วิทยาศาสตร์ - อายุ 6 ถึง 11 ปี

เครื่องบินที่พูดได้

สี่บทเรียนว่าเครื่องบินทุกลำบนท้องฟ้าบอกให้โลกรู้ว่าตัวเองอยู่ที่ไหนได้อย่างไร และเราจะฟังได้อย่างไร เมื่อเรียนจบ เธอจะอธิบายเรื่องทั้งหมดได้ตั้งแต่ต้นจนจบ และจะได้สร้างบางส่วนด้วยตัวเองด้วย

เรียนรู้ - https://radar.dataero.eu/th/learning/ages-6-11/student 2026-11-21

สารบัญ

บทเรียนที่ 1 ท้องฟ้าที่คึกคักและเครื่องบินที่พูดได้
บทเรียนที่ 2 แสงที่มองไม่เห็น: ข้อความเดินทางไปกับอะไร
บทเรียนที่ 3 หูโลหะและโลกกลม
บทเรียนที่ 4 หูหลายๆ อันสร้างแผนที่เดียว
แบบทดสอบนักฟังท้องฟ้า
ตอนจบ สร้างหูโลหะ

บทเรียนที่ 1

ท้องฟ้าที่คึกคักและเครื่องบินที่พูดได้

ตอนนี้เลย เหนือโรงเรียนของเธอ เกือบแน่นอนว่ามีเครื่องบินอยู่ลำหนึ่ง อาจจะมากกว่าหนึ่งลำด้วย เธอมองไม่เห็นเพราะมันอยู่สูงสิบกิโลเมตร สูงกว่าภูเขาที่สูงที่สุดในยุโรป และมันกำลังบินด้วยความเร็ว 900 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 250 เมตรทุกวินาที ในวันธรรมดาๆ มีเครื่องบินประมาณสามหมื่นลำบินผ่านยุโรป ไม่มีลำไหนมองเห็นลำอื่นได้ชัด และไม่มีลำไหนมีถนนให้บินตาม ดังนั้นต้องมีใครสักคนบนพื้นดินที่รู้ว่าเครื่องบินทุกลำอยู่ที่ไหนตลอดเวลา เพื่อไม่ให้มันเข้าใกล้กัน คนคนนั้นคือเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศ แต่คนที่อยู่ในห้องบนพื้นดินจะรู้ได้อย่างไรว่าเครื่องบินอยู่ที่ไหน ทั้งที่มันอยู่สูงสิบกิโลเมตร หลังก้อนเมฆ

เป็นเวลานานมาแล้วที่คำตอบคือเรดาร์ จานขนาดใหญ่ที่หมุนไปรอบๆ ส่งคลื่นวิทยุออกไปเป็นจังหวะ แล้วฟังเสียงสะท้อนเบาๆ ที่สะท้อนกลับมาจากเครื่องบิน เรดาร์ยังมีอยู่ แต่ทุกวันนี้เครื่องบินส่วนใหญ่ทำสิ่งที่ฉลาดกว่านั้น เครื่องบินสมัยใหม่ทุกลำมีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมอยู่บนเครื่อง เป็นของแบบเดียวกับที่ทำให้แผนที่ในรถหรือในโทรศัพท์ทำงานได้ เครื่องบินจึงรู้เสมอว่าตัวเองอยู่ที่ไหนพอดี และเครื่องบินยังมีวิทยุเครื่องเล็กๆ ด้วย ดังนั้นแทนที่จะรอให้ใครบนพื้นดินมาหามันเจอ **เครื่องบินก็แค่บอกทุกคนว่าตัวเองอยู่ที่ไหน** ประมาณวินาทีละสองครั้ง วิทยุของมันจะส่งข้อความสั้นๆ ออกไปว่า ฉันคือใคร ฉันอยู่ที่ไหน ฉันอยู่สูงเท่าไร ฉันบินเร็วแค่ไหน ไม่มีใครขอ ไม่มีใครกดปุ่ม ข้อความแค่ส่งออกไปซ้ำแล้วซ้ำเล่า ให้ใครก็ได้ที่กำลังฟังอยู่

ข้อความนี้ทำจากคำพูดไม่ได้ วิทยุทำได้อย่างเดียว คือส่งสัญญาณเล็กๆ ออกไปหนึ่งครั้ง หรือไม่ส่ง ข้อความจึงทำจากคำตอบแบบใช่หรือไม่ใช่ 112 ตัวเรียงกัน และทุกคนตกลงกันไว้แล้วว่าแต่ละตัวหมายถึงอะไร คำตอบ 24 ตัวแรกสะกดเป็นชื่อของเครื่องบิน เป็นรหัสที่มันได้รับตอนถูกสร้างและใช้ไปตลอด เหมือนป้ายทะเบียนรถ การตอบคำถามใช่หรือไม่ใช่ 24 ข้อมีวิธีตอบที่ต่างกันได้เกือบ 17 ล้านแบบ เครื่องบินทุกลำในโลกจึงมีชื่อเป็นของตัวเองได้ คำตอบ 24 ตัวสุดท้ายเป็นตัวตรวจสอบ ผู้ฟังจะคิดเลขกับข้อความ ถ้าผลลัพธ์ไม่ตรงกัน แปลว่าข้อความยุ่งเหยิงระหว่างทาง และจะถูกทิ้งไป ยังไงเครื่องบินก็ส่งอีกครั้งในครึ่งวินาทีต่อมาอยู่แล้ว

นี่คือสิ่งที่ต้องจำจากบทเรียนนี้ เพราะผู้ใหญ่หลายคนเข้าใจผิด **ไม่มีใครค้นหาเครื่องบิน เครื่องบินประกาศตัวเอง** ดาวเทียมไม่ได้เฝ้าดูเครื่องบิน ดาวเทียมแค่บอกเวลา แล้วเครื่องบินก็คิดส่วนที่เหลือเอง

ในห้องเรียน: เกมหอบังคับการบิน
ครึ่งหนึ่งของห้องเป็นเครื่องบิน เดินข้ามตารางบนพื้นและตะโกนข้อความของตัวเองทุกๆ สองสามก้าว ได้แก่ ชื่อ ช่องที่อยู่ ความสูง และความเร็ว อีกครึ่งหนึ่งเป็นหอบังคับการบิน วาดเครื่องบินทุกลำลงบนตารางกระดาษ แล้วสลับกัน จากนั้นลองเล่นโดยให้เครื่องบินพูดได้แค่นาทีละครั้ง แล้วดูว่าภาพวาดของหอบังคับการบินพังไม่เป็นท่าอย่างไร นั่นคือเหตุผลที่เครื่องบินจริงพูดวินาทีละสองครั้ง

บทเรียนที่ 2

แสงที่มองไม่เห็น: ข้อความเดินทางไปกับอะไร

ข้อความออกจากเครื่องบินเป็นคลื่นวิทยุ และคลื่นวิทยุก็คือแสง ไม่ใช่อะไรที่คล้ายแสง แต่เป็นสิ่งเดียวกันเลยกับที่ออกมาจากไฟฉายหรือดวงอาทิตย์ เดินทางด้วยความเร็วเท่ากัน คือ 300,000 กิโลเมตรทุกวินาที วนรอบโลกได้เจ็ดรอบในเวลาที่เราพูดว่า “หนึ่ง”

แล้วทำไมเธอถึงมองไม่เห็นมันล่ะ ลองสะบัดเชือกช้าๆ จะได้คลื่นยาวเอื่อยๆ สะบัดเร็วๆ จะได้คลื่นสั้นถี่ๆ แสงก็เป็นคลื่นเหมือนกัน และสีที่ต่างกันก็คือความเร็วในการสั่นที่ต่างกัน สีแดงสั่นเร็ว สีม่วงสั่นเร็วกว่า ตาของเรารับรู้ได้แค่ความเร็วการสั่นช่วงแคบๆ คือสีของรุ้ง คลื่นวิทยุสั่นช้าเกินกว่าที่ตาจะจับได้ ถึงแม้คลื่นของเครื่องบินจะยังสั่นมากกว่าพันล้านครั้งต่อวินาทีก็ตาม คลื่นวิทยุคือสีที่เรามองไม่เห็น สุนัขได้ยินเสียงนกหวีดที่เราไม่ได้ยิน ผึ้งมองเห็นลวดลายบนดอกไม้ที่เรามองไม่เห็น และเสาอากาศก็มองเห็นแสงสีหนึ่งที่เรามองไม่เห็น

เพราะคลื่นของเครื่องบินสั่นช้า มันจึงยาว จากระลอกหนึ่งถึงระลอกถัดไปยาว 27 เซนติเมตร ประมาณความยาวของไม้บรรทัด ลองยกไม้บรรทัดขึ้นมา ตอนนี้มีระลอกคลื่นขนาดนั้นหลายพันระลอกกำลังผ่านห้องเรียนอยู่ มาจากเครื่องบินทุกลำในระยะ 400 กิโลเมตร และไม่มีใครรู้สึกถึงมันเลย

ทีนี้มาถึงประโยคที่สำคัญที่สุดในบทเรียนนี้ **คลื่นวิทยุไม่ใช่เสียง** กล่องที่เราเรียกว่า “วิทยุ” ทำให้เกิดเสียง ซึ่งชวนให้งง แต่คลื่นวิทยุเองเป็นแสงที่เงียบสนิท เสียงคืออากาศที่ดันอากาศ มันต้องมีอากาศให้เดินทางผ่าน และมันช้า ประมาณ 340 เมตรต่อวินาที นี่คือเหตุผลที่เราเห็นฟ้าแลบก่อนได้ยินเสียงฟ้าร้อง คลื่นวิทยุไม่ต้องการอะไรเลย มันเดินทางข้ามอวกาศที่ว่างเปล่าระหว่างดาวเทียมกับเครื่องบิน ที่ซึ่งไม่มีอากาศเลย และมันเร็วกว่าเสียงเกือบล้านเท่า เสียงคำรามของเครื่องยนต์เครื่องบินคือเสียง และมันมาถึงเธอหลังจากที่เครื่องบินบินผ่านไปนานแล้ว ข้อความของเครื่องบินคือแสง และมันไปถึงเสาอากาศที่อยู่ห่างออกไป 20 กิโลเมตรในเวลาไม่ถึงหนึ่งในหมื่นของวินาที

ในห้องเรียน: เชือกกับการแข่งขัน
จับคู่กันทำคลื่นเชือก ช้าและยาว แล้วเร็วและสั้น แล้ววัดดู จากนั้นแข่งกันว่าผู้ส่งข่าวคนไหนเร็วที่สุด คำกระซิบที่ส่งต่อกันในแถวยี่สิบคน แข่งกับไฟฉายที่ส่องวาบข้ามห้องโถง คำกระซิบเหมือนเสียง ที่ส่งต่อจากอากาศส่วนหนึ่งไปยังส่วนถัดไป ไฟฉายเหมือนข้อความของเครื่องบิน

บทเรียนที่ 3

หูโลหะและโลกกลม

ถ้าคลื่นวิทยุเป็นสีที่เรามองไม่เห็น แล้วอะไรมองเห็นได้ล่ะ ชิ้นโลหะที่เรียกว่า **เสาอากาศ** ไงล่ะ เมื่อคลื่นวิทยุผ่านชิ้นโลหะ มันทำให้ไฟฟ้าข้างในโลหะโยกไปมาตามจังหวะของคลื่น การโยกเล็กๆ นั้นคือการได้ยิน และเครื่องที่เรียกว่าเครื่องรับจะอ่านสัญญาณของเครื่องบินจากการโยกนั้น ลองมองไปรอบๆ กล่อง Wi-Fi มีเสาอากาศ รถยนต์มีเสาอากาศบนหลังคา

โทรศัพท์ของเธอมีเสาอากาศซ่อนอยู่ในขอบเครื่อง และบนหลังคาโรงเรียนก็น่าจะมีอยู่หลายอัน

เสาอากาศคือหูที่ปรับจูนแล้ว ชิงช้าจะแกว่งได้สูงที่สุดเมื่อเธอผลักตามจังหวะไปกลับของมันเอง และชิ้นโลหะก็ “แกว่ง” ทางไฟฟ้าได้ดีที่สุดเมื่อมีขนาดเหมาะกับคลื่น คือหนึ่งในสี่ของความยาวคลื่น คลื่นของเครื่องบินยาว 27 เซนติเมตร เสาอากาศที่ดีที่สุดสำหรับคลื่นนี้จึงสูงประมาณ 7 เซนติเมตร นั่นคือเหตุผลที่เสาอากาศจริง ทั้งบนเครื่องบินและบนพื้นดินเป็นแท่งสั้นๆ ไม่ใช่จานใหญ่ ในเรื่องนี้ ใหญ่กว่าไม่ได้แปลว่าดีกว่า ขนาดที่ถูกต้องคือสิ่งสำคัญ และขนาดที่ถูกต้องก็เล็กนิดเดียว

แล้วหูโลหะจะได้ยินเครื่องบินได้ไกลแค่ไหน สิ่งที่ตัดสินเรื่องนี้น่าประหลาดใจมาก **โลกกลม** คลื่นวิทยุคือแสง แสงเดินทางเป็นเส้นตรง และมันทะลุพื้นดินไม่ได้ ดังนั้นเส้นตรงจากเสาอากาศบนหลังคาจะไปชนส่วนโค้งของโลกในไม่ช้า และเครื่องบินที่อยู่หลังส่วนโค้งนั้นจะถูกซ่อนไว้ ไม่ว่ามันจะดังแค่ไหน เหมือนเรือที่แล่นลับขอบฟ้าไปแล้ว ยิ่งเราอยู่สูง ก็ยิ่งมองข้ามส่วนโค้งได้ไกล เธอรู้เรื่องนี้อยู่แล้วจากการยืนบนเก้าอี้เพื่อมองข้ามฝูงชน นั่นคือเหตุผลที่เสาอากาศต้องอยู่บนหลังคา บนเสาสูง และบนเนินเขา จากหลังคาบ้าน เสาอากาศได้ยินเครื่องบินที่บินสูงสิบกิโลเมตรได้จากระยะมากกว่า 400 กิโลเมตร ไกลกว่าการเดินทางจากบรัสเซลส์ไปปารีสแล้วกลับมา แต่เครื่องบินที่เพิ่งขึ้นบินจากสนามบินที่ห่างออกไป 50 กิโลเมตร อาจถูกโลกบังไว้ทั้งหมด จนกว่ามันจะไต่ขึ้นสูงพอที่จะโผล่ข้ามมาได้

ในห้องเรียน: สร้างเสาอากาศ แล้วออกไปข้างนอก
ตัดกระดาษแข็งเป็นแถบยาว 7 เซนติเมตร ห่อด้วยฟอยล์ แล้วตั้งไว้บนแผ่นสี่เหลี่ยมที่หุ้มฟอยล์ นี่คือขนาดและรูปร่างที่ถูกต้องเหมือนของจริง เครื่องรับจริงจะเพิ่มวิทยุและคอมพิวเตอร์เพื่ออ่านสัญญาณ จากนั้นไปที่สนามเด็กเล่น นั่งยองๆ ยืนขึ้น ปีนขึ้นไปบนม้านั่ง แต่ละครั้งเห็นอะไรเพิ่มขึ้นบ้าง นั่นคือสิ่งที่หลังคาทำให้เสาอากาศ

บทเรียนที่ 4

หูหลายๆ อันสร้างแผนที่เดียว

เสาอากาศหนึ่งต้นบนหลังคาหนึ่งหลังได้ยินเครื่องบินในท้องฟ้าเป็นวงกลมกว้างไม่กี่ร้อยกิโลเมตร ถ้าจะเห็นทั้งยุโรป เราต้องมีเสาอากาศหลายร้อยต้น บนบ้าน สนามบิน และโรงเรียน กระจายกันไปจนวงกลมของมันซ้อนทับกัน เสาอากาศแต่ละต้นส่งสิ่งที่ได้ยินผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์ก็นำวงกลมมาต่อกันเหมือนจิ๊กซอว์ เครื่องบินลำเดียวกันมักถูกเสาอากาศสิบหรือยี่สิบต้นได้ยินพร้อมกัน คอมพิวเตอร์รู้ว่าเป็นเครื่องบินลำเดียวกันและวาดมันแค่ครั้งเดียว ถ้าเสาอากาศต้นหนึ่งรายงานว่าเครื่องบินอยู่ในที่ที่เสาอากาศต้นอื่นๆ ไม่เห็นด้วยเลย คอมพิวเตอร์ก็รู้ว่ารายงานนั้นน่าจะผิด และไม่นำมาใช้

ผลลัพธ์คือแผนที่สด เครื่องบินทุกลำที่กำลังพูด อยู่ที่ไหน สูงเท่าไร เร็วแค่ไหน ไปทางไหน อัปเดตทุกวินาที และตอนนี้เธอรู้ห่วงโซ่ทั้งหมดแล้ว ตั้งแต่ต้นจนจบ เครื่องบินฟังดาวเทียมและคิดว่าตัวเองอยู่ที่ไหน มันบอกออกมาวินาทีละสองครั้ง ในข้อความที่มีคำตอบใช่หรือไม่ใช่ 112 ตัว ข้อความเดินทางไปกับคลื่นแสงที่มองไม่เห็น หูโลหะที่ปรับจูนแล้วบนหลังคาจับข้อความไว้ได้ ตราบใดที่เครื่องบินยังอยู่เหนือส่วนโค้งของโลก และหูหลายร้อยอันที่แบ่งปันสิ่งที่ได้ยินร่วมกันก็สร้างแผนที่ขึ้นมา ไม่มีใครบนพื้นดินวัดอะไรเลย เครื่องบินบอกเรา และเราฟัง

คำถามสุดท้าย เป็นคำถามแบบที่นักวิทยาศาสตร์เก่งๆ ถามเสมอ แผนที่แสดงเครื่องบินทุกลำหรือเปล่า ไม่ แผนที่แสดงเครื่องบินที่กำลังพูดเท่านั้น เครื่องบินโดยสารลำใหญ่เกือบทั้งหมดพูด เครื่องบินเล็กบางลำ เครื่องร่อน และบอลลูนไม่มีวิทยุแบบนี้ และเครื่องบินทหารบางลำเลือกที่จะไม่ใช้ แผนที่จึงซื่อตรง แต่ไม่ครบถ้วน ไม่มีแผนที่ไหนครบถ้วนหรอก

ในห้องเรียน: จิ๊กซอว์ แล้วแผนที่จริง
เริ่มจากตารางบนพื้นอีกครั้ง แต่คราวนี้หอบังคับการบินแต่ละหอได้ยินแค่มุมห้องของตัวเอง นำกระดาษมาวางเรียงกัน เมื่อรวมกันแล้วจะเห็นเครื่องบินทุกลำ จากนั้นดูแผนที่จริง ซูมเข้าไปที่โรงเรียน กลุ่มของเธอติดตามเครื่องบินหนึ่งลำเป็นเวลาสิบนาที ได้แก่ ชื่อ ความสูง ความเร็ว มาจากไหน และกำลังจะไปไหน แล้วเล่าเรื่องทั้งหมดว่ามันมาอยู่บนแผนที่ได้อย่างไร ทีละขั้น ด้วยคำพูดของเธอเอง

แบบทดสอบนักฟังท้องฟ้า

เลือกคำตอบ ถ้าผิด ลองคิดใหม่แล้วเลือกคำตอบอื่น สิ่งสำคัญคือการคิดให้ได้ว่าทำไม

1. 1. เครื่องบินส่งข้อความบ่อยแค่ไหน

A. วันละครั้ง
B. ประมาณวินาทีละสองครั้ง
C. เฉพาะตอนที่นักบินกดปุ่ม

2. 2. ใครเป็นคนรู้ว่าเครื่องบินอยู่ที่ไหน

A. ดาวเทียมเฝ้าดูมันจากอวกาศ
B. เครื่องบินคิดเองแล้วบอกทุกคน
C. เจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศเดาเอา

3. 3. คลื่นวิทยุคืออะไร

A. เสียงดังๆ
B. แสงชนิดหนึ่งที่ตาเรามองไม่เห็น
C. ลมชนิดหนึ่ง

4. 4. ทำไมจึงติดเสาอากาศไว้บนหลังคา

A. เพื่อให้อยู่ใกล้เครื่องบินมากขึ้น
B. เพื่อให้แนวสายตาที่เป็นเส้นตรงของมันไปได้ไกลขึ้นข้ามส่วนโค้งของโลก
C. เพราะนกชอบ

5. 5. ทำไมแผนที่ต้องใช้เสาอากาศหลายร้อยต้น

A. เสาอากาศหนึ่งต้นได้ยินท้องฟ้าเป็นวงกลมกว้างแค่ไม่กี่ร้อยกิโลเมตร
B. เสาอากาศพังง่าย
C. เครื่องบินแต่ละลำต้องมีเสาอากาศของตัวเอง

ตอนจบ

สร้างหูโลหะ

ตอนนี้เธอรู้เรื่องราวทั้งหมดแล้ว เครื่องบินที่พูดได้ แสงที่มองไม่เห็น หูโลหะและโลกกลม และแผนที่ที่สร้างจากผู้ฟังจำนวนมาก ขั้นสุดท้ายคือการเป็นหนึ่งในผู้ฟัง คุณครูของเธอมีหน้าที่อธิบายวิธีสร้างเครื่องรับจริงสำหรับโรงเรียน พร้อมเสาอากาศจริงบนหลังคาหรือที่หน้าต่าง เมื่อมันทำงานได้ เครื่องบินเหนือโรงเรียนของเธอจะปรากฏบนแผนที่ใหญ่

เพราะห้องเรียนของเธอได้ยินมัน

ถามคุณครูเรื่องเวิร์กช็อป https://radar.dataero.eu/th/learning/workshop

เฉลย

1. 1. เครื่องบินส่งข้อความบ่อยแค่ไหน

   B. ประมาณวินาทีละสองครั้ง ในหนึ่งนาที เครื่องบินเคลื่อนที่ไป 15 กิโลเมตร ถ้ามันพูดแค่นาทีละครั้ง แผนที่ก็จะผิดตลอด การพูดวินาทีละสองครั้งทำให้แผนที่ทันสมัยอยู่เสมอ และไม่มีใครต้องกดอะไรเลย

2. 2. ใครเป็นคนรู้ว่าเครื่องบินอยู่ที่ไหน

   B. เครื่องบินคิดเองแล้วบอกทุกคน ดาวเทียมแค่ประกาศเวลา เครื่องบินวัดว่าแต่ละเสียงประกาศมาถึงช้าเท่าไร คิดตำแหน่งของตัวเอง แล้วประกาศออกไป ไม่มีใครค้นหาเครื่องบิน เครื่องบินเป็นคนบอก

3. 3. คลื่นวิทยุคืออะไร

   B. แสงชนิดหนึ่งที่ตาเรามองไม่เห็น คลื่นวิทยุคือแสงสีที่ตาเรามองไม่เห็น มันไม่ต้องใช้อากาศ เดินทางข้ามอวกาศที่ว่างเปล่าได้ และเร็วกว่าเสียงเกือบล้านเท่า

4. 4. ทำไมจึงติดเสาอากาศไว้บนหลังคา

   B. เพื่อให้แนวสายตาที่เป็นเส้นตรงของมันไปได้ไกลขึ้นข้ามส่วนโค้งของโลก ระยะทางขึ้นไปถึงเครื่องบินแทบไม่เปลี่ยนเลยเมื่ออยู่บนหลังคา สิ่งที่เปลี่ยนคือแนวสายตาที่เป็นเส้นตรงไปได้ไกลแค่ไหนก่อนจะชนพื้นที่โค้ง ยิ่งสูงยิ่งไปได้ไกล

5. 5. ทำไมแผนที่ต้องใช้เสาอากาศหลายร้อยต้น

   A. เสาอากาศหนึ่งต้นได้ยินท้องฟ้าเป็นวงกลมกว้างแค่ไม่กี่ร้อยกิโลเมตร เสาอากาศแต่ละต้นได้ยินเฉพาะเครื่องบินที่อยู่เหนือขอบฟ้าของตัวเอง เสาอากาศจำนวนมากที่กระจายกันอยู่และมีวงกลมซ้อนทับกัน ครอบคลุมได้ทั้งทวีป และคอมพิวเตอร์ก็นำวงกลมมาต่อกัน