

روشنائی در برابر تاریکی (قسمت 1) (سطح 3)

	شرح	در این پروژه، شاگردان با تعاریف و مهارت های علمی مرتبط با درک برق و دلایل رخ دادن خاموشی در جوامع خود یا در سراسر جهان آشنا می شوند.
	سوال پیش رو	بهترین ساختار شبکه برق برای جامعه شما کدام است؟
	کل زمان مورد نیاز	۱۰ ساعت در ۵ روز.
	اشیا/لوازم مورد نیاز	کاغذ، مداد، یادداشت های پستی (در صورت وجود)، کاغذهای کوچک، سنگ های کوچک، صورت حساب برق، باتری های دو بعدی، ۳ چراغ قلمی کوچک، ۳ ساکت، ۲ سویچ، تکه های سیم عایق، و یکی از مجموعه های زیر: (۱) بالون، (۲) آب، نمک، مرچ، شانه پلاستیکی دنداندار، یا (۳) قلم پلاستیکی و جریان آب.
	نتایج یادگیری	1. مفاهیم مقطعی علمی مقیاس، نسبت و کمیت را عمیق تر درک کنید. سیستم ها و مدل های سیستم؛ و انرژی. 2. متن، تصاویر و نمایش های گرافیکی داده ها را برای توصیف تفسیر کنید. 3. یک مدل برای توصیف عملکرد شبکه های برق ایجاد کنید.
	آموزش های قبلی	درک پایه ای از فیزیک، نیرو، انرژی و اتم ها نیاز است. مفهوم میانگین و عملیات مرتبط با آن (تقسیم، جمع).

روز اول

امروز شما با یادگیری در مورد اینکه برق از کجا می آید شروع می کنید و آزمایشی را بر روی تولید برق ساکن انجام خواهید داد.

فعالیت و توضیحات پیشنهادی

مدت زمان

	۱۰ دقیقه	1. برق همیشه در طبیعت وجود داشته است. به اشکال مختلف برق فکر کنید. 2. برخی از پاسخ هایی را که به دست می آورید بنویسید و بعداً بر گردید و بعد از آزمایش ها درباره آنها بحث کنید. برخی از ایده های ممکن عبارتند از: نورپردازی، انرژی ساکن، اصطکاک، مارماهی های برقی. هنگامی که شخصی را لمس کنید و یا ضربه بزنید و غیره بدن آن از (برق) برای ارسال پیام به ماهیچه ها استفاده می کند. 3. به راه هایی فکر کنید که از طریق آن می توانید با منابعی که در خانه یا مکتب در دسترس دارید، آن را ببینید.
	۲۰ دقیقه	شما یک آزمایش متمرکز بر تولید برق ساکن انجام خواهید داد. شما می توانید دو آزمایش را از بین سه گزینه ارائه شده انتخاب کنید. به تفاوت ها یا روندهای احتمالی که در طول آزمایش ها ظاهر می شوند، توجه کنید. قبل از شروع آزمایش، یک فرضیه (یا بیشتر) در مورد آنچه فکر می کنید قرار است اتفاق بیفتد، بسازید. این می تواند در مورد آنچه فکر می کنید می توانید با مواد انجام دهید، یا اینکه اگر یک عمل خاص را با مواد انجام دهید چه اتفاقی می افتد. گزینه شماره ۱ (بالون) 1. بالون را روی موها یا ژاکت خود بمالید و سپس سعی کنید آن را برای چند لحظه روی دیوار بچسبانید. 2. شما چه چیزی را مشاهده می کنید؟ فکر می کنید برق چگونه ایجاد شده است؟

<p>گزینه شماره ۲ (منابع: آب، نمک، مرچ، یک شانه پلاستیکی با دندان‌دار. این بهترین کار را زمانی انجام می‌دهد که سطح رطوبت پایین باشد)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. به مقدار مساوی نمک و مرچ سیاه را در یک ظرف کم عمق مخلوط کنید. 2. از یک شانه پلاستیکی دندان‌دار برای شانه زدن موهای تان استفاده کنید. 3. شانه را در همان دست نگه دارید، بدون اینکه به مخلوط نمک و مرچ دست بزنید، سریع شانه را روی ظرف بگیرید. 4. شما چه چیزی را مشاهده می‌کنید؟ (شانه ای که اکنون به صورت ایستا شارژ شده است، باید مرچ را جذب کند و تکه‌ها را از ظرف خارج کند). فکر می‌کنید برق چگونه ایجاد شده است؟ <p>گزینه شماره ۳ (منابع: خودکار پلاستیکی، جریان آب)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. یک خودکار پلاستیکی را روی ژاکت پشمی بمالید. 2. قلم را نزدیک جریان آب بگیرید. 3. شما چه چیزی را مشاهده می‌کنید؟ فکر می‌کنید برق چگونه ایجاد شده است؟ 				
<p>بنویسید:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● با توجه به آنچه در آزمایش‌ها مشاهده کردید، یک فکر در مورد اینکه برق چیست؟ ● یک سوال که می‌خواهید بر اساس آنچه در آزمایش‌ها متوجه شده‌اید، آن را بررسی کنید ● برق چیست؟ یک قیاس (مقایسه) که می‌توانید برای توضیح آن به کسی استفاده کنید. <p>آن پاسخ‌ها را با صدای بلند به اشتراک بگذارید و آنها را در یک دفترچه یا نمودار یادداشت کنید. در زیر یک مثال آورده شده است:</p> <table border="1" data-bbox="284 955 1193 1144" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> <p>اندیشه</p> <p>برق از مالش به دست می‌آید.</p> </td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> <p>پرسش</p> <p>اگر مواد مختلف را مالش دهیم چه؟ آیا برق هنوز وجود خواهد داشت؟</p> </td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> <p>قیاس</p> <p>برق نتیجه یک «مبارزه» بین مواد است.</p> </td> </tr> </table> <p>شما نیازی به پاسخ‌های "درست" برای این پرسش‌های فوری/اعلان‌ها ندارید. فقط اطمینان حاصل کنید که بین یک فکر، یک سوال و یک قیاس تفاوت قائل هستید.</p>	<p>اندیشه</p> <p>برق از مالش به دست می‌آید.</p>	<p>پرسش</p> <p>اگر مواد مختلف را مالش دهیم چه؟ آیا برق هنوز وجود خواهد داشت؟</p>	<p>قیاس</p> <p>برق نتیجه یک «مبارزه» بین مواد است.</p>	<p>۱۵ دقیقه</p>
<p>اندیشه</p> <p>برق از مالش به دست می‌آید.</p>	<p>پرسش</p> <p>اگر مواد مختلف را مالش دهیم چه؟ آیا برق هنوز وجود خواهد داشت؟</p>	<p>قیاس</p> <p>برق نتیجه یک «مبارزه» بین مواد است.</p>		
<p>ما به بررسی قیاس‌ها خواهیم پرداخت.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. به جمله "برق مانند آب است" توجه کنید. برق شیء برجسته است و آن شئی که با برق مقایسه می‌شود آب است. پیشنهاد کنید که این بیانیه ممکن است چه چیزی را توصیف یا بیان کند. 2. جمله «برق مثل آب است» قیاس است. قیاس یک مقایسه معنادار بین دو چیز است که ممکن است به نظر غیر مرتبط برسند. معیارها برای یک استعاره یا قیاس قدرتمند عبارتند از: <ul style="list-style-type: none"> ○ دقیق: ایده‌های علمی را به درستی به کار می‌برد و توصیف می‌کند. ○ خلاق: از ایده‌ها یا اشیاء مختلف یا منحصر به فرد استفاده می‌کند. ○ آشکار سازی: به وضوح جزئیات مهم اشیاء مورد مقایسه را توصیف یا آشکار می‌کند. 3. کدام قیاس به بهترین وجه برق را توصیف می‌کند؟ <ul style="list-style-type: none"> ○ یک مثال: برق را می‌توان با یک باشگاه ورزشی پر از توپ‌های فیزی که «همیشه در حال حرکت» و «جهش هستند» مقایسه کرد. اینها واژه‌های خوبی برای توصیف برق هستند. <p>شما قادر خواهید بود قیاس خود را در طول پروژه اصلاح و تجدید نظر کنید.</p>	<p>۱۵ دقیقه</p>			

امروز ما به یادگیری در مورد اینکه برق از کجا می آید ادامه خواهیم داد.

فعالیت و توضیحات پیشنهادی

مدت زمان

۵ دقیقه

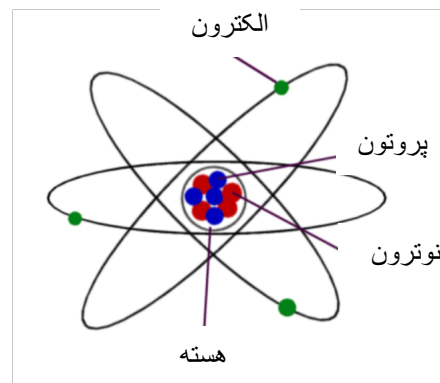
1. در قسمت زیر مقاله ای را در مورد "منشاء برق" بخوانید.

ریشه یا خاستگاه برق

همه چیز در جهان - خورشید، ابرها، علف، خاک، اسباب بازی ها، لباس ها، سنگ ها و حتی مردم از اتم ها تشکیل شده است. اتم ها کوچک هستند. یک پنی مس (اگر واقعاً از 100% مس ساخته شده باشد) دارای 3.2×10^{22} (32,000,000,000,000,000,000) اتم در داخل آن خواهد بود!

یک اتم با ترکیبی از سه ذره متمایز ساخته می شود:

پروتون ها، نوترون ها و الکترون ها. پروتون ها و نوترون ها درون هسته اتم (مرکز) قرار دارند و الکترون ها به دور هسته می چرخند.



الکترون ها برای کار برق حیاتی هستند (به یک موضوع رایج در نام آنها توجه کنید؟) و بار/خاصیت منفی دارند. بار یک ویژگی ماده است - درست مانند جرم، حجم یا تراکم/غلظت. و قابل اندازه گیری می باشد، همانطور که می توانید مقدار جرم یک چیز را اندازه بگیرید، می توانید میزان بار آن را نیز اندازه بگیرید. مفهوم کلیدی بار این است که می تواند در دو نوع باشد: مثبت (+) یا منفی (-).

به دلیل باری که دارند، الکترون ها الکترون های دیگر را از خود دور می کنند و به سمت پروتون ها جذب می شوند. آنها در مدار می مانند زیرا پروتون های هسته دارای بار مثبت هستند که بار منفی را جذب کرده و الکترون ها را نزدیک نگه می دارند. این نیروهای جذب و دفع، «چسب» هستند که اتم ها را در کنار هم نگه می دارند، بلکه ابزاری هستند که برای تولید برق به آن نیاز داریم!

هنگامی که نیروهای بیرونی مانند اصطکاک تعادل بین نوترون ها و الکترون ها را به هم می زند، الکترون ها می توانند از مدار اتم فرار کرده و آزاد شوند. الکترون های آزاد به ما اجازه می دهند بار را جا به جا کنیم، یعنی همان چیزی که برق به آن می پردازد.

2. وظیفه شما در حال حاضر این است که علل برق را شناسایی کنید.	
<p>بحث</p> <p>۳۰ دقیقه</p> <p>1. پس از خواندن بخش، به تمرین فکر - سوال - قیاس که در روز اول انجام دادید برگردید.</p> <p>2. مجموعه افکار، پرسش ها و قیاس ها خود را بر اساس اطلاعاتی که اخیراً در مورد آنها خوانده اید، تجدید نظر کنید:</p> <p>a. افکار اولیه شما بر اساس این خواندن چگونه شکل گرفت؟</p> <p>b. آیا قیاس های اصلی قدرتمند هستند؟ (برای شناسایی معیار های یک استعاره قدرتمند می توانید به روز اول مراجعه کنید).</p> <p>c. آیا استعاره/ قیاس ها جدیدی وجود دارد که بتوانید برای توصیف منشأ برق به آنها فکر کنید؟</p> <p>d. اگر قیاس های شما تغییر کرد، چه اطلاعات یا ایده هایی باعث تغییر شدند؟ اگر تغییر نکردند چرا که نه؟</p>	

روز سوم

امروز در مورد تولید برق و مدارها خواهیم آموخت.

فعالیت و توضیحات پیشنهادی

مدت زمان

<ul style="list-style-type: none"> در مورد خواص و رفتار هایی الکترون که در روز دوم یاد گرفتید فکر کنید. سعی کنید به سوالات زیر پاسخ دهید: <ul style="list-style-type: none"> چگونه یک بار برقی باعث حرکت مکانیکی یا روشن شدن اشیا می شود؟ چگونه الکترون ها را به حرکت در می آوریم؟ به کجا می روند؟ 	۱۰ دقیقه
<ul style="list-style-type: none"> برای جابجایی شارژ به حامل های شارژ مانند مس نیاز داریم. <ul style="list-style-type: none"> مس با تعداد بی شماری اتم مس پر شده است. هنگامی که یک الکترون آزاد در فضایی بین اتم ها شناور است، توسط بارهای اطراف در آن فضا کشیده می شود و برانگیخته می شود. در این هرج و مرج، الکترون آزاد در نهایت اتم جدیدی پیدا می کند تا به آن بچسبد. در انجام این کار، بار منفی آن الکترون، الکترون دیگری را از اتم بیرون می کند. اکنون یک الکترون جدید در فضای آزاد در حال حرکت است و به دنبال انجام همان کار است. این اثر زنجیره ای می تواند ادامه پیدا کند و جریانی از الکترون ها به نام جریان برقی ایجاد کند. 	۲۰ دقیقه
<ul style="list-style-type: none"> این شکل از برق زمانی وجود دارد که بارها دائماً جریان داشته باشند. برخلاف برق ساکن که در آن بارها جمع می شوند و در حالت سکون باقی می مانند، برق جاری دینامیک (پویا) است، بارها همیشه در حال حرکت هستند. رسانایی (قابلیت هدایت) معیاری است برای سهولت عبور بار برقی یا گرما از یک ماده. مواد مختلف دارای معیار های رسانایی متفاوتی هستند. <p>این مواد را از رسانایی بالا به پایین مرتب کنید - مس، شیشه، آب شور.</p> <p>جواب:</p> <ol style="list-style-type: none"> مس (رسانایی بالا/قابلیت هدایت بالا) آب با نمک یا آب شور (رسانایی متوسط/ قابلیت هدایت متوسط) 	

3. شیشه (رسانایی کم-عایق هدایت).

۴۰ دقیقه

اکنون با ایجاد مدارها آشنا می شویم. به دنبال مواد زیر باشید:

- a. باتری های دو بعدی
- b. ۳ عدد چراغ قلمی کوچک
- c. ۳ ساکت
- d. ۲ سوئیچ
- e. سیم های عایق

2. شما با استفاده از این مواد انواع مدارها را خواهید ساخت.

3. هنگامی که مدار در هر مورد کار می کند، باید آن را به معلم یا یکی از اعضای خانواده نشان

دهید تا آنها بتوانند مدار را بررسی کنند.

4. برای ثبت مشاهدات از علامت های زیر برای رسم مدار که ایجاد کرده اید استفاده کنید.

نمادها برای استفاده هنگام ترسیم مدار های خود:



تصویر از:

http://whyfiles.larc.nasa.gov/text/kids/Problem_Board/problems/electricity/circuits2.html

5. روی تکالیف و سوالات زیر کار کنید:

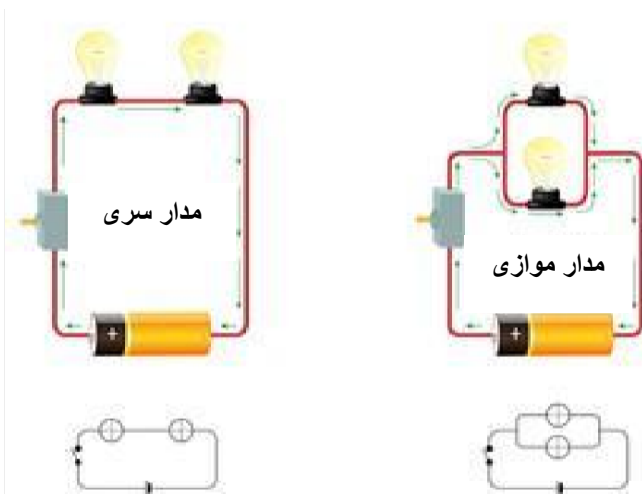
همچنین می توانید این ویدیو را مشاهده کنید:

<https://www.youtube.com/watch?v=-w-VTw0tQIE>

مدار های سری	
با استفاده از یک چراغ، باتری و چند سیم، یک چراغ را روشن کنید.	حالا ۲ چراغ را با باتری و مقداری سیم روشن کنید.
با استفاده از ۳ چراغ، باتری و چند سیم، ۳ چراغ را روشن کنید.	در مورد روشنایی چراغ ها در هر مدار چه چیزی را متوجه می شوید؟
بعد از اینکه ۳ چراغ را روشن کردید، یکی از چراغ ها را باز کنید و آنچه را که اتفاق می افتد ثبت کنید.	با استفاده از یک چراغ و یک سوئیچ، یک چراغ را با سوئیچ روشن و خاموش کنید.
با استفاده از دو چراغ، باتری، ۱ سوئیچ و چند سیم، ۲ چراغ را روشن و همزمان با کلید خاموش کنید.	با استفاده از ۳ چراغ، باتری و ۱ سوئیچ، ۳ چراغ را روشن و همزمان با کلید خاموش کنید.
با ۳ چراغ و یک سوئیچ، آیا می توانید ۱ یا ۲ چراغ آنرا روشن کنید، و دیگر آنرا نه؟ چرا/چرا نخیر؟	
مدار های موازی	
با استفاده از ۲ چراغ، باتری و چند سیم، ۲ چراغ را روشن کنید. بعد از روشن شدن آنها، یک چراغ را باز کنید، چه اتفاقی می افتد؟ اگر هر دو چراغ خاموش شدند، مدار را دوباره امتحان کنید.	چراغ را روشن کنید یک چراغ را باز کنید، تکلیف ۲ چراغ دیگر چه می شود؟ ۲ چراغ را باز کنید، تکلیف چراغ ۳ چه می شود؟
۲ چراغ را همزمان با یک سوئیچ روشن و خاموش کنید.	۱ چراغ را با یک سوئیچ روشن و خاموش کنید در حالی که چراغ دیگر روشن بماند.
چالش (اختیاری): ۲ چراغ را با یک سوئیچ روشن و خاموش کنید در حالی که لامپ سوم روشن می ماند.	

از تصویر زیر منحنیث منبع استفاده کنید:

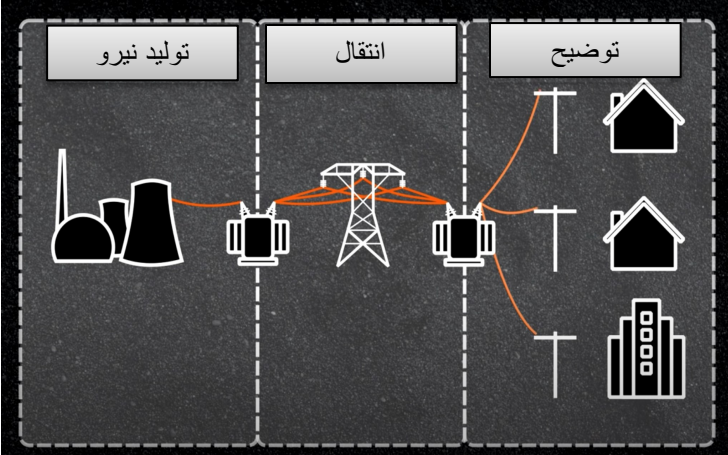
مدار های موازی و سری



امروز، در مورد نیروگاه ها یاد خواهیم گرفت و نمونه اولیه یک شبکه برق قابل اطمینان را بررسی خواهیم کرد.

فعالیت و توضیحات پیشنهادی

مدت زمان

<ul style="list-style-type: none"> • تفاوت بین مدار بسته و مدار باز را شرح دهید. • وقتی چراغ های بیشتری به آن اضافه کنید، در مورد روشنایی چراغ ها با مدار های سری چه چیز را متوجه می شوید؟ با اضافه کردن چراغ های بیشتر در مدار های موازی متوجه چه چیزی می شوید؟ • برداشتن چراغ یا باز و بسته کردن کلید چه تاثیری روی مدار سریع دارد؟ 	<p>۱۵ دقیقه</p>
<p>ما نیروگاه ها و اهمیت آنرا بررسی خواهیم کرد.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. بر اساس آزمایشات دو یا سه توضیح احتمالی برای خاموشی در جوامع خود بنویسید. شما می توانید سعی کنید و توضیح دهید که چرا قطع برق بر اساس آموخته های تان تا اکنون رخ میدهد. 2. برق کل جوامع باید در نیروگاه ها تولید شود. فکر کنید و پاسخ دهید: چرا اینطور است؟ چرا همه ما جنراتور های کوچک خود را نداریم؟ 3. نیروگاه ها از منابع مختلفی مانند گاز، زغال سنگ، بخار یا باد برای تولید برق استفاده می کنند. <ol style="list-style-type: none"> a. نیروگاه ها از واکنش های شیمیایی (ترکیب مواد) یا نیروهای مکانیکی (حرکت) برای تغییر اتم ها استفاده می کنند. به عنوان مثال، مزارع بادی یا آب از یک سد برق باعث می شود که چرخ های بزرگ در توربین ها به سرعت بچرخند، الکترون ها را مختل کرده و برق تولید کنند. 4. در مورد دیگر منابع انرژی فکر کنید و سعی کنید در هر مورد چگونگی ایجاد آن را توضیح دهید. 	<p>۱۰ دقیقه</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. به منابع زیر توجه کنید <div data-bbox="203 1171 1112 1801" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">یک شبکه برق</p> <p>شبکه برق یک سیستم پیچیده، و یک مدار پیچیده می باشد که از قطعات زیادی تشکیل شده است، از جمله جنراتور های الکتریکی، ترانسفر های افزایش دهنده، ترانسفر های کاهش دهنده و سیم ها که همگی با هم کار می کنند تا نیروی برق را به خانه های ما برسانند.</p>  </div> <p>پس از تولید، برق از طریق سیم ها به ترانسفر های بزرگ منتقل می شود. ترانسفر ها ولتاژ (قدرت جریان) را افزایش میدهند و به برق اجازه میدهند به دور دست ها منتقل شود. جریان از</p>	<p>۳۵ دقیقه</p>

<p>طریق خطوط برق با ولتاژ بالا که در سراسر منطقه تحت پوشش شبکه گسترش می یابد، ادامه می یابد.</p> <p>قبل از اینکه برق به خانه یا محل کار شما بیاید، به یک ایستگاه فرعی می رود که ولتاژ را از بالا به پایین تبدیل می کند. از آنجا، از طریق سیستمی از خطوط برق کوچکتر و ترانسفر دیگر می گذرد تا ولتاژ را حتی بیشتر کاهش دهد. در نهایت برق به خانه ها و مشاغل/محل کار فرستاده می شود که با فشار دادن یک دکمه یا زدن یک سوئیچ، دستگاه های زندگی مدرن را تغذیه می کند!</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. عناصر کلیدی یک شبکه برق را بر اساس قرائت شناسایی کنید. 2. برای توصیف یک شبکه برق به یک قیاس فکر کنید. 3. اگر استعاره درست است با کسی بحث کنید. آیا آشکار است؟ آیا خلاقانه است؟ 	

روز پنجم

امروز ما به یادگیری در مورد شبکه های برق ادامه خواهیم داد و شما یک شبکه برق ترسیم خواهید کرد.

فعالیت و توضیحات پیشنهادی

مدت زمان

<ol style="list-style-type: none"> 1. وات اندازه گیری نیرو است. یک کیلووات به سادگی ۱۰۰۰ وات است، بررسی کنید که یک چراغ چند وات مصرف می کند. یک کیلووات ساعت (kwh) به سادگی یک واحد اندازه گیری است که برابر با مقدار انرژی مصرف می کنید می باشد که اگر یک دستگاه ۱۰۰۰ وات را برای یک ساعت روشن نگه دارید، بنابراین، اگر یک لامپ ۱۰۰ وات را روشن کنید، ۱۰ ساعت طول می کشد تا ۱ کیلووات ساعت انرژی دریافت کنید. بر حسب کیلووات محاسبه کنید که چقدر برق برای کار جامعه نیاز است. 2. به سوالات زیر پاسخ دهید: <ol style="list-style-type: none"> a. چه تعداد خانواده ها و کسب و کار در جامعه وجود دارد؟ b. هر خانوار یا کسب و کار به طور متوسط چقدر انرژی (بر حسب کیلووات) مصرف می کند؟ c. برای این محاسبه می توانید از اطلاعات قبض برق خانه خود استفاده کنید. اگر موردی در دسترس ندارید، این عصاره را در نظر بگیرید: 	<p>۵۰ دقیقه</p>
<p style="text-align: center;">حد وسط مصرف برق روزانه شما</p>  <p style="text-align: center;">جنوری فیبروری مارچ اپریل می جون جولای آگست سپتیمبر اکتوبر نومبر دسامبر</p>	

<p>3. آیا این مقدار انرژی در طول روز ثابت می باشد؟ در طول سال چه؟ آیا دوره هایی از روز یا سال وجود دارد که لوازم خانگی بیشتری روشن می شود؟</p> <p>4. نیروگاه های جامعه شما بسته به منابع موجود (مزرعه بادی، مزرعه خورشیدی، سد برق آبی و غیره) بر اساس چه چیزی هستند/باید باشند؟</p> <p>5. بهترین طراحی برای شبکه چه خواهد بود؟ موازی یا سری؟</p> <p>6. یک نمونه اولیه از شبکه برق ایده آل جامعه خود را ترسیم کنید. برای هر خانه یک چراغ بکشید. نیروگاه خود را به عنوان یک باتری در نظر بگیرید و سپس طرحی را در نظر بگیرید که به شما امکان می دهد همه چراغ ها را یکجا بچرخانید. نمونه اولیه را به اعضای خانواده خود ارائه دهید. برخی از نکاتی که باید در نظر داشته باشید</p> <ul style="list-style-type: none"> • شما نیاز به دسترسی به منابعی دارید که نیروگاه انرژی (آب، باد، زغال سنگ، هسته ای و غیره) را تامین می کند. • هر چه منبع انرژی قدرتمندتر باشد، می توان به خانه های بیشتری آنرا رساند. • تقاضا در هر شبکه برق باید با عرضه ای که می توان ارائه داد و توانایی انتقال آن مطابقت داشته باشد. • باید از تغییرات ناگهانی ولتاژ خودداری کنید. هر اضافه بار در یک خط برق (زمانی که تقاضا برای انرژی بسیار بیشتر از عرضه است) می تواند باعث سختی در تعمیر و خسارت پرهزینه شود، بنابراین در صورت تشخیص عدم تعادل جدی، شبکه برق قطع می شود. • انرژی برقی را نمی توان به راحتی در مدت زمان طولانی ذخیره کرد و معمولاً کمتر از یک ثانیه پس از تولید مصرف می شود! 	
--	--

معیارهای ارزیابی

- درک پایه ای از متون علمی با توانایی ارائه استعاره ها / تشبیهات قدرتمند برای توصیف مفاهیم علمی و مهندسی مانند انرژی و شبکه برق.
- توانایی انجام آزمایش های علمی به طور کامل و قادر به تفکیک بین مدار بسته و مدار باز.

اصلاحات برای ساده سازی

- از فعالیت های روز ۵ صرف نظر کنید.