฐาน ผลคือรังสีดวงอาทิตย์ทำให้เกิดการลอยตัวขึ้นด้านบนของอากาศอย่างสม่ำเสมอในหอ กังหันลมที่ติดตั้งอยู่ด้านในหอจะแปลงพลังงานที่อยู่ในอากาศที่ลอยขึ้นด้านบนไปเป็นพลังงานจลน์ โดยการเคลื่อนที่ของตัวใบพัด ในขั้นตอนต่อไป พลังงานดังกล่าวจะถูกแปลงไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แม้ว่าเทคโนโลยีดังกล่าวจะดูเป็นระบบที่ไม่ซับซ้อนและสามารถผลิตพลังงานได้จำนวนมาก แต่ก็ยังไม่มีการใช้งานระบบดังกล่าวอย่างเต็มรูปแบบแต่อย่างใด แม้ว่าจะมีการสร้างแบบจำลองต้นแบบออกมาหลายรุ่นและทำการศึกษาทดลองไปแล้วก็ตาม

Designed by Groupe-Dejour.de

แบบจำลองหอพลังลม

วิชา
ฟิสิกส์

หัวข้อเรื่อง
พลังงาน ความยั่งยืน

คำค้น
พลังงานแสงอาทิตย์ ความหนาแน่น อุณหภูมิ สภาวะเรือนกระจก ปรากฏการณ์ปล่องควันไฟ

วัตถุประสงค์หลัก

1. เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจว่าความร้อนจากดวงอาทิตย์สามารถแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้
2. เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจว่าหอพลังลมใช้ดวงอาทิตย์ในการทำความร้อนในอากาศ ที่ช่วยให้กังหันลมหมุนได้ภายในหอขนาดใหญ่
3. เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจว่าใบพัดจะหมุนได้ด้วยลมร้อนเท่านั้น

วัสดุอุปกรณ์

1. กระดาษแข็งสีดำ (ขนาดประมาณ 20x20 นิ้ว)
2. กระดาษแข็งสีอื่นๆ ขนาดเล็ก
3. ดินสอ
4. กรรไกร
5. เทปกาว
6. ดินน้ำมัน
7. ไม้เสียบลูกชิ้น
8. เข็ม
9. ที่วัดอุณหภูมิ
10. โคมไฟที่ใช้หลอดไส้ร้อนแบบธรรมดาหรือโคมไฟให้ความร้อน
11. กระดาษ
12. แสงแดด, บริเวณภายนอกที่ไม่มีลม (ถ้ามี)
13. ตัวจับเวลา (ถ้ามี)
14. กระดาษแข็งสีขาว (ถ้ามี)

คำแนะนำด้านความปลอดภัย

1. ระมัดระวังเมื่อต้องใช้กรรไกรในการตัดใบพัดและนำเข็มออกจากไม้เสียบอย่างระมัดระวัง ชิ้นส่วนทั้งหมดที่นำมาประกอบสามารถนำกลับไปใช้ซ้ำได้

คำถามชี้นำ

1. เกิดอะไรขึ้นกับใบพัดที่อยู่บนยอดของเข็ม มันเคลื่อนไหวหรือไม่
2. เกิดอะไรขึ้นเมื่อเราเปิดโคมไฟ
3. สังเกตเห็นอะไรบ้างเกี่ยวกับอุณหภูมิ มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้ามี เป็นอย่างไร จงอธิบาย

Designed by Groupe-Dejour.de

แบบจำลองหอพลังลม

วิชา
ฟิสิกส์

หัวข้อเรื่อง
พลังงาน ความยั่งยืน

คำค้น
พลังงานแสงอาทิตย์ ความหนาแน่น อุณหภูมิ สภาวะเรือนกระจก ปรากฏการณ์ปล่องควันไฟ

กิจกรรม/ขั้นตอน

1. ม้วนกระดาษแข็งสีดำให้เป็นรูปทรงกรวย ให้ปลายส่วนที่เล็กกว่าด้านบนเปิดออก (เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว) และปลายเปิดด้านล่างกว้างกว่าด้านบน (เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว)
2. ใช้เทปกาวติดกรวยกระดาษให้เรียบร้อย จากนั้นตัดส่วนหัวและส่วนท้ายเพื่อให้มีหน้าตัดตรง กรวยควรจะมีความสูงประมาณ 10-15 นิ้วและสามารถวางตั้งตรงได้เอง
3. ที่ด้านล่างของกรวย ตัดกระดาษออกให้เป็นช่องขนาด 0.5 นิ้ว ห่างกันช่องละ 2 นิ้ว ช่องดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นช่องรับอากาศเข้า ตรวจดูให้แน่ใจว่าเมื่อตัดแล้ว กรวยยังสามารถตั้งอยู่ได้ด้วยขอบกระดาษที่เหลืออยู่
4. ตัดกระดาษแข็งเป็นรูปใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว โดยสามารถหาแบบตัดรูปใบพัดได้ทั่วไปจากอินเทอร์เน็ต ดัดใบพัดให้โค้งลงประมาณ 45 องศา
5. ใช้เทปกาวติดเข็มที่ส่วนปลายของไม้เสียบลูกชิ้น โดยให้ส่วนที่แหลมตั้งขึ้น
6. ปั้นดินน้ำมันเป็นลูกทรงกลมและวางไว้บนโต๊ะหรือพื้นที่ทำการทดลอง
7. พยายามหาพื้นที่ภายในอาคารที่ไม่มีลมเข้าเพื่อติดตั้งอุปกรณ์สำหรับหอพลังลม การทดลองนี้จำเป็นจะต้องไม่มีอากาศไหลเวียนจากภายนอกเข้ามารบกวนในระหว่างทำการทดลอง
8. วางกรวยกระดาษสีดำทับลงบนดินน้ำมัน โดยให้ดินน้ำมันอยู่ตรงกลางของกรวยพอดี
9. นำไม้เสียบลูกชิ้นที่เตรียมไว้มาปักลงบนดินน้ำมันผ่านกรวยกระดาษลงมา เพื่อให้ปลายไม้เสียบลูกชิ้นโผล่อยู่ที่ตรงกลางด้านบนของกรวย เข็มที่ติดไว้ส่วนปลายไม้ควรโผล่พ้นจากกรวยกระดาษประมาณ 1.5-2 นิ้วตามภาพตัวอย่าง
10. นำใบพัดมาติดไว้บนเข็มตามรูป โดยต้องติดให้ได้ระดับเพื่อให้สามารถหมุนได้อย่างอิสระ อาจต้องใช้ความพยายามสักเล็กน้อยเพื่อให้ใบพัดติดอยู่กับเข็มได้อย่างถูกต้อง
11. วัดอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกหอพลังลม บันทึกค่าอุณหภูมิที่วัดได้บนกระดาษจด
12. นำโคมไฟมาวางใกล้หอพลังลมและปรับให้ไฟส่องไปที่ฐานของหอตามภาพ ระวังไม่ให้โคมไฟถูกเปิดทิ้งเอาไว้นานเกินไประหว่างการทดลอง
13. เปิดโคมไฟและสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่หอพลังลมประมาณ 2-5 นาที
14. หลังผ่านไป 5 นาที วัดอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกกรวยกระดาษอีกครั้ง จากนั้นบันทึกค่าอุณหภูมิที่ได้
15. ปิดโคมไฟและสังเกตที่หอพลังลมต่อไปอีกประมาณ 5-10 นาที
16. หลังผ่านไปอีก 5 นาที วัดอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกกรวยกระดาษอีกครั้ง

แบบจำลองหอพลังลม

วิชา

ฟิสิกส์

หัวข้อเรื่อง

พลังงาน ความยั่งยืน

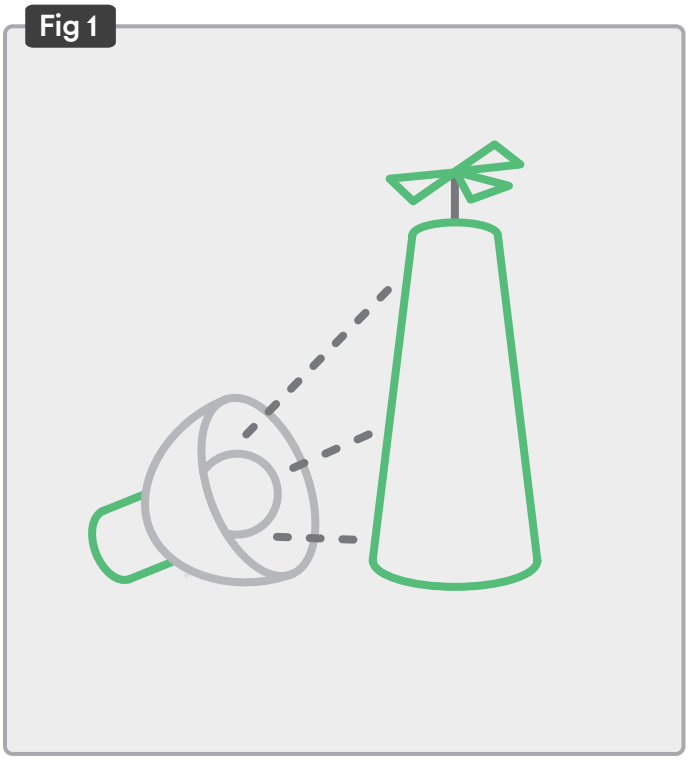
คำค้น

พลังงานแสงอาทิตย์ ความหนาแน่น อุณหภูมิ สภาวะเรือนกระจก ปรากฏการณ์ปล่องควันไฟ

ใบพัดของนักเรียนหมุนหรือไม่ ในตอนต้น ใบพัดควรจะไม่หมุนเลย หากมันหมุน อาจเป็นได้ว่าอากาศที่หมุนเวียนอยู่ภายนอกจากทางประตูหรือหน้าต่างเป็นตัวทำให้ใบพัดเคลื่อนที่ อุณหภูมิของอากาศภายในและภายนอกหอนั้นควรจะอยู่ในระดับที่เท่ากัน อย่างไรก็ตาม ควรเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเราเปิดไฟจากโคมไฟ หลอดไส้แบบธรรมดาจะให้ทั้งแสงสว่างและความร้อนเหมือนกับดวงอาทิตย์ โดยนักเรียนจะสังเกตได้เมื่อเอามือเข้าไปใกล้หลอดไฟ เมื่อแสงส่องไปที่กระดาษแข็งสีดำ มันจะดูดซับแสงทั้งหมดและเริ่มร้อนขึ้น ความร้อนจะถูกเก็บเอาไว้ด้านในกรวย ซึ่งเพิ่มอุณหภูมิของอากาศที่อยู่ภายใน เมื่ออากาศร้อนนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศที่เย็น มันก็จะเริ่มทำให้กรวยกระดาษลอยตัวขึ้น การลอยตัวขึ้นของอากาศนี้ทำให้ใบพัดที่อยู่ด้านบนกรวยเริ่มหมุน ซึ่งจะเริ่มสังเกตเห็นได้เมื่อเวลาผ่านไปสักครู่

อากาศที่ลอยตัวขึ้นสูงจะลดแรงดันอากาศภายในกรวยลง ซึ่งเป็นเหตุผลว่าเพราะเหตุใดอากาศภายนอกจึงถูกดูดเข้าไปผ่านช่องลมที่เราตัดเอาไว้ด้านล่าง อากาศดังกล่าวจะถูกทำให้เกิดความร้อนและก็จะถูกทำให้ลอยตัวขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อทำให้ใบพัดยังคงหมุนต่อไปได้ ระบบดังกล่าวนี้จะหยุดลงเมื่อเราปิดโคมไฟ เนื่องจากไม่มีแหล่งความร้อนอีกต่อไป อากาศภายในกรวยจะค่อยๆ เย็นตัวลง และไม่นานก็จะกลับไปสู่อุณหภูมิที่เท่ากับอากาศภายนอก ซึ่งทำให้ในช่วงเวลานี้ใบพัดจะหยุดหมุนลงเนื่องจากไม่มีแรงที่ลอยตัวขึ้นอีกต่อไป นักเรียนจะสังเกตได้ว่าใบพัดใช้เวลานานกว่าในการที่จะหมุนได้และใบพัดไม่ได้หมุนเร็วเมื่อติดอยู่ที่กระดาษแข็งสีขาว นั่นเป็นเพราะกระดาษขาวไม่สามารถดูดซับความร้อนจากโคมไฟได้ดีเท่ากระดาษสีดำนั่นเอง

Fig 1



ผู้แต่ง/ที่มา

Svenja Lohner, PhD, Science Buddies
https://www.sciencebuddies.org/stem-activities/solar-updraft-tower#summary