علوم - سنین 6 تا 11 سال

هواپیماهایی که حرف می‌زنند

چهار درس دربارهٔ اینکه هر هواپیما در آسمان چطور به همه می‌گوید کجاست، و ما چطور می‌توانیم به حرفش گوش بدهیم. در پایان می‌توانید همهٔ ماجرا را از اول تا آخر توضیح بدهید، و یک بخش از آن را هم خودتان ساخته‌اید.

آموزش - https://radar.dataero.eu/fa/learning/ages-6-11/student 2026-11-21

فهرست مطالب

درس 1 آسمان شلوغ و هواپیمای سخنگو
درس 2 نور نامرئی: پیام سوار بر چه چیزی سفر می‌کند
درس 3 گوش‌های فلزی و زمین گرد
درس 4 گوش‌های زیاد یک نقشه می‌سازند
مسابقهٔ شنوندهٔ آسمان
پایان گوش‌های فلزی را بسازید

درس 1

آسمان شلوغ و هواپیمای سخنگو

همین حالا، بالای مدرسهٔ شما، تقریباً حتماً یک هواپیما هست. احتمالاً بیشتر از یکی. آن‌ها را نمی‌بینید چون ده کیلومتر بالاتر هستند، بلندتر از بلندترین کوه اروپا، و با سرعت 900 کیلومتر در ساعت حرکت می‌کنند، یعنی هر ثانیه 250 متر. در یک روز معمولی حدود سی هزار هواپیما از روی اروپا می‌گذرند. هیچ‌کدام از آن‌ها بقیه را درست نمی‌بیند و هیچ‌کدام جاده‌ای ندارد که دنبالش برود. پس یک نفر روی زمین باید همیشه بداند هرکدام از آن‌ها کجاست، تا آن‌ها را از هم دور نگه دارد. این آدم مراقب پرواز است. اما آدمی که روی زمین در یک اتاق نشسته، چطور می‌تواند بداند هواپیمایی که ده کیلومتر بالاتر و پشت ابرهاست کجاست؟

مدت‌ها جواب این سؤال رادار بود: یک بشقاب بزرگ چرخان که یک ضربهٔ رادیویی می‌فرستد و گوش می‌دهد تا پژواک ضعیفی که از هواپیما برمی‌گردد را بشنود. رادار هنوز هم هست. اما امروز بیشتر هواپیماها کار زیرکانه‌تری می‌کنند. هر هواپیمای امروزی یک گیرندهٔ ماهواره‌ای دارد، از همان نوعی که نقشهٔ ماشین یا گوشی را به کار می‌اندازد، پس هواپیما همیشه دقیقاً می‌داند کجاست. هواپیما یک رادیوی کوچک هم دارد. پس به‌جای اینکه صبر کند تا کسی روی زمین پیدایش کند، **هواپیما خیلی ساده به همه می‌گوید کجاست.** تقریباً دو بار در هر ثانیه، رادیویش یک پیام کوتاه می‌فرستد: من کی هستم، کجا هستم، چقدر بالا هستم، با چه سرعتی می‌روم. هیچ‌کس آن را درخواست نمی‌کند. هیچ‌کس دکمه‌ای فشار نمی‌دهد. پیام همین‌طور بارها و بارها برای هرکسی که گوش می‌دهد فرستاده می‌شود.

این پیام نمی‌تواند از کلمه‌ها ساخته شود. رادیو فقط یک کار بلد است: یک ضربهٔ خیلی کوچک بفرستد، یا نفرستد. پس پیام از جواب‌های بله یا نه ساخته شده، 112 تا پشت سر هم، و همه از قبل قبول کرده‌اند که هرکدام چه معنایی دارد. 24 جواب اول اسم هواپیما را می‌سازند، کدی که موقع ساخته شدن به آن می‌دهند و برای همیشه نگهش می‌دارد، مثل پلاک ماشین. برای جواب دادن به 24 سؤال بله یا نه نزدیک به 17 میلیون راه مختلف وجود دارد، پس هر هواپیما در دنیا می‌تواند اسم مخصوص خودش را داشته باشد. 24 جواب آخر برای وارسی است: شنونده روی پیام یک حساب انجام می‌دهد، و اگر حساب جور درنیاید، یعنی پیام در راه به‌هم ریخته و کنار گذاشته می‌شود. به‌هرحال هواپیما نیم ثانیه بعد دوباره آن را می‌فرستد.

این نکته را از این درس به خاطر بسپارید، چون خیلی از بزرگ‌ترها هم اشتباهش می‌کنند: **هیچ‌کس هواپیما را پیدا نمی‌کند. هواپیما خودش را اعلام می‌کند.** ماهواره‌ها هواپیما را تماشا نمی‌کنند؛ فقط ساعت را به او می‌گویند، و هواپیما بقیه‌اش را خودش حساب می‌کند.

در کلاس: بازی برج مراقبت

نصف شما هواپیما هستید، روی یک جدول خانه‌خانه روی زمین راه می‌روید و هر چند قدم پیامتان را بلند می‌گویید: اسمتان، خانه‌تان، ارتفاعتان، سرعتتان. نصف دیگر برج مراقبت هستند و هر هواپیما را روی یک جدول کاغذی می‌کشند. بعد جایتان را عوض کنید. بعد دوباره بازی کنید، اما این بار هواپیماها فقط دقیقه‌ای یک بار اجازهٔ حرف زدن دارند، و ببینید نقشهٔ برج چطور به‌هم می‌ریزد. برای همین است که هواپیماهای واقعی ثانیه‌ای دو بار حرف می‌زنند.

درس 2

نور نامرئی: پیام سوار بر چه چیزی سفر می‌کند

پیام به شکل یک موج رادیویی از هواپیما بیرون می‌آید. و موج رادیویی نور است. نه چیزی شبیه نور: درست همان چیزی که از چراغ‌قوه یا خورشید بیرون می‌آید، با همان سرعت، 300 000 کیلومتر در هر ثانیه، یعنی در مدتی که می‌گویید «یک»، هفت بار دور زمین می‌چرخد.

پس چرا نمی‌توانید آن را ببینید؟ یک طناب را آرام تکان بدهید، موج‌های بلند و تنبل درست می‌شوند؛ تند تکانش بدهید، موج‌های کوتاه و پرجنب‌وجوش درست می‌شوند. نور هم یک موج است، و رنگ‌های مختلف یعنی سرعت‌های مختلف لرزیدن. قرمز تند می‌لرزد؛ بنفش تندتر. چشم‌های ما فقط یک محدودهٔ باریک از سرعت‌های لرزش را می‌بیند، یعنی رنگ‌های رنگین‌کمان را. رادیو خیلی آرام‌تر از آن می‌لرزد که چشم بتواند ببیند، هرچند موج هواپیما باز هم بیش از هزار میلیون بار در ثانیه می‌لرزد. رادیو رنگی است که ما نمی‌توانیم ببینیم. سگ‌ها صدای سوت‌هایی را می‌شنوند که ما نمی‌شنویم؛ زنبورها روی گل‌ها نقش‌هایی می‌بینند که ما نمی‌بینیم؛ و آنتن هم رنگی از نور را می‌بیند که ما نمی‌بینیم.

چون موج هواپیما آرام می‌لرزد، بلند است: از یک موج تا موج بعدی 27 سانتی‌متر است، تقریباً به اندازهٔ یک خط‌کش. یک خط‌کش را بالا بگیرید. همین حالا هزاران موج به همین اندازه از هر هواپیمایی که تا 400 کیلومتری ماست از کلاس رد می‌شوند، و هیچ‌کس آن‌ها را حس نمی‌کند.

حالا مهم‌ترین جملهٔ این درس. **رادیو صدا نیست.** جعبه‌ای که اسمش «رادیو» است صدا درست می‌کند، و همین گیج‌کننده است، اما خود موج‌های رادیویی نوری بی‌صدا هستند. صدا یعنی هوا که هوا را هل می‌دهد؛ برای رفتن به هوا نیاز دارد، و کند است، حدود 340 متر در ثانیه، و برای همین است که برق را قبل از شنیدن صدای رعد می‌بینید. رادیو به هیچ چیز نیاز ندارد: از فضای خالی بین ماهواره‌ها و هواپیما رد می‌شود، جایی که اصلاً هوا نیست. و نزدیک به یک میلیون بار از صدا تندتر است. غرش موتورهای هواپیما صداست، و مدت‌ها بعد از رد شدن هواپیما به شما می‌رسد. پیام هواپیما نور است، و در کمتر از یک ده‌هزارم ثانیه به آنتنی که 20 کیلومتر دورتر است می‌رسد.

در کلاس: طناب و مسابقه

دوتا دوتا با طناب موج درست کنید: آرام و بلند، بعد تند و کوتاه، و اندازه‌شان را بگیرید. بعد مسابقهٔ سریع‌ترین پیام‌رسان: یک کلمه که در گوش یک صف بیست‌نفره پچ‌پچ می‌شود، در برابر چراغ‌قوه‌ای که در طول سالن روشن می‌شود. پچ‌پچ مثل صداست، از یک تکه هوا به تکهٔ بعدی می‌رسد. چراغ‌قوه مثل پیام هواپیماست.

درس 3

گوش‌های فلزی و زمین گرد

اگر رادیو رنگی است که ما نمی‌بینیم، چه چیزی می‌تواند آن را ببیند؟ یک تکه فلز به اسم **آنتن**. وقتی یک موج رادیویی از کنار یک تکه فلز رد می‌شود، برق داخل فلز را هم‌پای موج به جلو و عقب تکان می‌دهد. همین تکان خیلی کوچک یعنی شنیدن، و دستگاهی به اسم گیرنده ضربه‌های هواپیما را از روی آن می‌خواند. اطرافتان را نگاه کنید: مودم وای‌فای آنتن دارد، ماشین یکی روی سقفش دارد، گوشی شما یکی پنهان در لبه‌اش دارد، و احتمالاً چندتا هم روی پشت‌بام مدرسه هست.

آنتن یک گوش کوک‌شده است. تاب وقتی از همه بالاتر می‌رود که آن را هم‌زمان با رفت‌وبرگشت خودش هل بدهید، و یک تکه فلز هم وقتی از نظر برقی بهتر از همه «تاب می‌خورد» که اندازه‌اش برای موج درست باشد: یک‌چهارم طول موج. موج هواپیما 27 سانتی‌متر است، پس بهترین آنتن برای آن حدود 7 سانتی‌متر بلندی دارد. برای همین است که آنتن واقعی، روی هواپیما و روی زمین، یک میلهٔ کوچک است و نه یک بشقاب بزرگ. اینجا بزرگ‌تر بهتر نیست. اندازهٔ درست مهم است، و اندازهٔ درست کوچک است.

خب، یک گوش فلزی از چه فاصله‌ای می‌تواند صدای یک هواپیما را بشنود؟ چیزی شگفت‌انگیز این را تعیین می‌کند: **زمین گرد است**. رادیو نور است، نور در خط راست می‌رود، و نمی‌تواند از زمین رد شود. پس یک خط راست از آنتنی روی پشت‌بام خیلی زود به انحنای زمین می‌خورد، و هر هواپیمایی که پشت این انحنا باشد پنهان می‌ماند، هرقدر هم پیامش قوی باشد، مثل کشتی‌ای که از پشت افق گذشته است. هرچه بالاتر باشید، از روی انحنا دورتر را می‌بینید؛ این را از بالا رفتن روی صندلی برای دیدن بالای سر جمعیت می‌دانید. برای همین است که آنتن‌ها را روی پشت‌بام‌ها و دکل‌ها و تپه‌ها می‌گذارند. آنتنی روی پشت‌بام می‌تواند هواپیمایی را که ده کیلومتر بالاست از بیش از 400 کیلومتر دورتر بشنود، دورتر از رفت‌وبرگشت بروکسل تا پاریس. اما هواپیمایی که همین حالا از فرودگاهی در 50 کیلومتری بلند شده، ممکن است کاملاً پشت زمین پنهان باشد تا وقتی آن‌قدر بالا برود که بتواند از بالای آن سرک بکشد.

در کلاس: آنتن بسازید، بعد بروید بیرون

یک نوار مقوا به طول 7 سانتی‌متر ببرید، دورش فویل بپیچید، و آن را روی یک مربع پوشیده از فویل سرپا بگذارید. این همان اندازه و همان شکل آنتن واقعی است؛ یک گیرندهٔ واقعی یک رادیو و یک کامپیوتر هم اضافه می‌کند تا ضربه‌ها را بخواند. بعد در حیاط مدرسه: چمباتمه بزنید، بایستید، روی یک نیمکت بروید. هر بار چه چیزی پیدا می‌شود؟ این همان کاری است که پشت‌بام برای آنتن می‌کند.

درس 4

گوش‌های زیاد یک نقشه می‌سازند

یک آنتن روی یک پشت‌بام هواپیماهای یک دایره از آسمان را می‌شنود که چند صد کیلومتر پهنا دارد. برای دیدن همهٔ اروپا به صدها آنتن نیاز دارید، روی خانه‌ها و فرودگاه‌ها و مدرسه‌ها، پخش‌شده طوری که دایره‌هایشان روی هم بیفتند. هرکدام چیزی را که می‌شنود از راه اینترنت به یک کامپیوتر می‌فرستد، و کامپیوتر دایره‌ها را مثل پازل کنار هم می‌چیند. معمولاً یک هواپیما را ده یا بیست آنتن با هم می‌شنوند؛ کامپیوتر می‌فهمد که همه یک هواپیما هستند و آن را فقط یک بار می‌کشد. اگر یک آنتن بگوید هواپیمایی جایی است که همهٔ آنتن‌های دیگر با آن مخالف‌اند، کامپیوتر می‌فهمد که آن گزارش احتمالاً اشتباه است و کنارش می‌گذارد.

نتیجه نقشهٔ زنده است: هر هواپیمایی که حرف می‌زند، کجاست، چقدر بالاست، چقدر تند می‌رود، به کدام طرف، و همه هر ثانیه به‌روز می‌شود. و حالا شما همهٔ زنجیره را از اول تا آخر می‌دانید. هواپیما به ماهواره‌ها گوش می‌دهد و حساب می‌کند کجاست. ثانیه‌ای دو بار این را می‌گوید، در پیامی از 112 جواب بله یا نه. پیام سوار بر موجی از نور نامرئی است. یک گوش فلزی کوک‌شده روی پشت‌بام آن را می‌گیرد، به شرطی که هواپیما بالای انحنای زمین باشد. و صدها گوش با هم، با به اشتراک گذاشتن چیزی که می‌شنوند، نقشه را می‌سازند. هیچ‌کس روی زمین چیزی را اندازه نگرفت. هواپیماها به ما گفتند، و ما گوش دادیم.

یک سؤال آخر، از آن سؤال‌هایی که یک دانشمند خوب همیشه می‌پرسد. آیا نقشه همهٔ هواپیماها را نشان می‌دهد؟ نه. هواپیماهایی را نشان می‌دهد که حرف می‌زنند. تقریباً همهٔ هواپیماهای مسافربری بزرگ حرف می‌زنند. بعضی از هواپیماهای کوچک، گلایدرها و بالن‌ها این رادیو را ندارند، و بعضی از هواپیماهای نظامی تصمیم می‌گیرند از آن استفاده نکنند. پس نقشه راستگوست، اما کامل نیست. هیچ نقشه‌ای کامل نیست.

در کلاس: پازل، بعد نقشهٔ واقعی

اول دوباره جدول روی زمین، اما حالا هر برج فقط گوشهٔ خودش از اتاق را می‌شنود. برگه‌ها را کنار هم بگذارید: با هم، همهٔ هواپیماها را نشان می‌دهند. بعد نقشهٔ واقعی، بزرگ‌شده روی مدرسه. گروه شما ده دقیقه یک هواپیما را دنبال می‌کند: اسمش، ارتفاعش، سرعتش، از کجا آمده و به کجا می‌رود. بعد کل داستان اینکه چطور روی نقشه آمد را قدم‌به‌قدم با کلمه‌های خودتان تعریف کنید.

مسابقهٔ شنوندهٔ آسمان

یک جواب انتخاب کنید. اگر غلط بود، دوباره فکر کنید و یکی دیگر را امتحان کنید؛ مهم این است که بفهمید چرا.

1. 1. هواپیما هر چند وقت یک بار پیامش را می‌فرستد؟

A. روزی یک بار

B. تقریباً دو بار در هر ثانیه

C. فقط وقتی خلبان دکمه‌ای را فشار می‌دهد

2. 2. چه کسی می‌فهمد هواپیما کجاست؟

A. ماهواره‌ها از فضا آن را تماشا می‌کنند

B. خود هواپیما حساب می‌کند و به همه می‌گوید

C. مراقب پرواز حدس می‌زند

3. 3. موج رادیویی چیست؟

A. یک صدای بلند

B. نوعی نور که چشم ما نمی‌بیند

C. نوعی باد

4. 4. چرا آنتن را روی پشت‌بام می‌گذارند؟

A. تا به هواپیماها نزدیک‌تر باشد

B. تا خط دید مستقیمش از روی انحنای زمین دورتر برود

C. چون پرنده‌ها از آن خوششان می‌آید

5. 5. چرا نقشه به صدها آنتن نیاز دارد؟

A. یک آنتن فقط یک دایره از آسمان به پهنای چند صد کیلومتر را می‌شنود

B. آنتن‌ها زود خراب می‌شوند

C. هر هواپیما به یک آنتن مخصوص خودش نیاز دارد

پایان

گوش‌های فلزی را بسازید

حالا شما همهٔ داستان را می‌دانید: هواپیمایی که حرف می‌زند، نور نامرئی، گوش‌های فلزی و زمین گرد، و نقشه‌ای که شنونده‌های زیادی آن را می‌سازند. قدم آخر این است که خودتان یکی از شنونده‌ها باشید. معلمتان صفحه‌ای دارد که توضیح می‌دهد چطور یک گیرندهٔ واقعی برای مدرسه بسازید، با یک آنتن واقعی روی پشت‌بام یا کنار پنجره. وقتی کار کند، هواپیماهای بالای مدرسهٔ شما روی نقشهٔ بزرگ دیده می‌شوند، چون کلاس شما صدایشان را شنیده است.

از معلمتان دربارهٔ کارگاه بپرسید `https://radar.dataero.eu/fa/learning/workshop`

پاسخ‌ها

1. 1. هواپیما هر چند وقت یک بار پیامش را می‌فرستد؟

B. تقریباً دو بار در هر ثانیه هواپیما در یک دقیقه 15 کیلومتر جلو می‌رود. اگر فقط دقیقه‌ای یک بار حرف می‌زد، نقشه همیشه اشتباه بود. ثانیه‌ای دو بار نقشه را به‌روز نگه می‌دارد، و هیچ‌کس لازم نیست چیزی را فشار بدهد.

2. 2. چه کسی می‌فهمد هواپیما کجاست؟

B. خود هواپیما حساب می‌کند و به همه می‌گوید ماهواره‌ها فقط ساعت را اعلام می‌کنند. هواپیما اندازه می‌گیرد که هر اعلام چقدر دیر می‌رسد، جای خودش را حساب می‌کند، و آن را اعلام می‌کند. هیچ‌کس هواپیما را پیدا نمی‌کند؛ هواپیما خودش می‌گوید.

3. 3. موج رادیویی چیست؟

B. نوعی نور که چشم ما نمی‌بیند رادیو نوری است به رنگی که چشم ما نمی‌بیند. به هوا نیاز ندارد، از فضای خالی رد می‌شود، و نزدیک به یک میلیون بار از صدا تندتر است.

4. 4. چرا آنتن را روی پشت‌بام می‌گذارند؟

B. تا خط دید مستقیمش از روی انحنای زمین دورتر برود فاصلهٔ تا هواپیما با رفتن روی پشت‌بام تقریباً عوض نمی‌شود. چیزی که عوض می‌شود این است که خط دید مستقیم پیش از خوردن به زمین منحنی تا کجا می‌رسد. بالاتر یعنی دورتر.

5. 5. چرا نقشه به صدها آنتن نیاز دارد؟

A. یک آنتن فقط یک دایره از آسمان به پهنای چند صد کیلومتر را می‌شنود هر آنتن فقط هواپیماهای بالای افق خودش را می‌شنود. آنتن‌های زیاد و پخش‌شده، با دایره‌هایی که روی هم می‌افتند، یک قارهٔ کامل را می‌پوشانند، و کامپیوتر دایره‌ها را کنار هم می‌چیند.