ژان پیِر پُتی

کهـــربا و شیشه

تاریخچه الکتریسیته

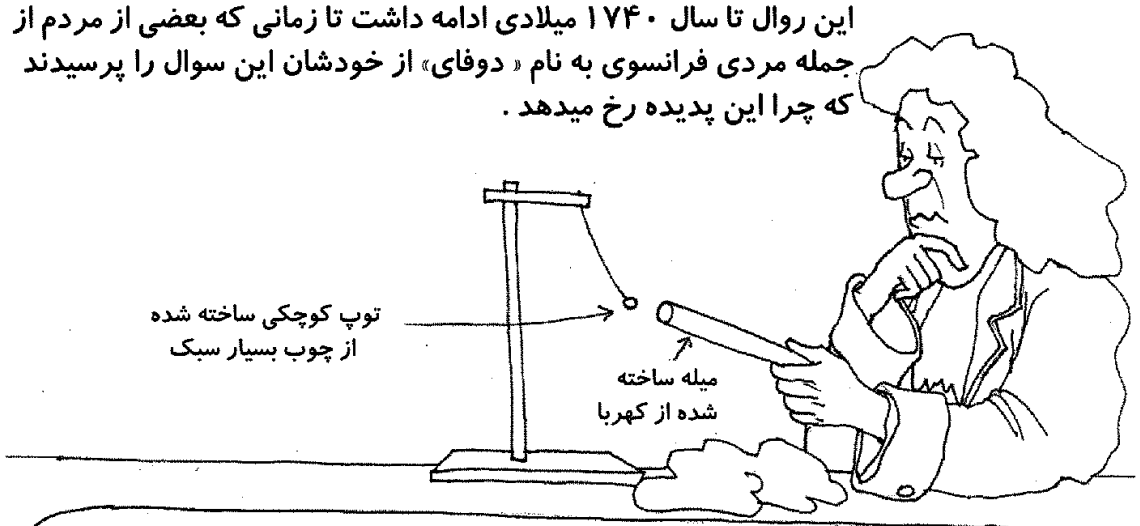
à Vladimir Golubev,
mon frère

مقـــــدمه

باشه بچه ها ؟
بابا بزرگ ، این خیلی بَده . آرچیبُلد و من هیچی در مورد الکریسیته نمی دونیم . آمپر و ولت و اُهم و اینا توی کله های بیچارمون با هم قاطی شده .
چی رو متوجه نشدین ؟
هیچ چیزی رو متوجه نمیشیم ! اصلا جریان الکتریسیته چیه ؟ هیچ جا در موردش توضیح داده نشده .
عزیزان من ، اگر شما واقعا میخواین بدونین که الکتریسیته چیه باید گذشته ها رو جستجو کنین .
میدونستین که کلمه الکتریسیته از واژه یونانی الکترون مشتق شده که به معنای کهرباست ؟ در شمال اروپا سنگواره هایی (فسیل) از صمغ درختان پیدا میشن که قطعات زرد رنگ ، کوچک و شفافی هستند که در زمان های بسیار دور در جواهر سازی کاربرد داشته اند .
در طول قرن پنجم ق.م یک ریاضیدان به نام « تالس » متوجه شد که وقتی کهربا به یک پارچه پشمی مالیده میشه ...

الکتریسیته ساکن

این روال تا سال ۱۷۴۰ میلادی ادامه داشت تا زمانی که بعضی از مردم از جمله مردی فرانسوی به نام « دوفای» از خودشان این سوال را پرسیدند که چرا این پدیده رخ میدهد .



مردم برای آزمایش ، شروع کردن به مالیدن همه چیز به همدیگه . اونها متوجه شدن که فقط کهربا و رِزین نیستن که با مالش دارای بار الکتریکی میشن بلکه گِوگرد و شیشه هم همین خصوصیت رَو داشتن . بعد مردم شروع کردن به ساختن ماشینی که کره ها یا صفحاتی از جنس رِزین ، گوگرد و شیشه داشت و با مالیده شدن به بالشتک های کوچک چرمی بار الکتریکی پیدا میکردن که این صفحات یا کره ها به وسیله یک میله دسته دار چرخونده میشد .

تیغه های چرخان هلیکوپتر ازفلزی ترکیبی ساخته شده اند که قادرند بیش از ۱۰.۰۰۰ ولت بار الکتریکی ایجاد کنند . هنگامی که خلبانان قصد دارند تا یک خودرو غرق شده را بالا بکشند ، ابتدا کابل را قبل از لمس کردن خیس میکنند .

*غواصان از داخل هلیکوپتر به درون آب میپرند تا از اینکه خودشان ابزار تخلیه بارالکتریکی به وسیله خودرو غرق شده در آب دربا باشند ،جلوگیری کنند .

** یک گربه خیلی عصبانی میتواند بیش از ۵۰.۰۰۰ ولت بار الکتریکی ایجاد کند و در تاریکی جرقه های بسیار زیبایی در تاریکی ایجاد نماید . اما اگر حتی لرزشی هم احساس شود ، آسیبی که به بدنشان وارد می شود ناچیز است چون شدت این جریان الکتریسیته بسیار ضعیف و کم است .

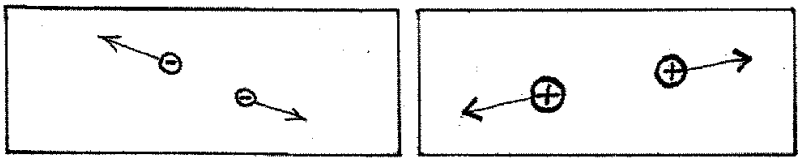
اگر خودتون رو با یک نوار عایق توی جای تاریک حبس کنین میتونین پدیده تماشایی الکتریکی رو ببینین . همه کار اینه که سریع بکشینش .
تمام کار کشیدن نواره ؟
وقتی که نوار کشیده میشه یک نور آبی در همون جایی که نوار از اونجا خارج میاد بیرون ، دیده میشه .
به اندازه کافی روشن هستن که بشه یک نوشته رو خوند .
ولی این باید راه غیر اقتصادی برای روشن کردن اتاقه .
فقط مواد خاصی هستن که میتونن به وسیله اصطکاک باردار بشن . میشه یک قطعه فلز رو به همه چی مالید و هیچ نتیجه ای هم نگرفت .

القاء الکتریکی

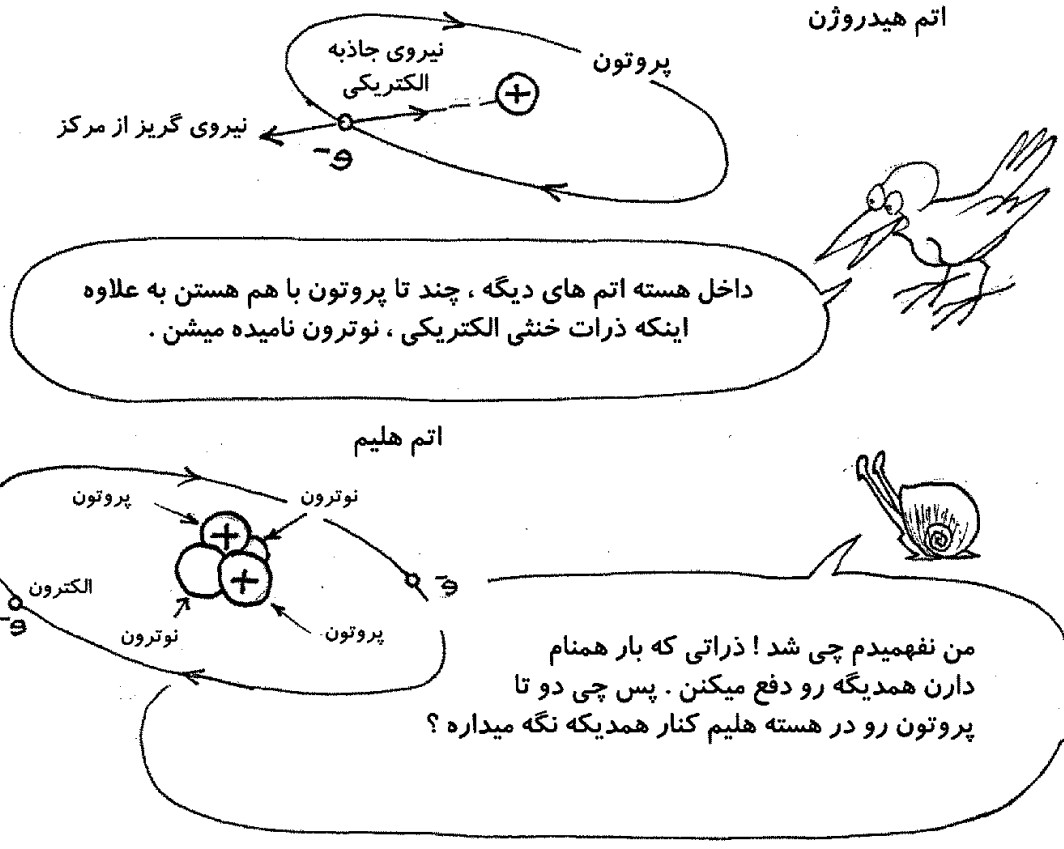
اما ... این موضوع مشخص شد که اگر یک جسم باردار ساخته شده
از رِزین یا شیشه نزدیک به فلز قرار بگیرد ، چندان هم بی نتیجه نیست .

در سال ۱۹۰۵ بود که مردی نیوزلندی به نام « ارنست رادرفورد » نشان داد که موضوع الکتریسته به اتم ها مربوط است . بعد « دا نیلز بوهر » اتم ها را به این شکل توصیف کرد که یک هسته با بار الکتریکی مثبت در وسط قرار دارد و یک یا چند الکترون با ، بارالکتریکی منفی در مداری به دور هسته میچرخند .

بارهای همنام یکدیگر را دفع میکنند .

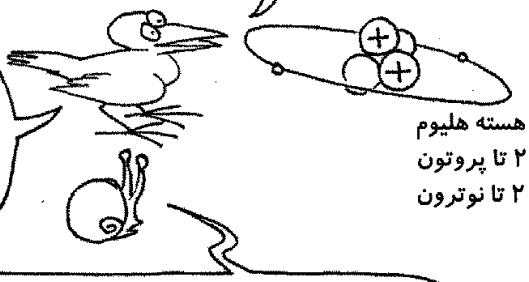


بارهای غیر همنام یکدیگر را جذب میکنند و این باعث ایجاد اتم هیدروژن می شود که در آن یک الکترون به دور هسته ای که از یک پروتون تشکیل شده ، می چرخد . نیروی جاذبه الکتریکی بین بارهای غیر همنام مساوی است با نیروی گریز از مرکز .



ذراتی که هسته اتمها رو میسازن نوکلئون نامیده میشن . پیوستگی اونها به وسیله نیروی هسته ای تضمین میشه که در فاصله نزدیک از نیروی بارهای الکتریکی بیشتره .

در هسته هر اتم معمولا کم و بیش هر چند تا پروتون با ، بار الکتریکی مثبت وجود داشته باشه ، همون تعداد هم نوترون وجود داره که بار الکتریکی ندارن .

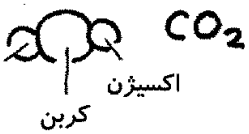


هسته هلیوم
۲ تا پروتون
۲ تا نوترون

ولی معمولا پروتون ها بار مثبت دارن ، همونجوری که الکترون ها بار منفی دارن و برای همین اتم از نظر بار الکتریکی ، خنثی است .

مثال ، مولکول اکسیژن

دو اتم اکسیژن



مولکول دی اکسید کربن

اکسیژن اکسیژن

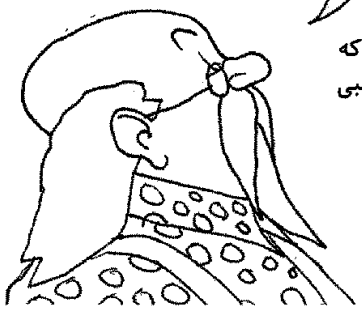
کربن

مولکول آب

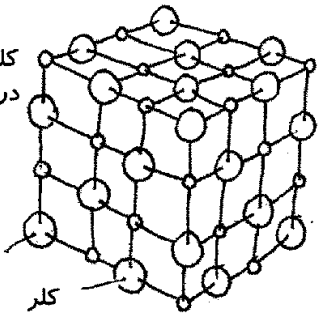
هیدروژن هیدروژن

اکسیژن

در مایعات و یا گازها مولکول ها آزادانه حرکت میکنن در حالی که بار الکتریکی خنثی دارن . در جامدات هسته ها با پیوندی که باهمدیگه دارن به هم چسبیدن . در یک فلز ، بعضی از الکترون ها آزادانه در ساختار ثابت هسته حرکت میکنن .



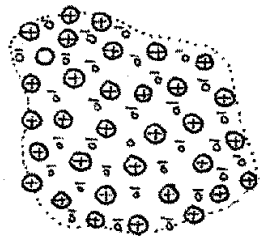
کلرید سدیم یا همان نمک طعام که در آن هسته ها در ساختاری مکعبی شکل مرتب شده اند .



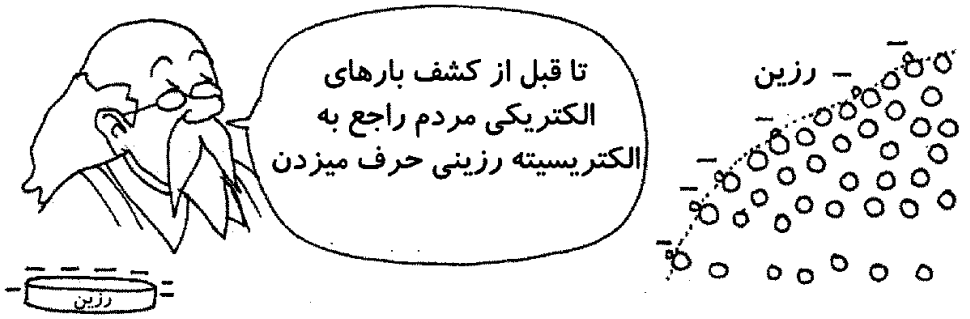
سدیم

کلر

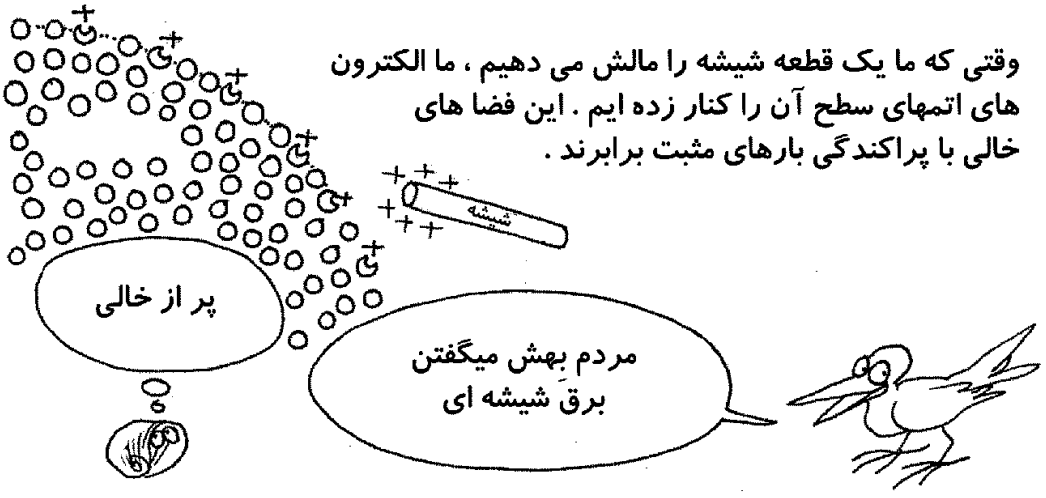
در فلزات (در حالت جامد) اتمها در پیوندی با یکدیگر به هم چسبیده اند . بعضی از الکترون ها آزادانه حرکت می کنند مانند زنبوری که در اطراف کندو حرکت می کند . وقتی که بخشی از فلز جدا می شود ، چگالی بارهای مثبت در هسته جمع می شود و چگالی بارهای منفی یعنی الکترون ها ، با آن مساوی است و به این ترتیب محیط از نظر بار الکتریکی خنثی است .

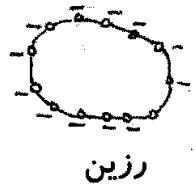


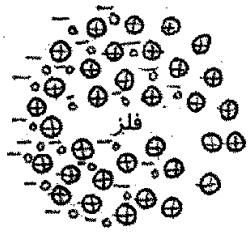
هنگامی که ما یک قطعه کهربا ، یا رزین را مالش میدهیم سطح آن به وسیله الکترون های اضافی که خودشان را به اتمها چسبانده اند پوشیده میشود . این الکترونها یک پراکندگی معین از بارهای منفی ایجاد میکنند .



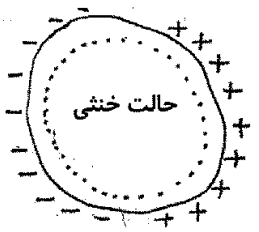
وقتی که ما یک قطعه شیشه را مالش می دهیم ، ما الکترون های اتمهای سطح آن را کنار زده ایم . این فضا های خالی با پراکندگی بارهای مثبت برابرند .





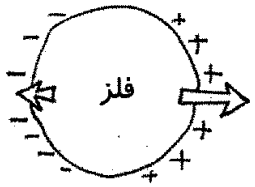


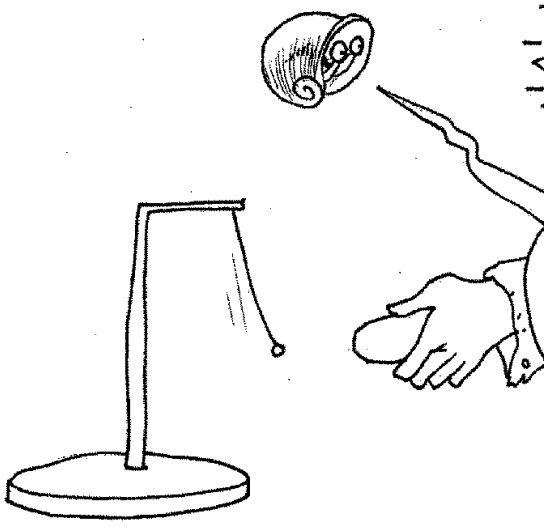
اگر ما یک قطعه رزین که بار منفی داشته باشد را مقابل یک قطعه فلز بیاوریم ، الکترون های عقب تر ، یکدیگر را دفع میکنند .



پدیده الکتریسیته القایی بر سطح متمرکز است و بدنه اصلی فلز همچنان با ، بار الکتریکی طبیعی خودش باقی می ماند . تحت تاثیر بارهای منفی که به وسیله قطعات رزینی جابجا شده اند، همه چیز طوری اتفاق می افتد که انگار طرف دیگر بلوک فلزی با ، بارهای مثبت پوشیده شده ، همان طرفی که با بارهای منفی پوشیده شده است .

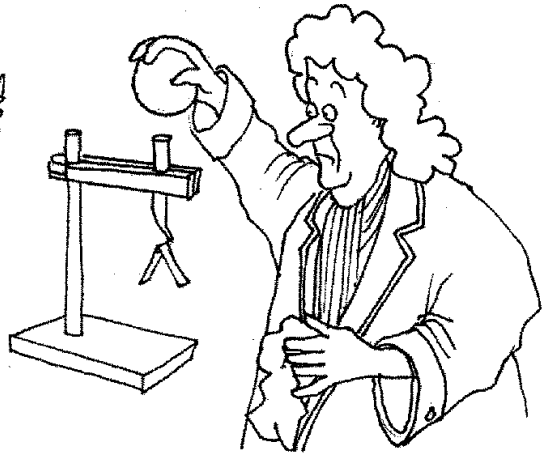
۱ـ بارهای غیر همنام یکدیگر را جذب میکنند و بارهای همنام همدیگر را دفع میکنند .
۲ـ این نیرو ها با معکوس مربع فاصله آنها از یکدیگر در تناسب است .



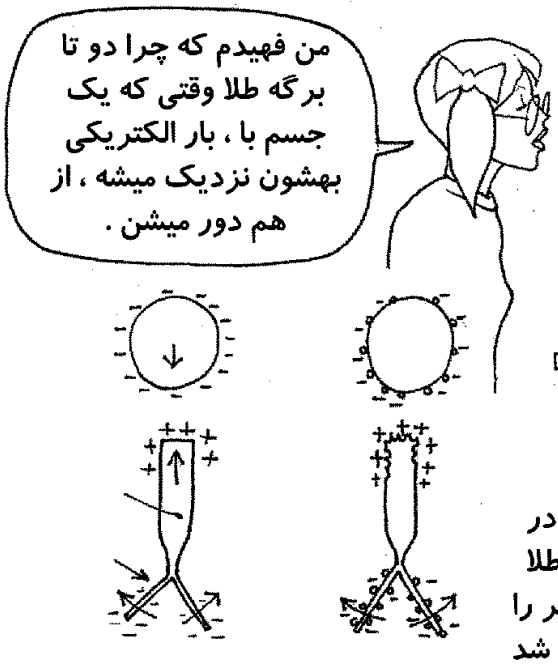


بارهای مثبت که به رزین نزدیک تر هستن تا بارهای منفی ، کشش مختصری رو به سمت بلوک فلزی تجربه میکنن .

این بار قطعه شیشه ای الکترون های آهن رو جذب خواهد کرد که این الکترونها روی همان سطحی که به قطعه شیشه ای نزدیک میشود ، جمع خواهند شد . نتیجه کار معمولاً یک کشش مختضر است .

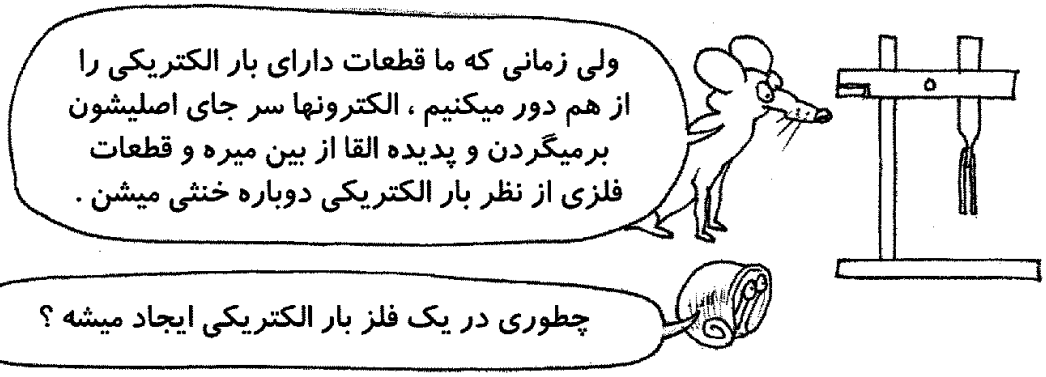


با اثر الکتریسیته القایی ، بار الکتریکی موجود در سطح ، الکترن های فلز را به سمت برگه های طلا دفع میکند و از آنجایی که بارهای همنام یکدیگر را دفع می کنند ، برگه های طلا از هم دور خواهند شد

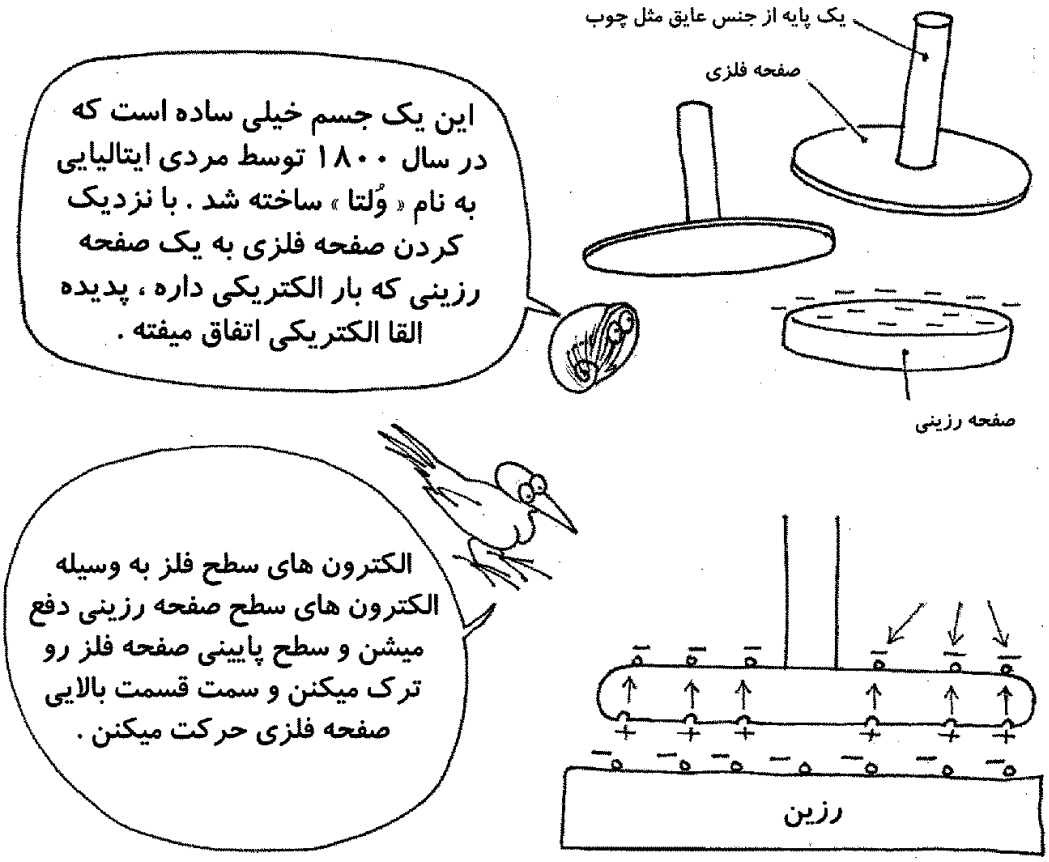


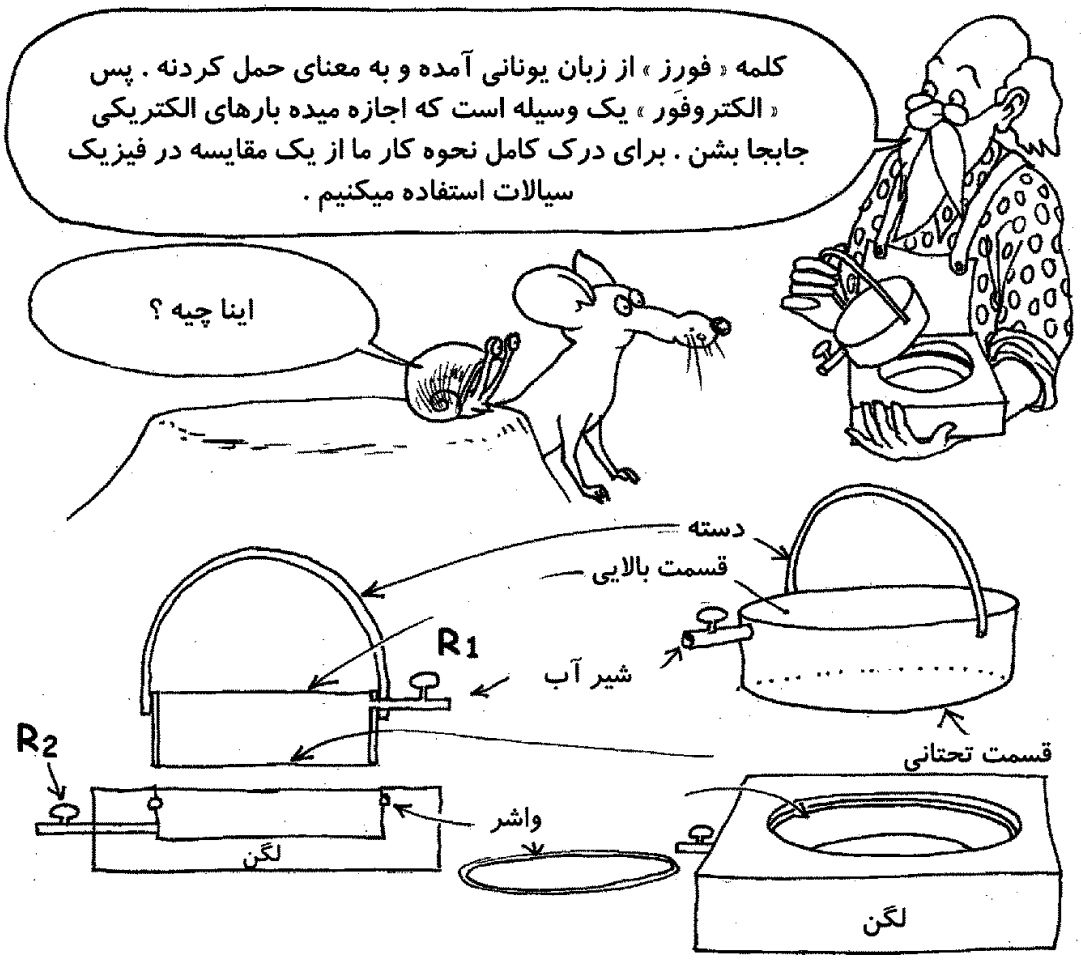
دو جسم یکدیگر را کمی جذب می کنند و برگه های طلا خودشان را بالا می کشند چون وزن بسیار کمی دارند .

الکترون ها برگه های طلا را حرکت می دهند و در سطح بالایی گیره پایه جمع میشوند .

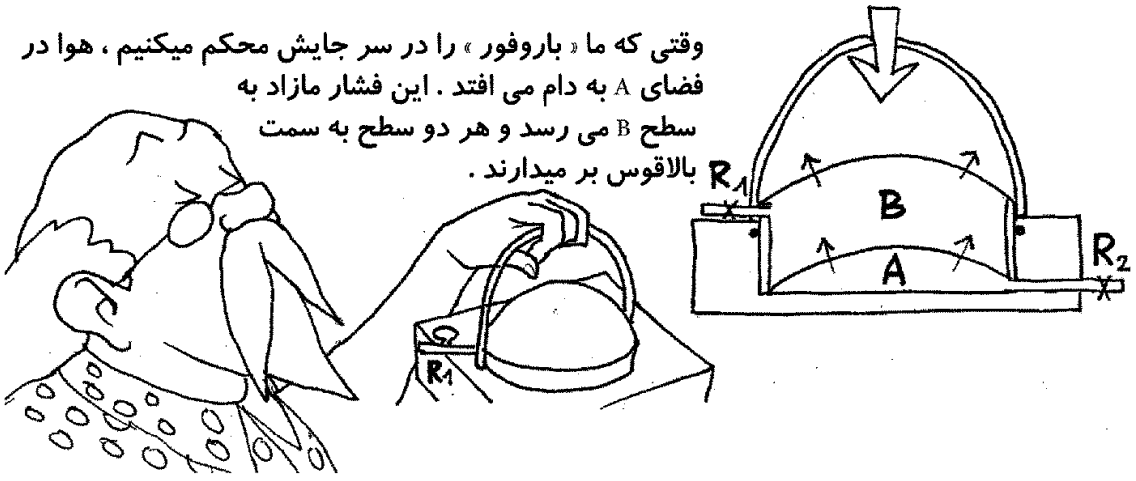

ولی زمانی که ما قطعات دارای بار الکتریکی را از هم دور میکنیم ، الکترونها سر جای اصلیشون برمیگردن و پدیده القا از بین میره و قطعات فلزی از نظر بار الکتریکی دوباره خنثی میشن .
چطوری در یک فلز بار الکتریکی ایجاد میشه ؟

الکتروفور

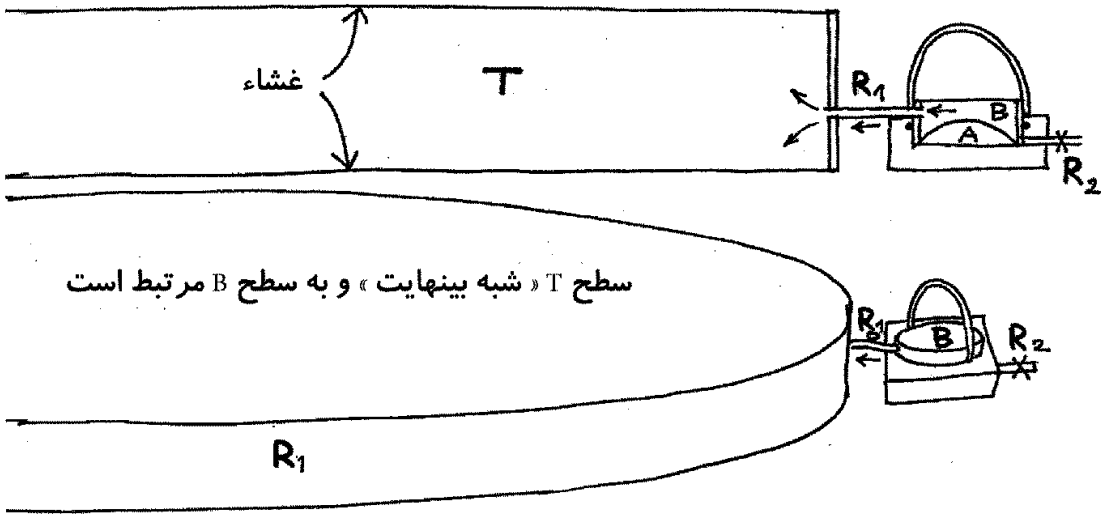

این یک جسم خیلی ساده است که در سال ۱۸۰۰ توسط مردی ایتالیایی به نام « وُلتا » ساخته شد . با نزدیک کردن صفحه فلزی به یک صفحه رزینی که بار الکتریکی داره ، پدیده القا الکتریکی اتفاق میفته .
یک پایه از جنس عایق مثل چوب
صفحه فلزی
صفحه رزینی
الکترون های سطح فلز به وسیله الکترون های سطح صفحه رزینی دفع میشن و سطح پایینی صفحه فلز رو ترک میکنن و سمت قسمت بالایی صفحه فلزی حرکت میکنن .
رزین



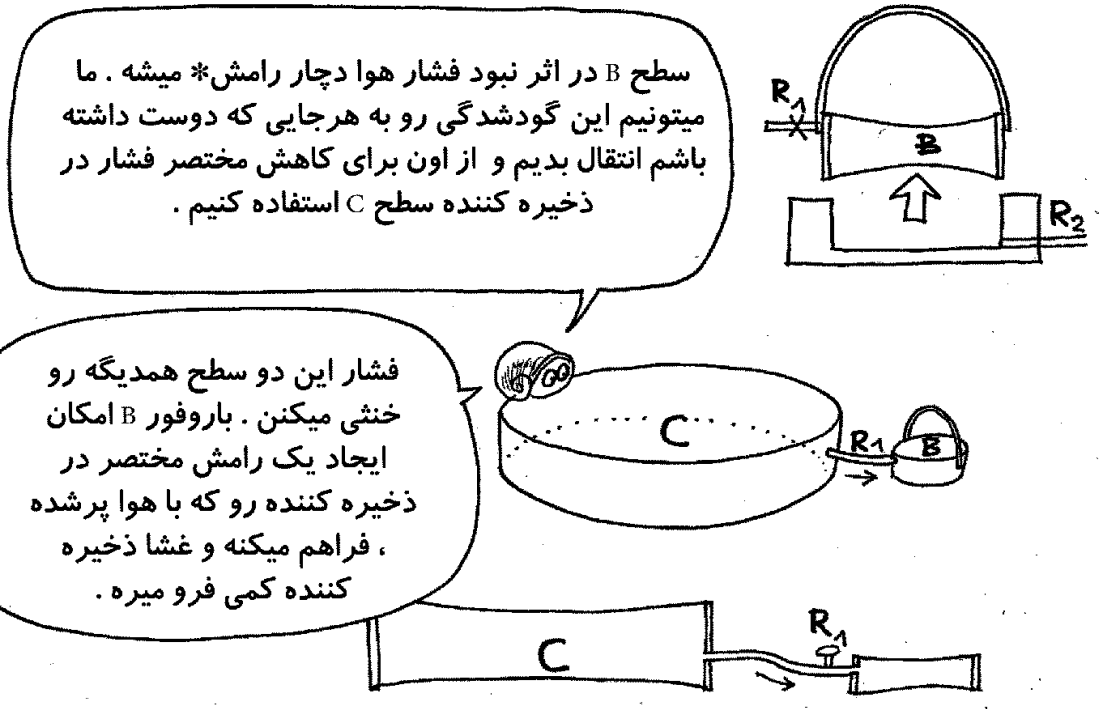
باروفور (*)



* « بارو » به معنای فشار و « فور» به معنای منتقل کردن است و معنای لغوی انتقال فشار است .

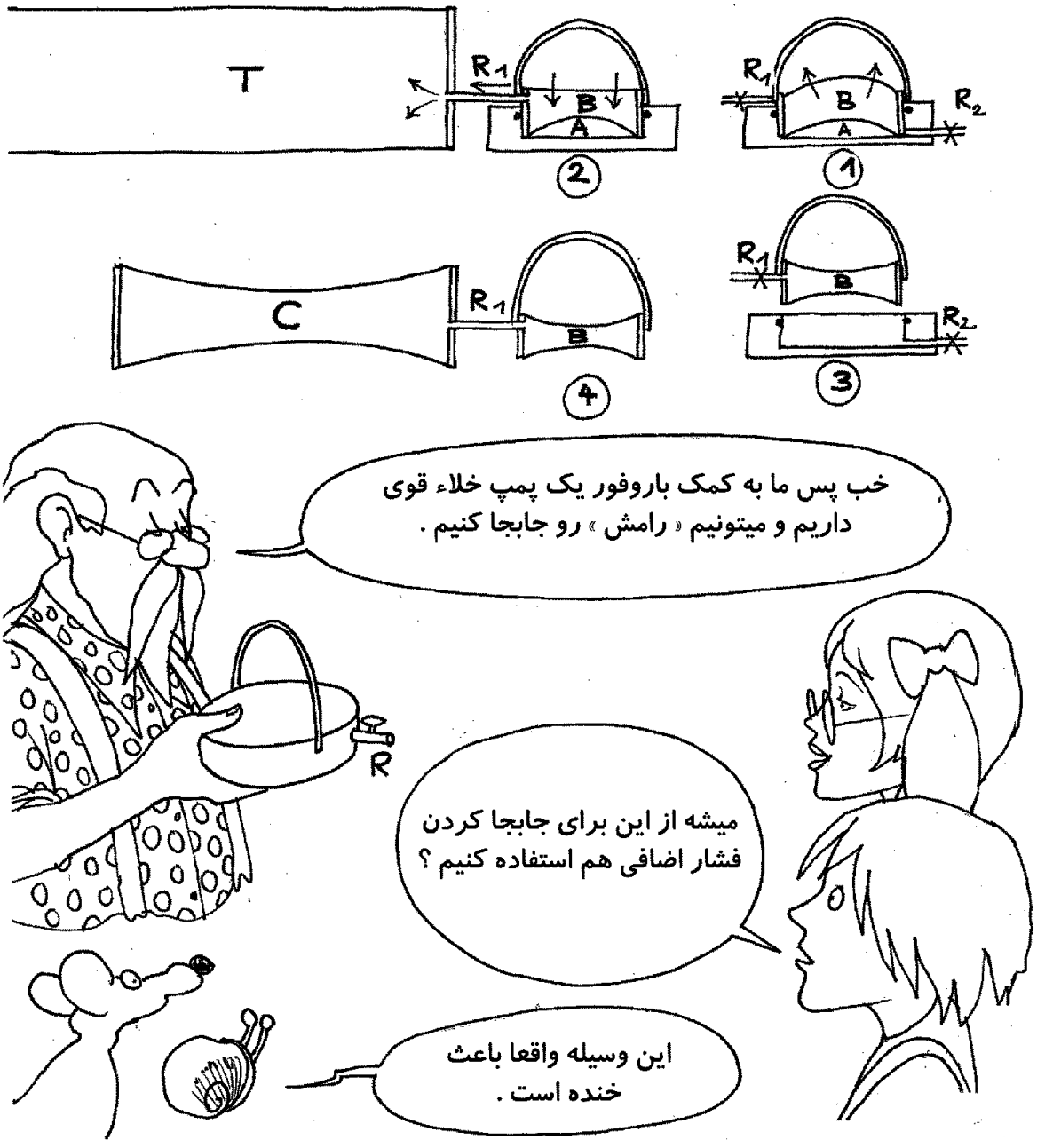


در مرحله بعد ، ما سطح B را از طریق دو غشا به سطح دریافت کننده T متصل میکنیم که با دو غشاء بسیار بزرگ محدود میشود . این سطح در ابتدا تحت فشار هوا است . فشار در سطوح B و T یکدیگر را خنثی می کنند . غشا بالایی باروفور تقریبا صاف خواهد شد . اگر ما شیر R1 رابندیم و باروفور را از جایش برداریم ، به این نتیجه میرسیم :

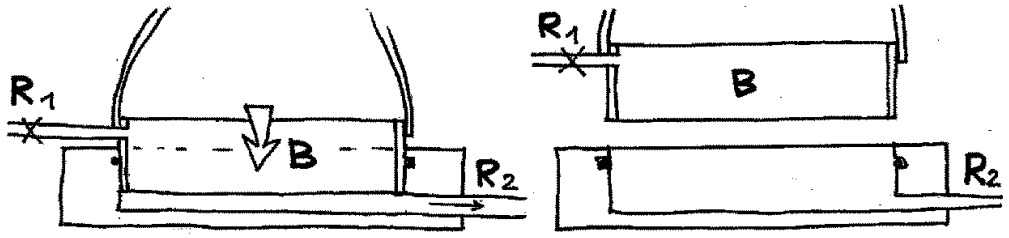


*کاهش فشار بارومتری یا اتمسفری

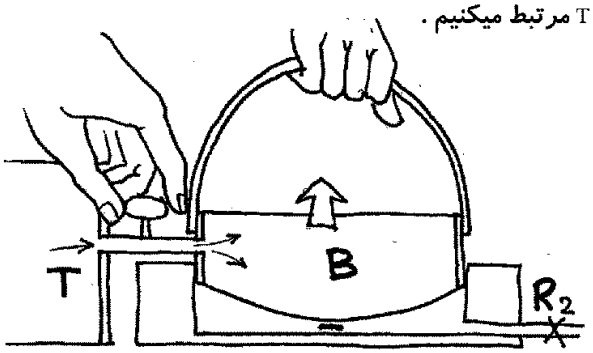
ما میتوانیم این عملیات را تکرار کنیم و هر بار مقدار هوایی که از ذخیره کننده می آید را کمی افزایش دهیم . اگر چه بعد از چند بار تکرار آزمایش ، مجموعه به علت از دست دادن فشار دیگر کار نخواهد کرد و فشار داخل سیستم با فشار هوای خارج از آن برابر خواهد شد .

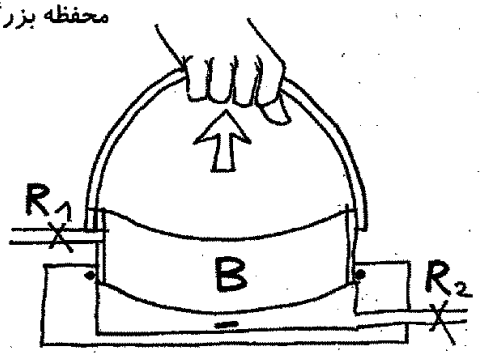


وقتی که باروفور در فشار محیط قرار دارد ، هیچ فشاری بر روی پرده های آن نیست . پس از پایان کار ، ما در ناحیه B « رامش » ایجاد میکنیم . فشار بر روی پرده ها باقی می ماند . ما این فشار را با بار الکتریکی منفی برابر میدانیم . حالا ناحیه B که بین دو پرده قرار گرفته ، تحت فشار مازاد قرار میگیرد که در این حالت گفته میشود ناحیه B در وضعیت فشار مثبت قرار گرفته .

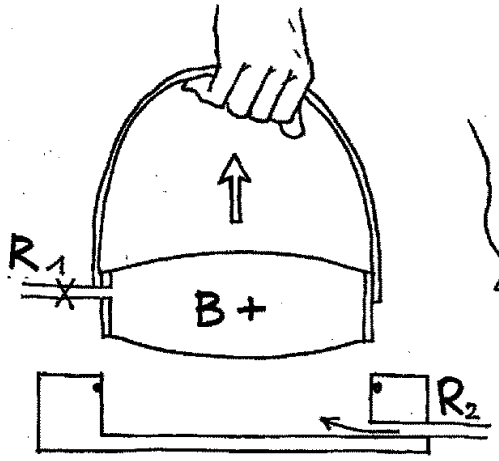


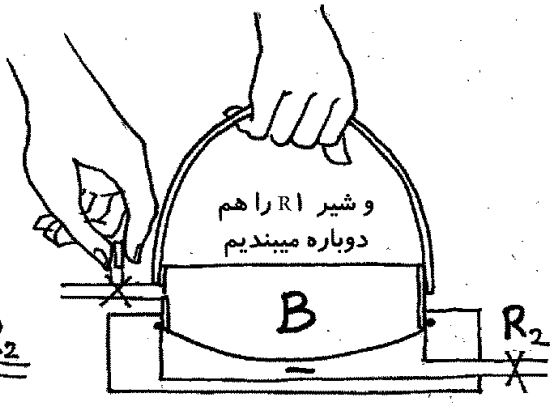
ما شیر R۲ را باز میکنیم و باروفور را به سمت پایین فشار میدهیم . بعد شیر R۱ را باز میکنیم و محفظه B را به محفظه بزرگ T مرتبط میکنیم .





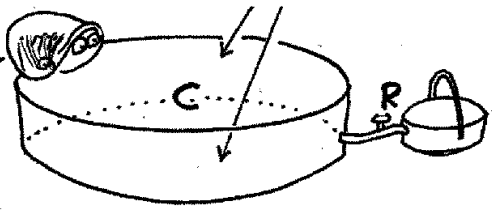
بعد شیر R۲ را می بندیم

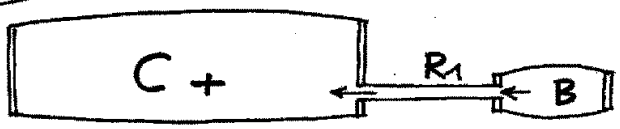


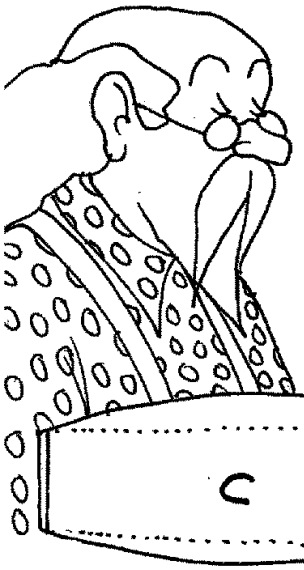


شیر R۲ را باز میکنیم و باروفور را از جایش برمیداریم .

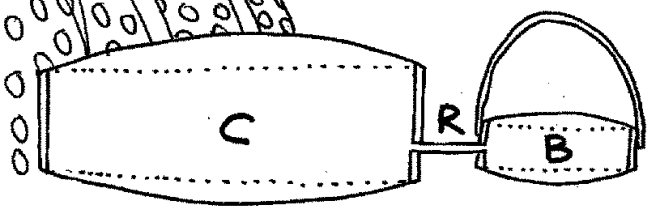
هر دو تا فشار با هم برابر شدن ، باروفور B اجازه میده تا کمی فشار مازاد در ذخیره کننده C که از هوا پرشده ، ایجاد بشه بنابراین پرده ها کمی برآمده میشه .

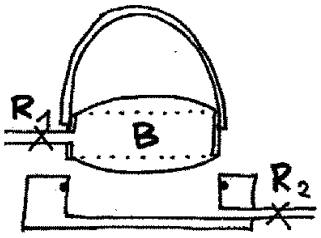






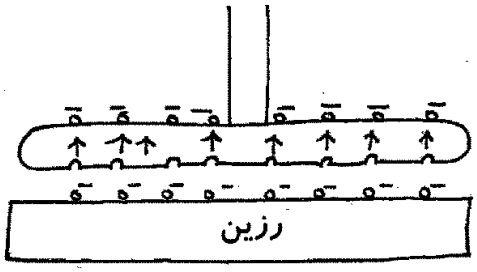
ما میتونیم این عملیات رو با کمپرسور دستی هم تکرار کنیم البته تا زمانی که فشار در ناحیه B و C مسوی باشه که فشار در ناحیه C به حداکثر خودش میرسه و بعد ما میتونیم بگیم که ذخیره کننده C در بیشترین حالت فشار مثبت قرار داره .

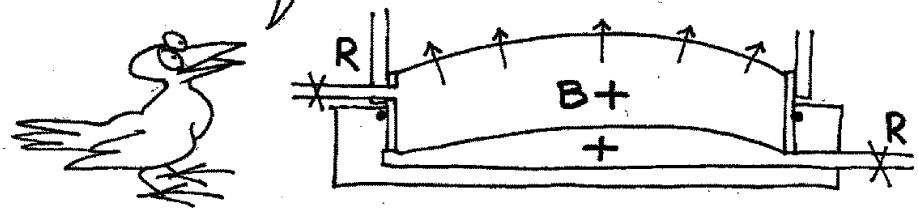


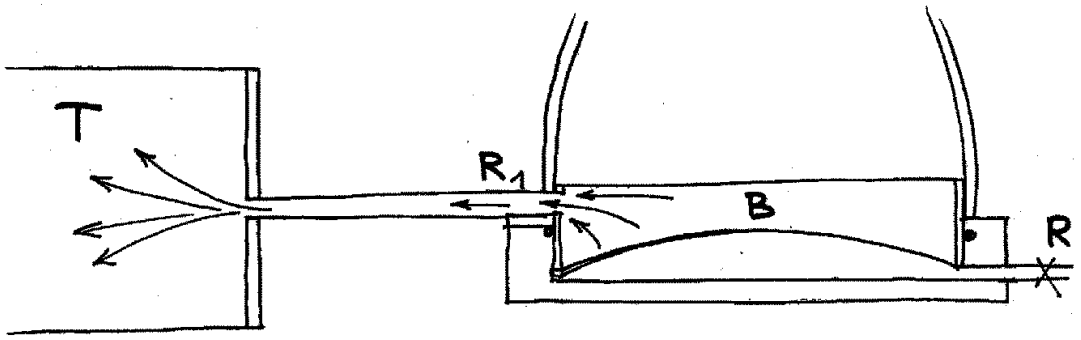


پمپ زمانی میتونه موثر باشه که فشار در ناحیه B و C برابر باشه و پرده ها ، فشار یکسانی را تحمل کنن .

بیاین برگردیم به همون الکتروفور خودمون . الکترون هایی که روی سطح رزین جمع شدن ، الکترون های فلز رو به طرف بالایی صفحه دفع میکنن .

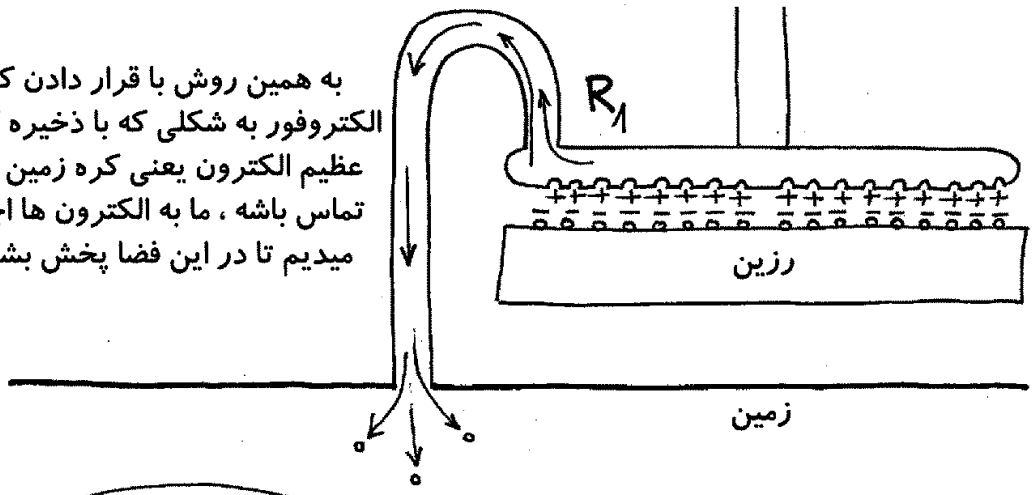


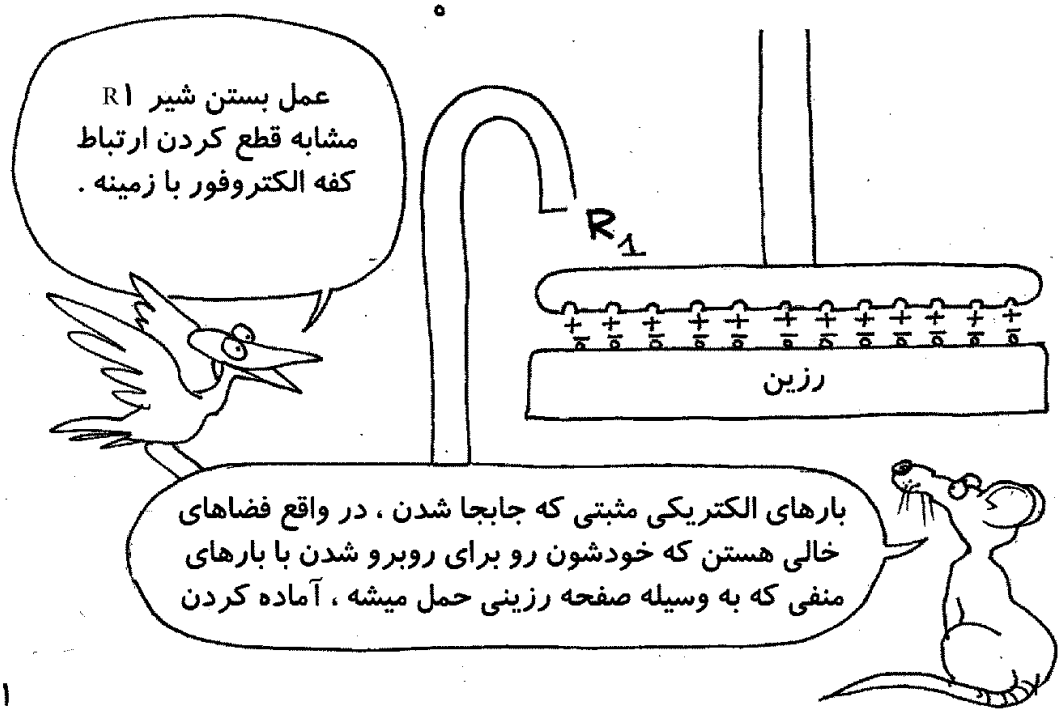




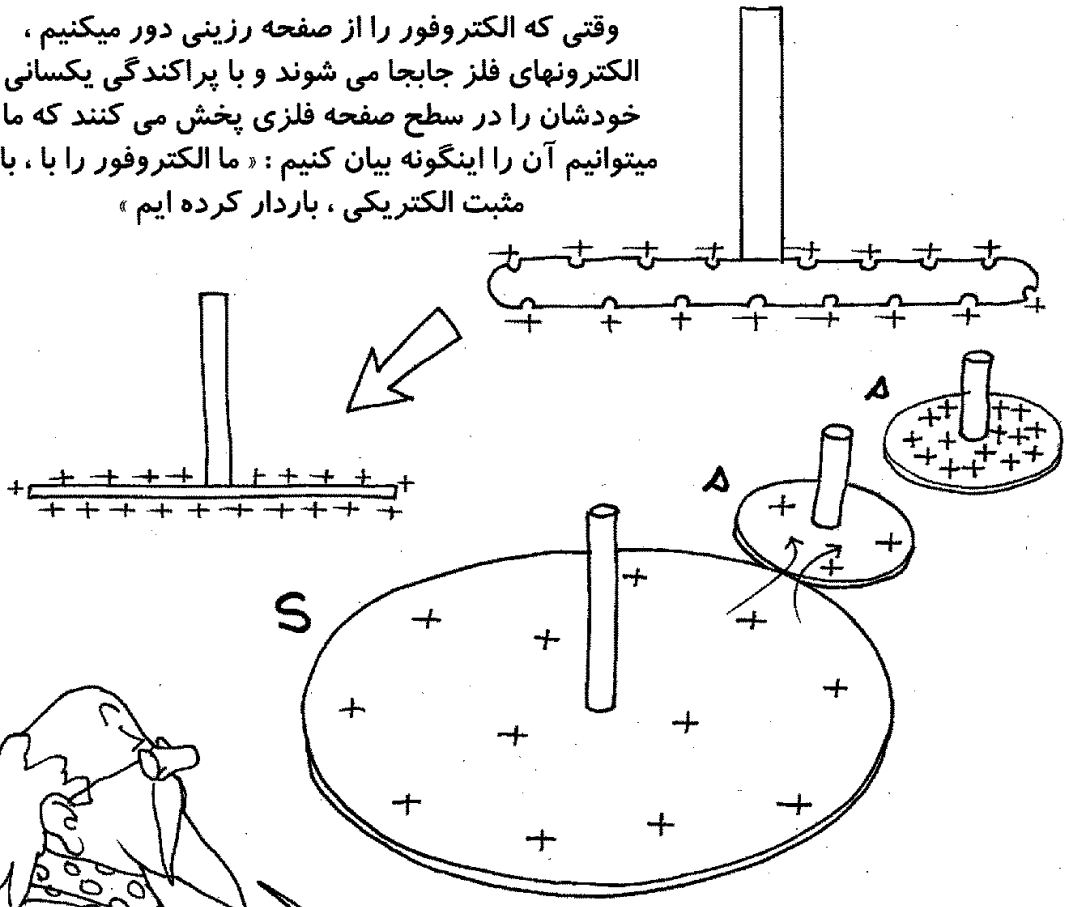
با ، بازکردن شیر R1 ما به فشار مازاد اجازه میدیم تا به ناحیه B جریان پیدا کنه و فشار مازاد در ذخیره کننده بزرگ تخلیه بشه .

به همین روش با قرار دادن کفه الکتروفور به شکلی که با ذخیره کننده عظیم الکترون یعنی کره زمین ، در تماس باشه ، ما به الکترون ها اجازه میدیم تا در این فضا پخش بشن .





وقتی که الکتروفور را از صفحه رزینی دور میکنیم ، الکترونهای فلز جابجا می شوند و با پراکندگی یکسانی خودشان را در سطح صفحه فلزی پخش می کنند که ما میتوانیم آن را اینگونه بیان کنیم : « ما الکتروفور را با ، بار مثبت الکتریکی ، باردار کرده ایم »

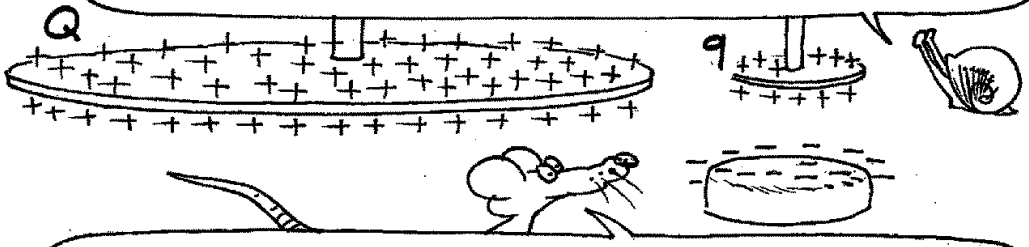


اگر الکتروفور کنار سطح S ذخیره کننده قرار بگیره ، این دو تا ابزار بارهای مثبتشون رو به اشتراک میذارن تا جایی که چگالی بارهای الکتریکی در سطح هر دوتاشون برابر بشه . در واقع این الکترونهای جسم بزرگتر هستن که به سمت جسم کوچکتر حرکت میکنن . با این روش بار الکتریکی مازاد ایجاد میکنیم که این کار زمانی متوقف میشه که بارهای الکتریکی سطح الکتروفور با بارهاب الکتریکی ذخیره کننده مساوی بشه

این که خیلی باحاله !

من دارم مقایسه « باروفور » با « الکتروفور » رو درک میکنم . با این وسیله میتونیم مقدار میعنی گاز رو جابجا کنیم و اون حجم گاز جابجا شده رو به هر کدوم از سطح ها که فشاری برابر با سطح B دارن انتقال بدیم و از لگن بیرون بکشیم .

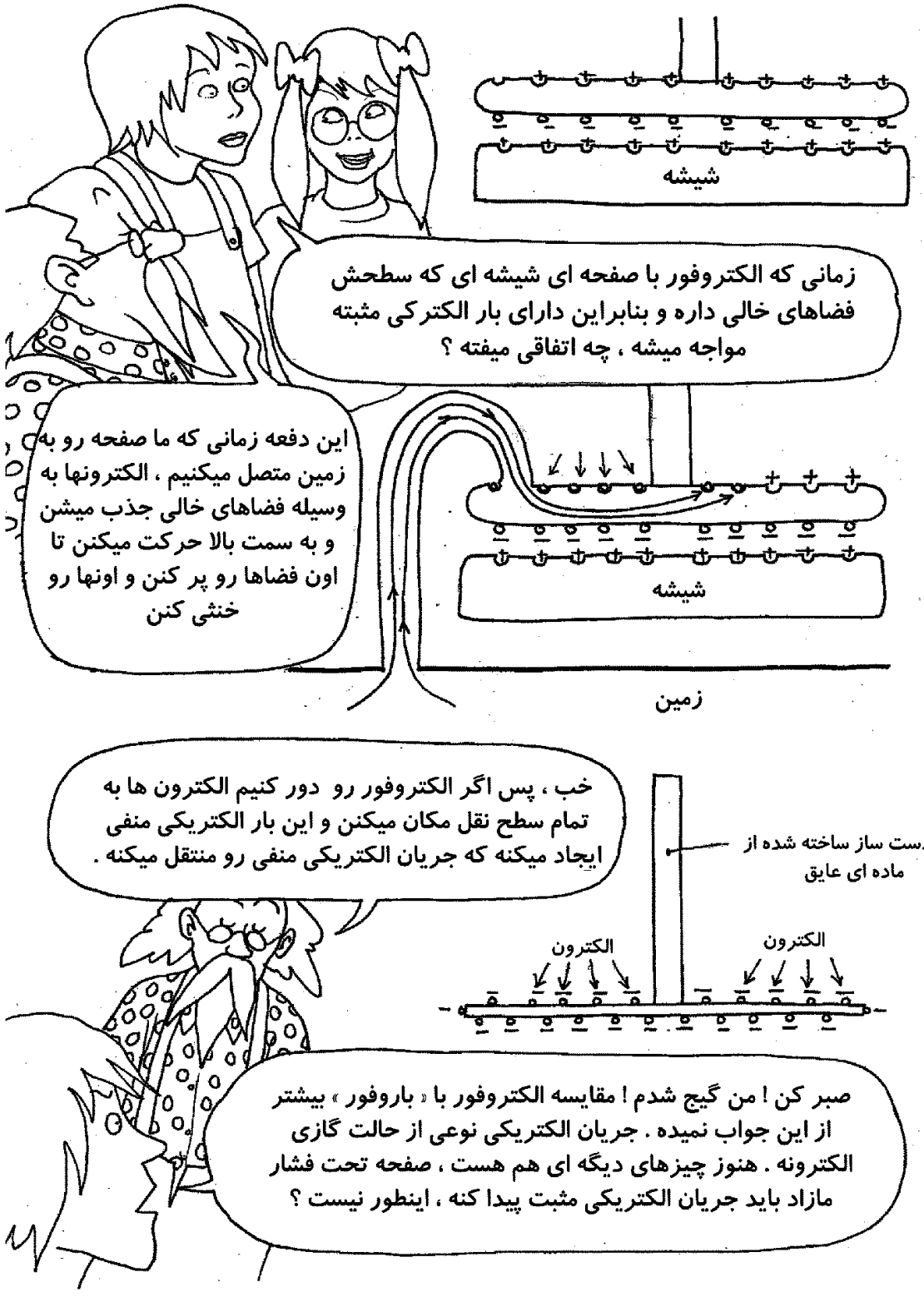
ولی مشابه این مثال در مورد الکتریسیته ساکن چیه ؟



ما میتونیم در سطح C همون مقدار چگالی بار الکتریکی ایجاد کنیم که روی سطح الکتروفور وجود داره که این مقدار بستگی داره به بار الکتریکی قطعه رزینی داره .

ولی این بارهای الکتریکی از کجا میان ؟ این شبیه یک کلک جادوییه ؟

این کلک جادویی که تو داری میگی اجازه داد تا انسان ها از تجربیات کوچکی که فقط باعث سرگرمی بچه ها بود به سمت چیزهای خیلی جدی تری برن .


زمانی که الکتروفور با صفحه ای شیشه ای که سطحش فضاهای خالی داره و بنابراین دارای بار الکترکی مثبته مواجه میشه ، چه اتفاقی میفته ؟
شیشه
این دفعه زمانی که ما صفحه رو به زمین متصل میکنیم ، الکترونها به وسیله فضاهای خالی جذب میشن و به سمت بالا حرکت میکنن تا اون فضاها رو پر کنن و اونها رو خنثی کنن
شیشه
زمین
خب ، پس اگر الکتروفور رو دور کنیم الکترون ها به تمام سطح نقل مکان میکنن و این بار الکتریکی منفی ایجاد میکنه که جریان الکتریکی منفی رو منتقل میکنه .
پایه دست ساز ساخته شده از ماده ای عایق
الکترون
الکترون
صبر کن ! من گیج شدم ! مقایسه الکتروفور با « باروفور » بیشتر از این جواب نمیده . جریان الکتریکی نوعی از حالت گازی الکترونه . هنوز چیزهای دیگه ای هم هست ، صفحه تحت فشار مازاد باید جریان الکتریکی مثبت پیدا کنه ، اینطور نیست ؟

یاد آوری به جایی بود « آرچی » عزیزم . زمانی که بشر شروع به بازی کردن با الکتریسیته کرد ، فوراً فکر کرد که این باید الکتریسیته جاری باشه . اما کسی نمیدونست که این جاری شدن از چه جهتی و به چه جهتی اتفاق میفته . از بین دو گزینه موجود ، یک جهت دلخواه برای حرکت جریان انتخاب شد .

و متاسفانه اونها جهت اشتباه رو انتخاب کردن

بعداز اون امکان اصلاح کردنش وجود نداشت و همونطوری که ما میتونیم و بعدها هم میبینیم معنیش اینه که ما جریان الکتریکی مثبت رو تشخیص میدیم که در واقع معکوس جهت حرکت چرخشی الکترونهاست !!

در اون زمان به علت چرخشی بودن حرکت الکترونها هیچکس از جهت این حرکت مطمئن نبود . در غیر اینصورت بهش بار الکتریکی مثبت میدادن ولی اشتباه به وجود اومده بود و دیگه خیلی دیر شده بود .

با وجود این « الکتروفور» اجازه داد تا بارهای الکتریکی بزرگتر و بیشتر در سطح ذخیره کننده های بزرگتر جمع بشن (*) . کمی شبیه به پر کردن وان حموم با قاشق چایخوری ! انواع ماشین ها ابر اساس همین اصل علمی اختراع شدن .

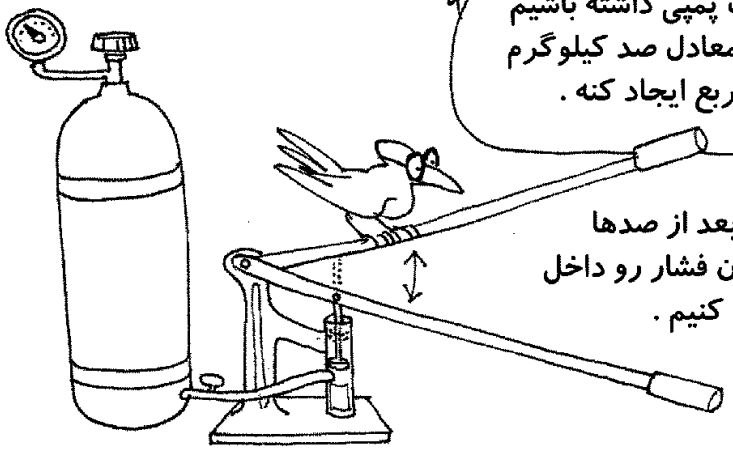
* بار الکتریکی یک ذخیره کننده با ولتاژ مشخص ، با سطح ذخیره کننده نسبت مستقیم دارد .

* * توجه ! اگر شما در اینترنت نقشه ای برای ساخت یک وسیله برقی پیدا کردید که باید از ذخیره کننده های بزرگ و قوی استفاده کنید ، احتمال دارد که خودتان را به دیار باقی بفرستید !!!

چه اتفاقی برای قطعه های رزینی و شیشه ای افتاده که میتونیم از یک اسباب بازی ساده ، یک سیستم با توانایی کُشتن یک اسب بسازیم ؟!

بیاین به همون « باروفور» برگردیم . با این میتونی کمی فشار سطح B را منتقل کنی . بعد تدریجا سطح C که خیلی بزرگتر هم هست به همون فشار میرسه

حالا تصور کن یک پُمپی داشته باشیم که میتونه فشاری معادل صد کیلوگرم بر سانتیمتر مربع ایجاد کنه .



با این سیلندر لوله بازکن بعد از صدها بار تلمبه زدن ما میتونیم همون فشار رو داخل محفظه فولادی ایجاد کنیم .

پس با زمان کافی من میتونم چیزی مشابه یک بُمب بسازم ! (اگر محفظه فولادی بشکنه همین اتفاق میفته)

در الکتریسیته ولتاژ مشابه فشاره که با « وُلت » اندازه گیری میشه .

فشار ،تراکم انرژی در واحد سطح است .

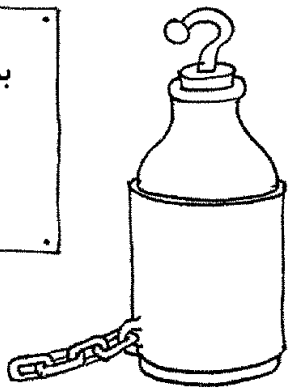
* در واقع این آزمایش به وسیله « اَبوت نولِت » در سال ۱۷۶۰ صورت گرفت . در آن روز دویست نفر از سربازان داوطلب شاه لوییس پانزدهم مورد تحت این آزمایش قرار گرفتند .

اثر فشار تجمعی

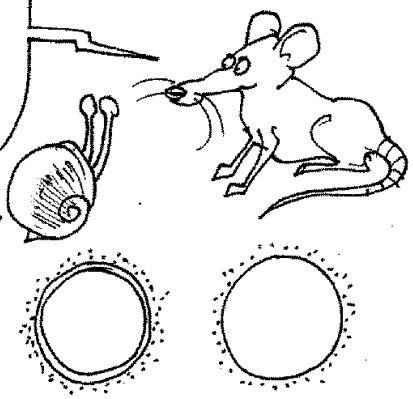
در اثر پدیده فشار الکتریکی ، بار الکتریکی گرایش داره تا در نقاط فشار جمع بشه
اگر بخوام جلوی این نَشت الکتریکی رو بگیرم باید قطب الکتریکی رو تغییر بدم
اگر دور بطری یک ورقه آهنی بپیچم ، چی میشه ؟
پدیده القاء الکتریکی حتی از روی شیشه هم اتفاق میفته .
مثل « الکتروفور » من بارهای الکتریکی سطح خارجی رو تخلیه میکنم .
زمین

ذخیره کننده

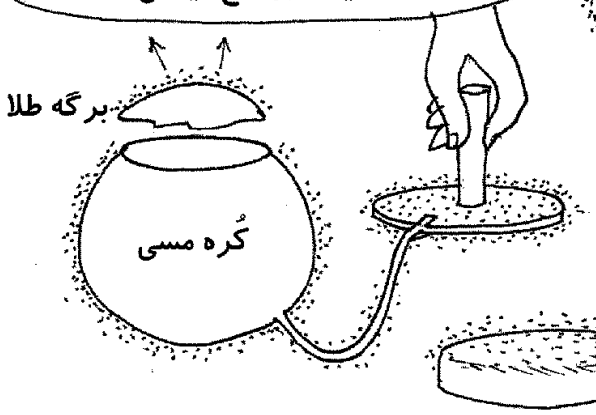
با این صفحه بیرونی ، ما بار الکتریکی را دوبرابر کرده ایم . بنابراین در سال ۱۷۴۶ در شهر « لیدِن » ذخیره کننده (باطری) متولد شد .



آزمایش ها ادامه داشتن و هر کدوم از دیگری مجذوب کننده تر بودن . خیلی زود مشخص شد وقتی که القا بارالکتریکی به یک رُوش و با یک ولتاژ باشه ، یک کُره خالی و یک کُره توپر یک میزان بار الکتریکی دریافت میکنن .

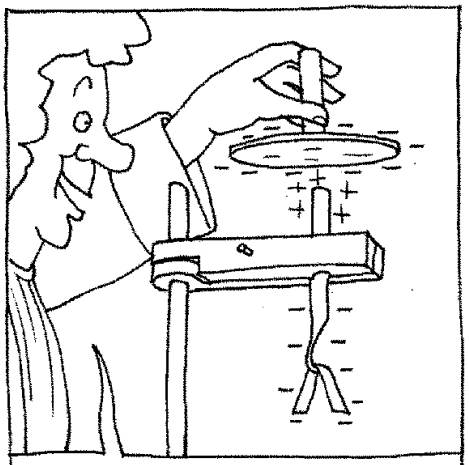


این طبیعیه چون بارهای الکتریکی روی سطح هستن و به همین خاطر هم هست که همدیگه رو دفع میکنن .

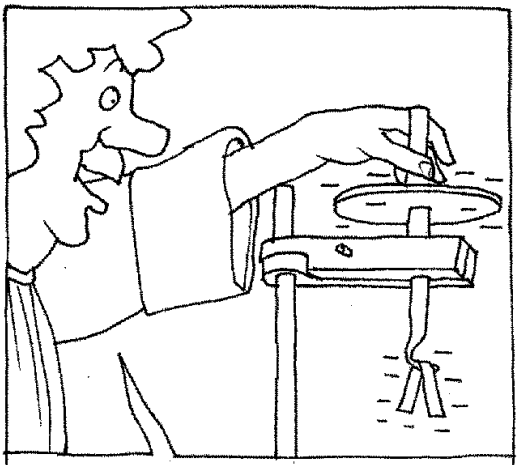


از این یک تجربه سرگرم کننده ، این نتیجه به دست آمد : وقتی که یک کره توخالی فلزی که بار الکتریکی داره با درپوشی کوچک از جنس طلا پوشانده بشه ، این درپوش تحت تاثیر پدیده فشار الکتریکی از جای خودش بلند میشه .

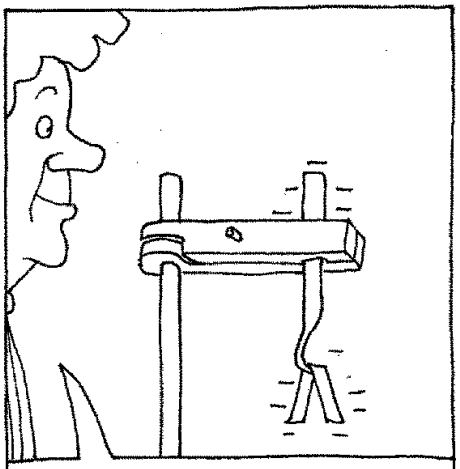
برق سنج *



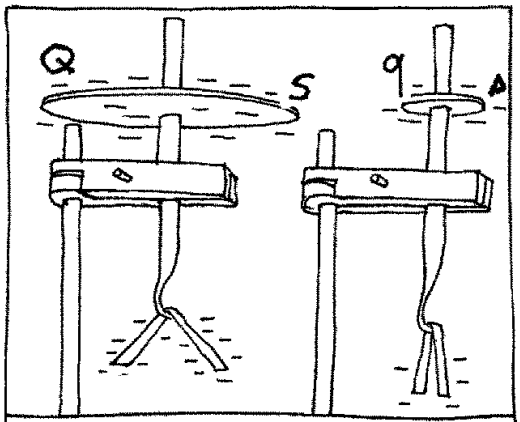
بیاین به آزمایش های قدیمی تر خودمون برگردیم . اول : القا الکتریکی



دوم :
تخلیه بار الکتریکی مثبت یا ... به اشتراک گذاشتن بارهای منفی



سوم :
من جسم باردار رو برمیدارم و بار منفی همچنان وجود داره که این باعث دور شدن برگه های طلا از همدیگه میشه .



با بکارگیری همان صفحه رزینی ، سطح های S و s این دو الکتروفور ، بارهای الکتریکی Q و q را منتقل می کنند . فاصله ای که دو برگه طلا از یکدیگر پیدا میکنند ،وابسته به همین بارهای الکتریکی است .

*دستگاه سنجش ناهمسانی تانش یا پتانسیل توسط نیروهای الکتروستاتیک

به این دستگاه میگن « برق سنج برگه طلا » . فاصله بین برگه های طلا این ایده رو به ما میده که بارهای الکتریکی میتونن در هر جسم فلزی وجود داشته باشن اما به ما اجازه نمیدن تا نوع بارالکتریکی رو بفهمیم .

یعنی که بارهای الکتریکی رو به شکل نامعلوم نگه میداره ؟

هوا عایق چندان خوبی نیست . خصوصا اگر مرطوب باشه . با گذر زمان بارهای الکتریکی به اتمسفر برمیگردن .

در آزمایشگاه ها برگه های طلا در خلاء نگهداری میشن

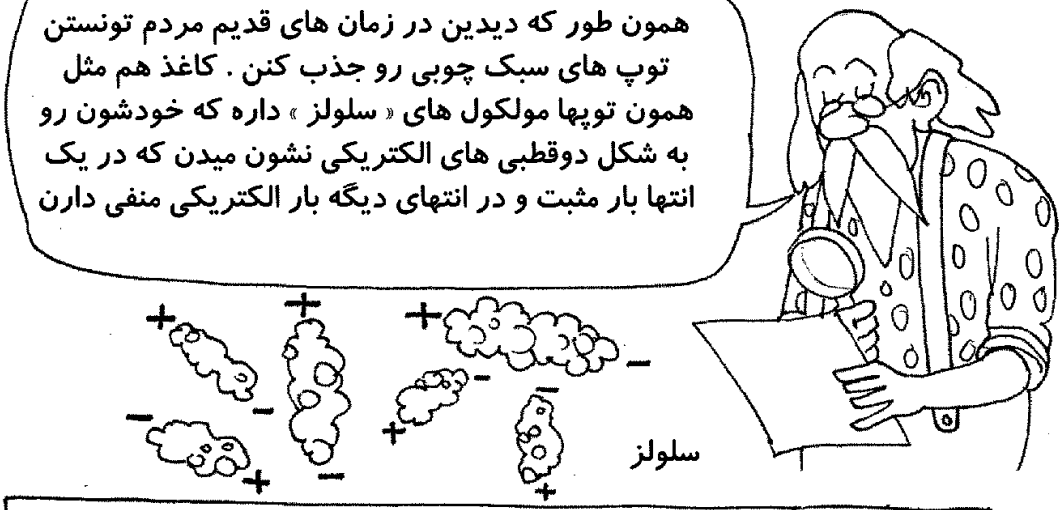
خلاء

بابابزرگ ، من متوجه شدم که میتونیم خط کش پلاستیکی منو با مالش باردار کنیم ولی نمیفهمم چرا تکه های کوچک کاغذ رو جذب میکنه ؟

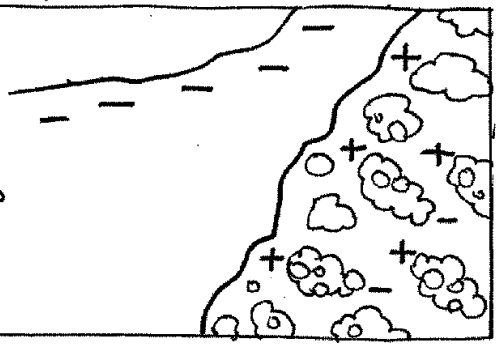
سئوال خوبیه

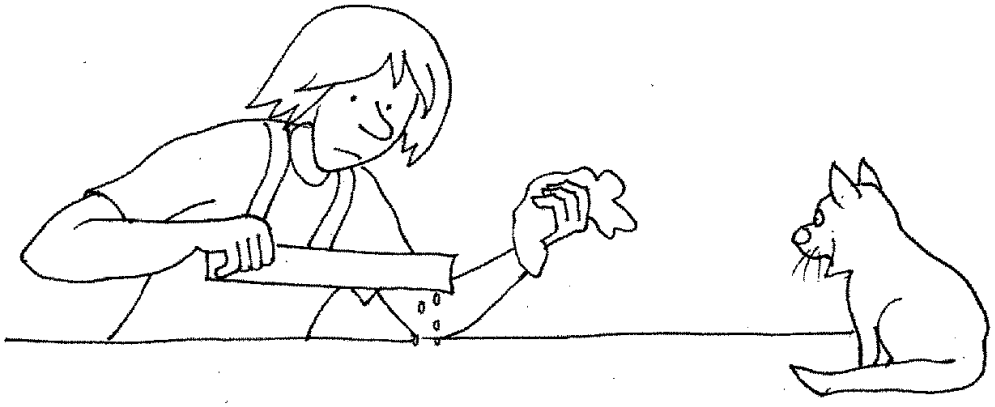
قطبیت

همون طور که دیدین در زمان های قدیم مردم تونستن توپ های سبک چوبی رو جذب کنن . کاغذ هم مثل همون توپها مولکول های « سلولز » داره که خودشون رو به شکل دوقطبی های الکتریکی نشون میدن که در یک انتها بار مثبت و در انتهای دیگه بار الکتریکی منفی دارن



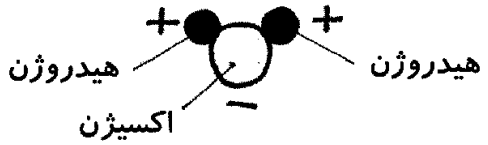
در مواجهه با جسمی که دارای بار الکتریکی است ، این مولکول ها در جهتی که بار الکتریشان مقابل بار غیر همنام خود بر روی شی باردار قرار بگیرد می چرخند و نتیجه پدیده جذب است .



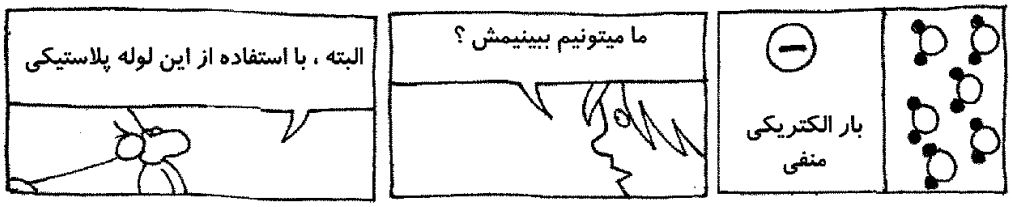


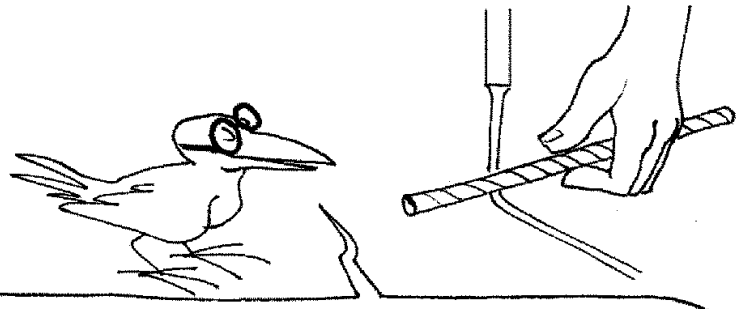
*کاغذ از سلولز ساخته شده است .

مولکول آب ، « مولکول میکی موس » است

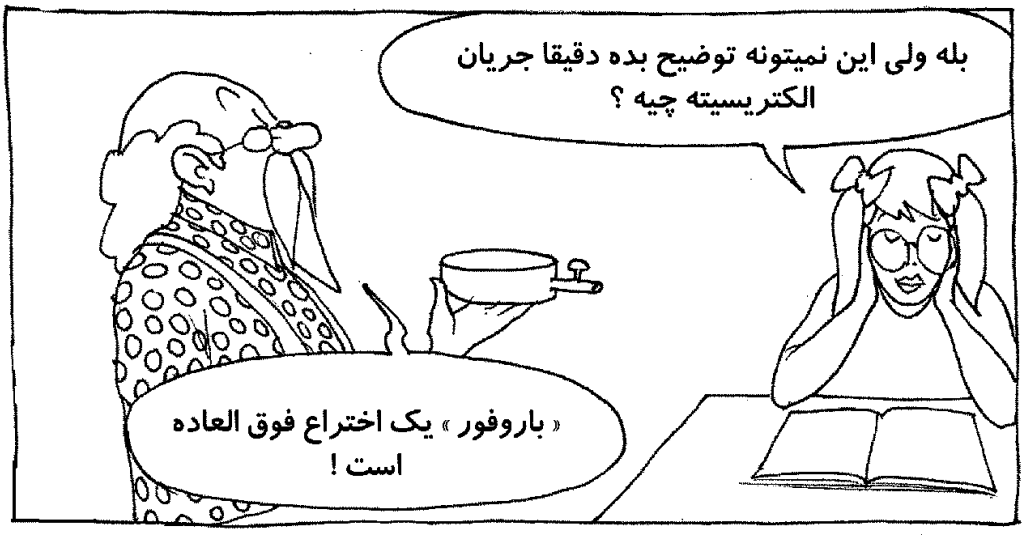


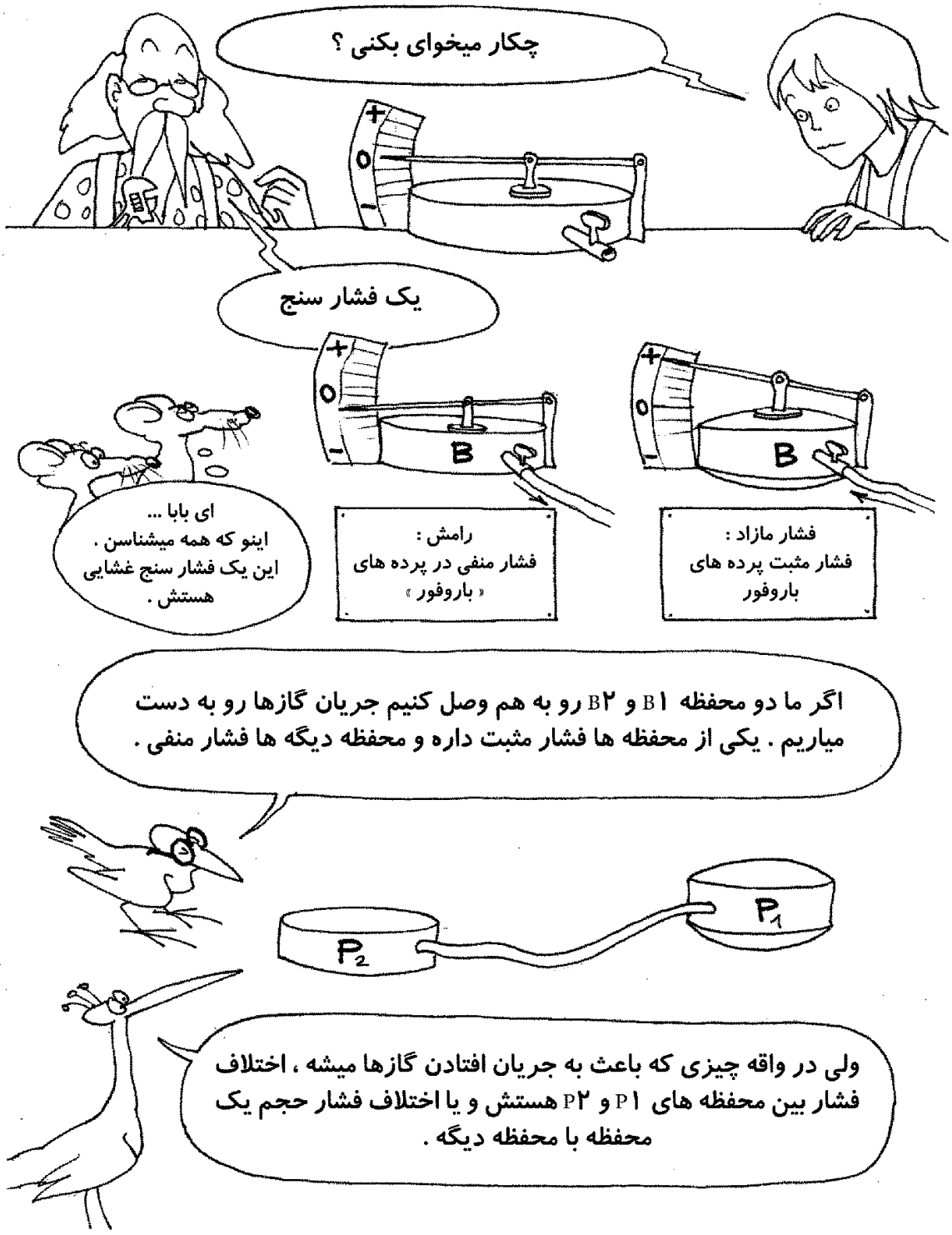
تحت تاثیر یک جسم دارای بار الکتریکی ، مولکول آب خودش را با ، بار الکتریکی آن تطابق میدهد و در نتیجه نیروی جذب به وجود می آید .

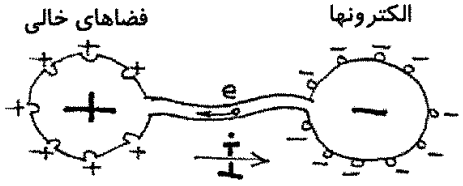


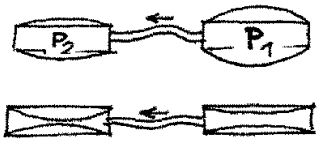


با مالش دادن یک نی نوشابه و نزدیک کردنش به یک جریان ظریف آب ، میتونیم یک زاویه ۹۰ درجه ای به جریان آب بدیم .



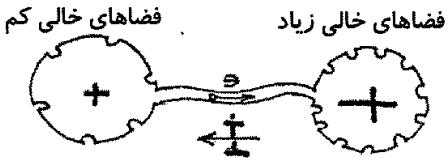

چکار میخوای بکنی ؟
یک فشار سنج
+
0
-
B
ای بابا ...
اینو که همه میشناسن .
این یک فشار سنج غشایی
هستش .
رامش :
فشار منفی در پرده های
« باروفور »
فشار مازاد :
فشار مثبت پرده های
باروفور
اگر ما دو محفظه B1 و B2 رو به هم وصل کنیم جریان گازها رو به دست
میاریم . یکی از محفظه ها فشار مثبت داره و محفظه دیگه ها فشار منفی .
P1
P2
ولی در واقه چیزی که باعث به جریان افتادن گازها میشه ، اختلاف
فشار بین محفظه های P1 و P2 هستش و یا اختلاف فشار حجم یک
محفظه با محفظه دیگه .

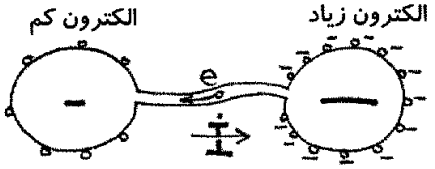


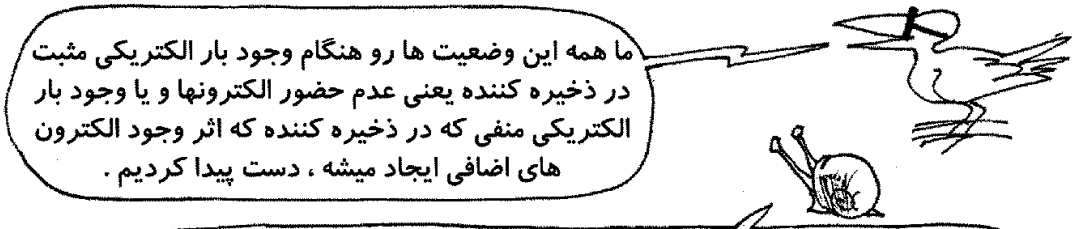


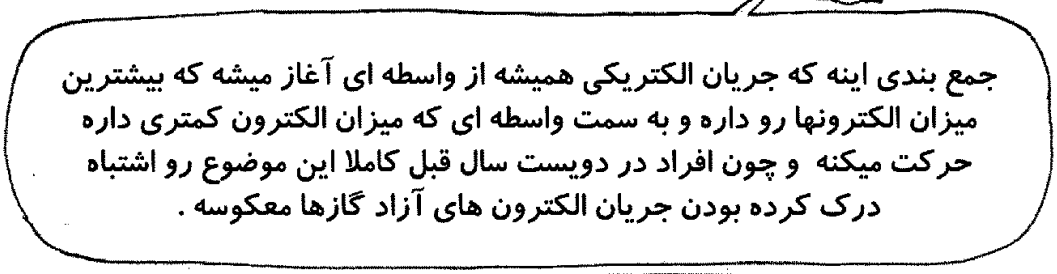
جریان گازی بین دو محفظه از محفظه ای که فشار کمتری دارد به سمت محفظه ای که فشار بیشتری دارد آغاز خواهد شد . تا زمانی که فشار بین دو محفظه برابر و کمتر از فشار محیط شود

تمام وضعیت های بینابینی









* ذخیره کننده ها بدترین سیستم های نگهداری انرژی ممکن هستند . با بزرگترین مجموعه هایی که امروزه در اختیار داریم به سختی میتوانیم برای چهار نفر چای دم کنیم .

الکتریسیته در طبیعت

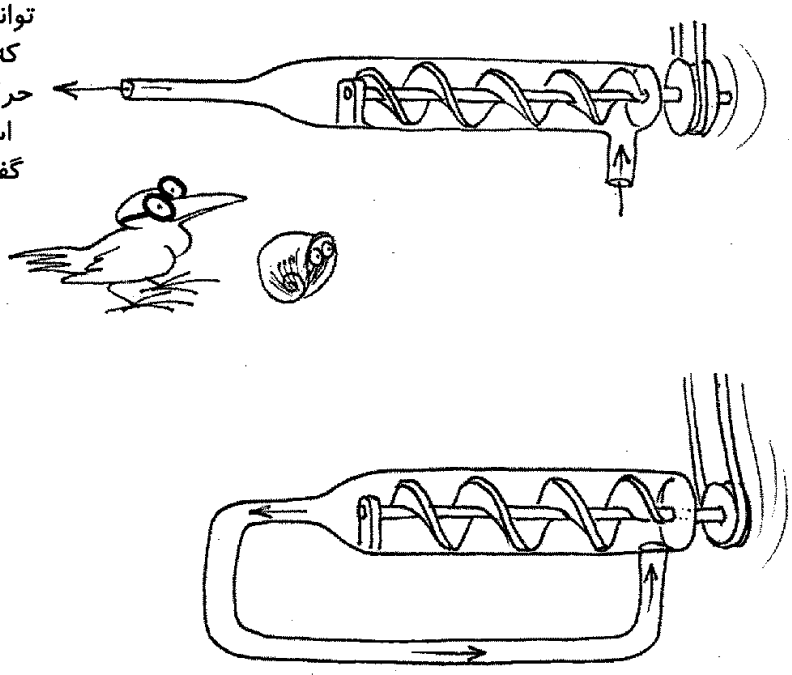
بنجامین فرانکلین در فیلادلفیا ۱۷۵۰

* این جرقه بخشی از کلید را ذوب کرد .

بنجامین فرانکلین حق داشت و کسانی که او را مسخره میکردند در اشتباه بودند . اخبار مانند شعله های آتش پخش می شدند . اما خیلی از آزمایشات به احتیاطی که فرانکلین انجام داد ، صورت نگرفتند و کمی بعد « جرج ویلهلم ریشمان » در سن پیترزبورگ فلوریدا نخستین کسی بود که به وسیله جریان الکتریسیته جان خود را از دست داد .

بیایید تا موضوع را جمع بندی کنیم . تمام این داستان ها به قرن پنجم پیش از میلاد مسیح بازمی گردد ،زمانی که « تالس » قطعاتی از کهربا را به هم مالید و اشیا کوچکی جذب آن شدند . ۱۳ قرن بعد زمانی که گرایش به علم در اروپا آغاز شده بود ، افرادی شروع کردن به ، بهم مالیدن هر چیزی که پیدا میکردند مثل رزین و شیشه و ... . آنها آموختند که چگونه بارهای الکتریکی اضافه را درون ذخیره کننده ها ، ذخیره کنند . در ابتدا به وسیله دست و بعد از آن به بکارگیری ابزارهایی توانستند جریان های خطرناک ابرهای طوفانی را آزاد کنند . اما این هنوز اختراع منابع جریان الکتریسیته نبود و جادوی الکتریسیته در جای دیگری و در میان تلاشهای انسان کشف شد و یا شاید در میان کنجکاوی های او . نخستین منبع جریان الکتریسته که انرژی خود را از یک وسیله شیمیایی می گرفت یک باطری بود که در سال ۱۸۰۰ توسط مردی ایتالیایی به نام « الساندرو وُلتا » اختراع شد . بعد از او « گرام » و « تسلا » و افراد زیاد دیگری ماشین هایی اختراع کردند که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کرد . توضیحات اصول و روشهای کاری آنها از حوصله بحث این کتاب خارج است . پس برای ما یک مولد الکتریکی می تواند همانند یک پمپ الکترون در نظر گرفته شود *.

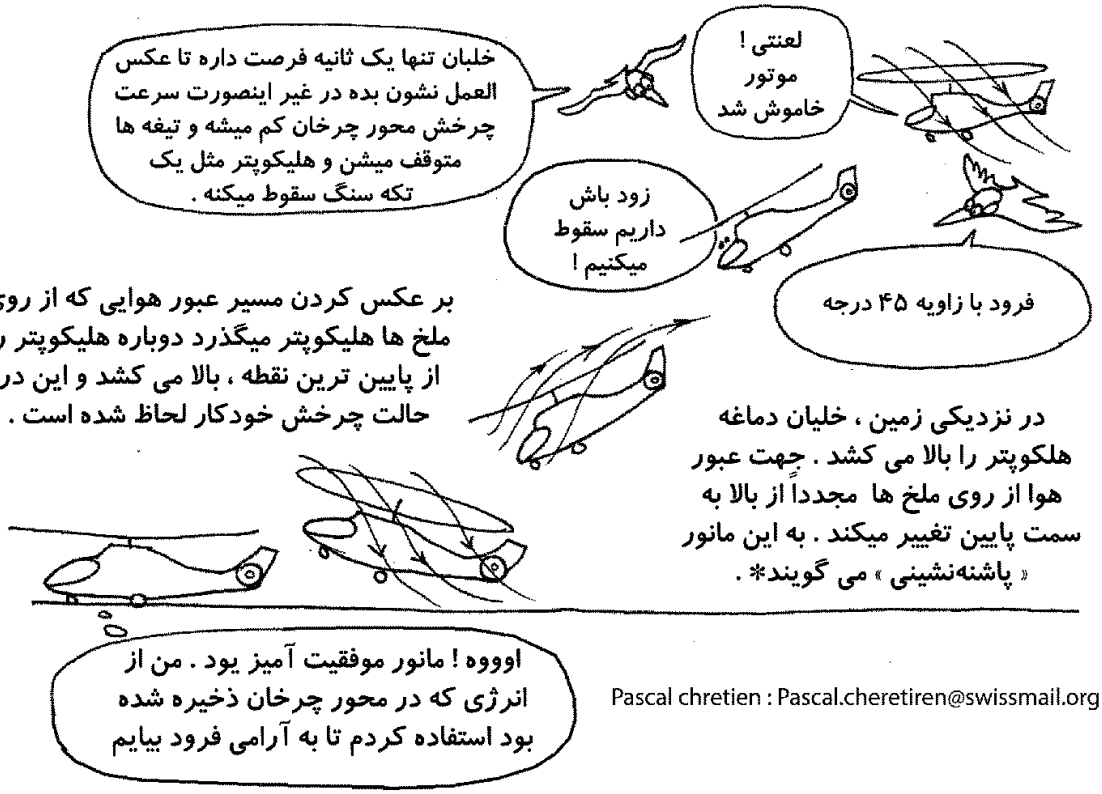
یک پمپ تنها در صورتی می تواند به شکل مداوم فعالیت کند که جریان برگشت ، آن را به حرکت درآورد و به همین دلیل است که به آن حلقه جریان گفته میشود در غیر اینصورت پمپ کار نخواهد کرد .



پمپ الکترون یادآور اشتباهی است که در طول قرن هجدهم میلادی در خصوص جریان الکترونها بر خلاف جریان حرکت واقعی آنها رایج بود .

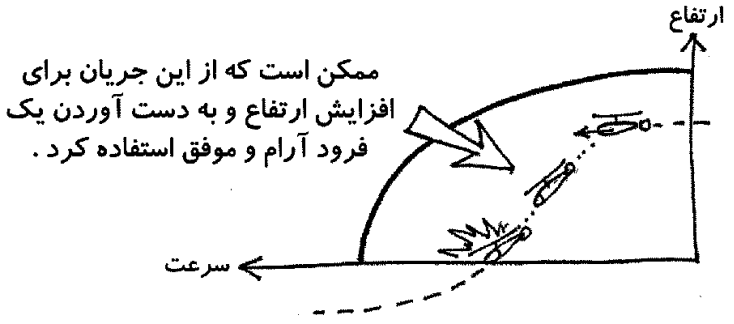
جریان مستقیم

منبع خانگی جریان برق مستقیم باطری های غیر قابل شارژ و همچنین باطری های شارژشونده است ، مانند آنهایی که در خودروها یافت می شوند که مسئول تغذیه تجهیزات الکتریکی خودرو و سیستم های بیسیم آن هستند . صنعت اتومبیل در حال توسعه سیستم های دو گانه یا شارژشونده است که به شکل مداوم توسط موتورهای مبدل مجدداً شارژ می شوند و به این ترتیب می توانند حداکثر راندمان را داشته باشند و مصرف سوخت را کاهش دهند . « پاسکال کرتین* » پیشگام ساخت هلیکوپتر های دوگانه است که با استفاده از سیستمی که خطاهای عمده پرواز این ماشین های پرنده را کاهش می دهد ، آنها قادرند با استفاده از سیستم خودکار فرود بیایند .

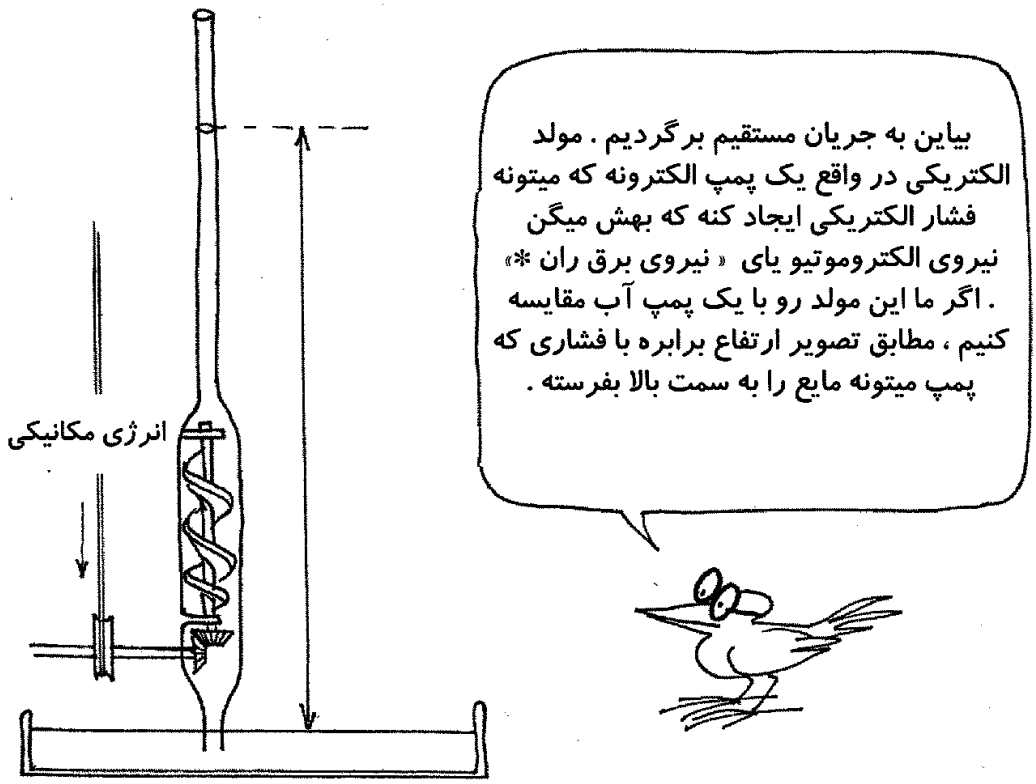


* Pascal chretien : Pascal.cheretiren@swissmail.org

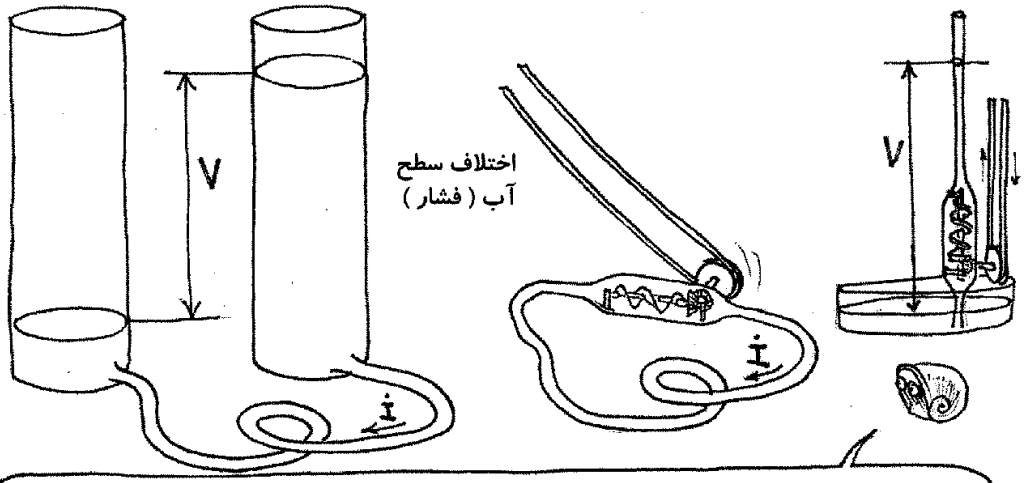
اما این مانور زمانی میتواند موثر باشد که ما در سطح زمین سرعتی معادل ۱۰۰ کیلومتر در ساعت داشته باشیم و یا سرعت در ارتفاع ۱۰۰ متری از سطح زمین برابر یا صفر باشد و یا در یک وضعیت بینابینی ، هلیکوپتر در « محدوده مُرده » قرار داشته باشد . در این حالت ممکن است که تحت تاثیر چرخش خودکار فرودی آرام صورت گیرد .



اگر چه در اغلب اوقات ، خلبانان هلیکوپتر در « محدوده مرده » دست به کار می شوند . ذخیره دائمی انرژی در یک باطری این اجازه را به آنها می دهد تا بر ناکارآمدی و نقص موتور غلبه کنند و یک موتور الکتریکی کنترل اوضاع را به دست بگیرد و این خطر ذاتی برای هلیکوپتر ها از بین میرود .



*نیرویی که موجب به جریان افتادن برق در مدار می شود و برابر است با اختلاف تانش (پتانسیل) در دو سر مدار و بر حسب ولت محاسبه می شود

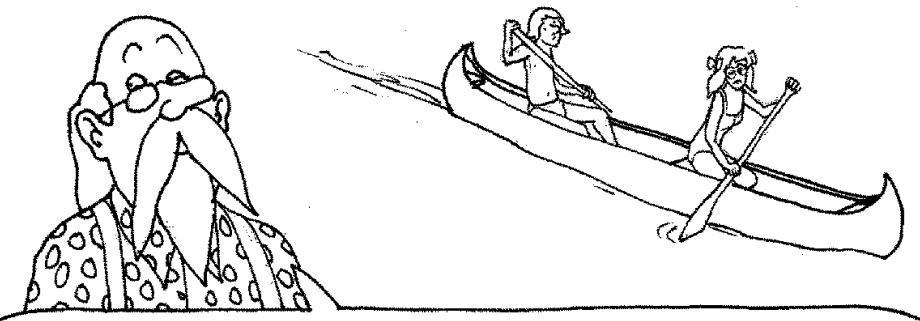


با چسبوندن یک لوله پلاستیکی به سطح مقطع S و طول L ، ما همون جریان I رو به دست میاریم (قابل مقایسه با ولتاژ الکتریکی) و با وصل کردن مجموعه به یک پمپ (قابل مقایسه با مولد الکتریکی) یا دو تا مخزن ذخیره ، میبینیم که سطح اب تغییر میکنه که درست مشابه با قدرت پمپ در بالا فرستادن آبه (قابل مقایسه با نیروی برق ران)

در مقایسه جریان الکتریسیته و نیروی هیدرولیک * چه چیزی جریان آب داخل لوله رو متوقف میکنه و اختلاف سطح V رو به وجود میاره ؟ آب به لوله چسبیده یا فشاری که به وسیله پمپ ایجاد میشه باعث این اختلاف سطح شده ؟

نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول های آب و دیواره شیشه ای مخزن باعث این موضوع شده .

منظورت اینه که آب در مقابل حرکت داخل لوله مقاومت میکنه ؟



وقتی که تو و سوفی دارین داخل یک قایق کانو روی دریاچه پارو میزنین ، مجبورین برای غلبه کردن به نیروی اصطکاک آب با بدنه قایق ، پارو ها رو به سختی بکشین و زمانی که دست از پارو زدن بکشین ، قایق شما خیلی سریع متوقف میشه . اینطوری نیست ؟

درسته همینطوره . انرژی که مصرف میشه به آب منتقل میشه . بعدش کجا میره ؟ به چی تبدیل میشه ؟

خب ، گردآب های کوچک میسازه . بذارین بهش بگیم انرژی آشفته .

بله ولی این گرداب های کوچک تموم میشن و از بین میرن . پس زمانی که تموم میشن انرژی چه میشه ؟

به گرما تبدیل میشه . وقتی که داری پارو میزنی در واقع داری در اثر اصطکاک آب دریاچه رو گرم میکنی . اما محسوس نیست چون آب ظرفیت گرمایی خیلی زیادی داره .

اصطکاک پدیده ای هستش که طبیعت با استفاده از اون انرژی مکانیکی رو به انرژی گرمایی تبدیل میکنه . گرما ، همون چیزی که وقتی دستهاتون رو به هم میمالین ایجاد میشه . ما حتی میتونیم به مالش دادن یک قطعه یخ در دستمون ، اون رو ذوب کنیم .
جدی ؟!
وقتی که شما روی یک شیب اسکی ملایم قرار دارین و باید برای لیز خوردن ، فشار مختصری به چوب های اسکی بیارین ، این فشار در واقع برای آزاد کردن چوب های اسکی نیست بلکه برای آب کردن لایه بسیار نازکی از برفه که با سطح زیری تخته های اسکی در ارتباط هست و اینکار به وسیله اصطکاک انجام میشه . پس ما در واقع روی یخ اسکی نمیکنیم ، روی لایه بسیار نازکی از آب اسکی میکنیم که خیلی سریع دوباره یخ میزنه .
این به من یک ایده داد
ماری ، میدونستی وقتی که داری سس مایونز رو با قاشق هم میزنی ، داری گرمای اون رو افزایش میدی ؟
البته نه خیلی زیاد . چون مایونز ظرفیت گرمایی خیلی بالایی داره
حالا در مورد الکتریسیته چجوری میشه ؟

مقاومت

مطمئناً نمیخوای بگی که الکترون ها داخل یک سیم که با یک پوشش عایق پوشونده شده ، حرکت میکنن !
ویـژژژ !
شبکه محکم و بیحرکت اتمهای فلز موانعی رو ایجاد میکنه که حرکت رو به جلوی الکترونها رو کند میکنه . به همین علت الکترونها دائماً با این شبکه برخورد میکنن و انرژی رو به شبکه اتمهای فلز منتقل میکنن.
ولی چطوری اتم های فلز انرژی رو دریافت میکنن در حالی که نمیتونن از جاشون حرکت کنن ؟
این تمام شبکه است که شروع به لرزش میکنه
وقتی که من یک تکه آهن رو میذارم روی لُپم هیچ لرزشی احساس نمیکنم !
آره ولی اتمهای لُپت میتونن لرزش رو احساس کنن

اگر من بخوام یک مقایسه کامل بین الکتریسیته و هیدرولیک انجام بدم ، باید یک چرخه هیدرولیک داخل یک « محفظه جفتی » ایجاد کنیم که میزان نفوذپذیری مشابه با هدایت الکتریکی در جریان الکتربسیته داخل یک فلز رساناست .

اختلاف بین فشار محفظه(P۲ ـ P۱) مشابه با اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکیه (V۲ _ V۱) و جریان مایع بین دو محفظه مشابه « شدت جریان » (I)در جریان الکتریسیته است .

سئوالی که پیش میاد اینه که برای اختلاف فشار V = P۱_P۲ که برای یک لوله تراوا π=p/۱ و طول لوله L و سطح مقطع آن S خواهد بود . خروجی I چی میتونه باشه ؟

طول L سطح مقطع S

۱) هرچه تراوایی π و یا هدایت الکتریکی π بیشتر باشه جریان مایع یا الکتریسیته بیشتر خواهد بود .
۲) هر چقدر طول لوله L بیشتر باشه مایع و یا جریان الکتریسیته بیشتری میتونه از اون عبور کنه .
۳) هر چقدر که سطح مقطع S لوله و یا سیم کوچکتر باشه ، مایع یا جریان الکترسیته کمتری امکان عبور داره .

نظرت در مورد چنین فرمولی چیه :

اختلاف فشار ا : $\frac{\text{اختلاف فشار } P۲_P۱}{\text{مقاومت } R \times \text{طول } L \times \text{سطح مقطع } S}$

عجب قانون جالبی . زمانی که این قانون رو در مورد الکتریسیته به کار میبریم ، چکار باید بکنیم ؟

* مقاومت درست نقطه مقابل رسانایی است .

از خیلی جهات شبیه هم هستن . I یعنی شدت جریان که برابرست با (V۱_V۲) که و اختلاف پتانسیل که به عنوان مقاومت در نظر گرفته میشه .

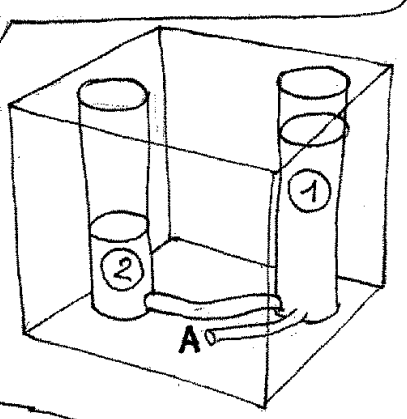
به عبارت دیگه ، مقاومت در برابر حرکت جریان آب درون لوله با فرمولی محاسبه میشه که کاملاً شبیه همون فرمولی هستش که باهاش مقاومت الکتریکی یک سیم اندازه گیری میشه

صبر کنین ! یک نکته در این مقایسه هیدرولیکی هست که من متوجه نشدم . برای ایجاد یک جریان در یک لوله یا محفظه جفتی ، من نیازی به دو تا منبع ذخیره با دو سطح مختلف ندارم .

اما در مورد جریان الکتریسیته اگر ما یکی از سیم ها رو جدا کنیم جریان دیگه ادامه پیدا نمیکنه .

یک چیزی رو فراموش کردی . هوا رسانا نیست ولی چندان عایق هم نیست . اگر میخوای مقایسه رو کامل انجام بدی باید کل مجموعه رو داخل یک آکواریوم پلاستیکی بذاری .

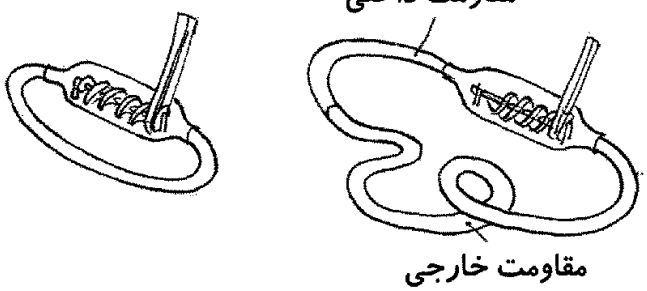
مایع داخل محفظه ۱ نمیتونه از سوراخ A جاری بشه .



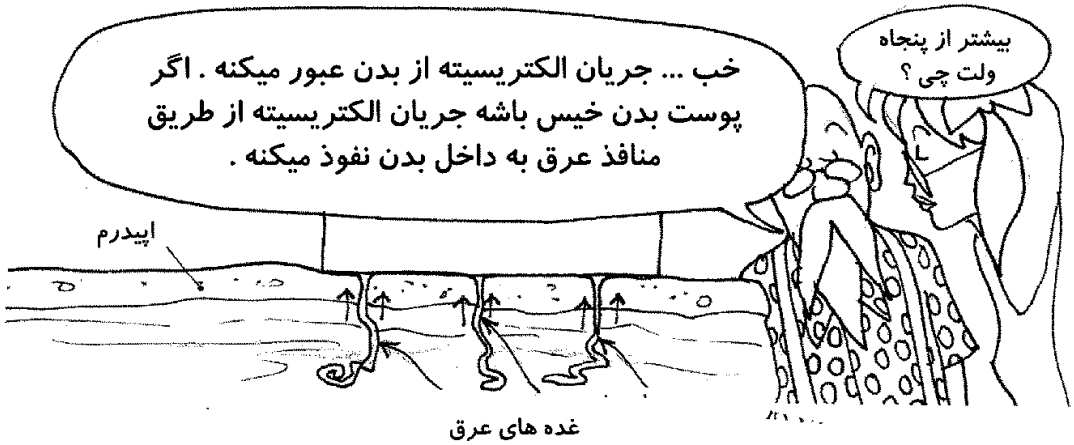
مقاومت داخلی

اگر من تیغه های فلزی این باطری رو به هم وصل کنم یک جریان الکتریکی به وجود نمیاد و باطری سریعا تخلیه نمیشه ؟

نه ، چون مولد الکتریکی از هر نوعی که باشه یک مقاومت داخلی غیر صفر داره که حداکثر مقاومت رو به جریان خروجی تحمیل میکنه .



خطرات الکتریسیته

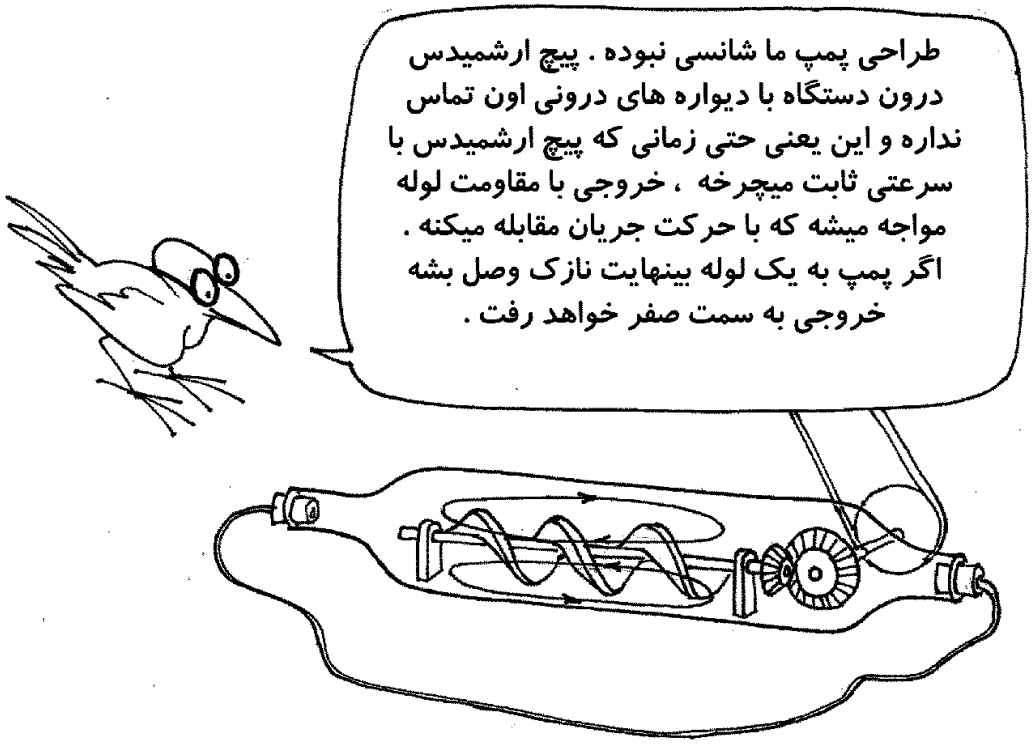


آسیب های جسمانی وارد شده از برق به شدت جریان الکتریسیته بستگی دارد *. یک هزارم آمپر جریان الکتریسیته فقط میتواند یک غلغلک مختصر ایجاد کند . یک صدم آمپر برق میتواند عضلات را از کنترل خارج کند . دستها به سیم میچسبند و دیافراگم دچار تشنج میشود . تنفس قطع شده و این باعث مرگ در اثر خفگی می شود . یا یک دهم آمپر برق ، قلب می ایستد و یا نامتوازن می تپد (ضربان نامرتب قلب).

* در فرانسه سالانه دویست نفر بر اثر برق گرفتگی جان خود را از دست می دهند .

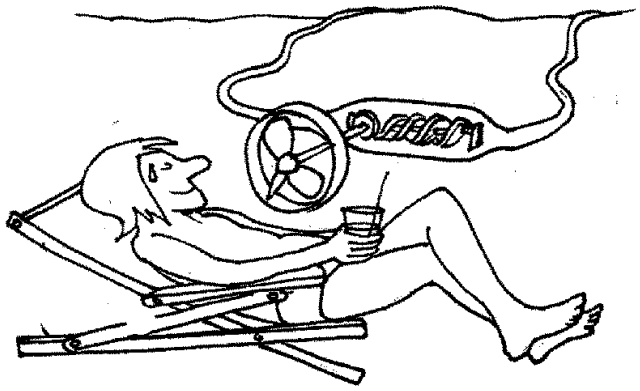
** این دستگاه کوئل رامکورف نام دارد .

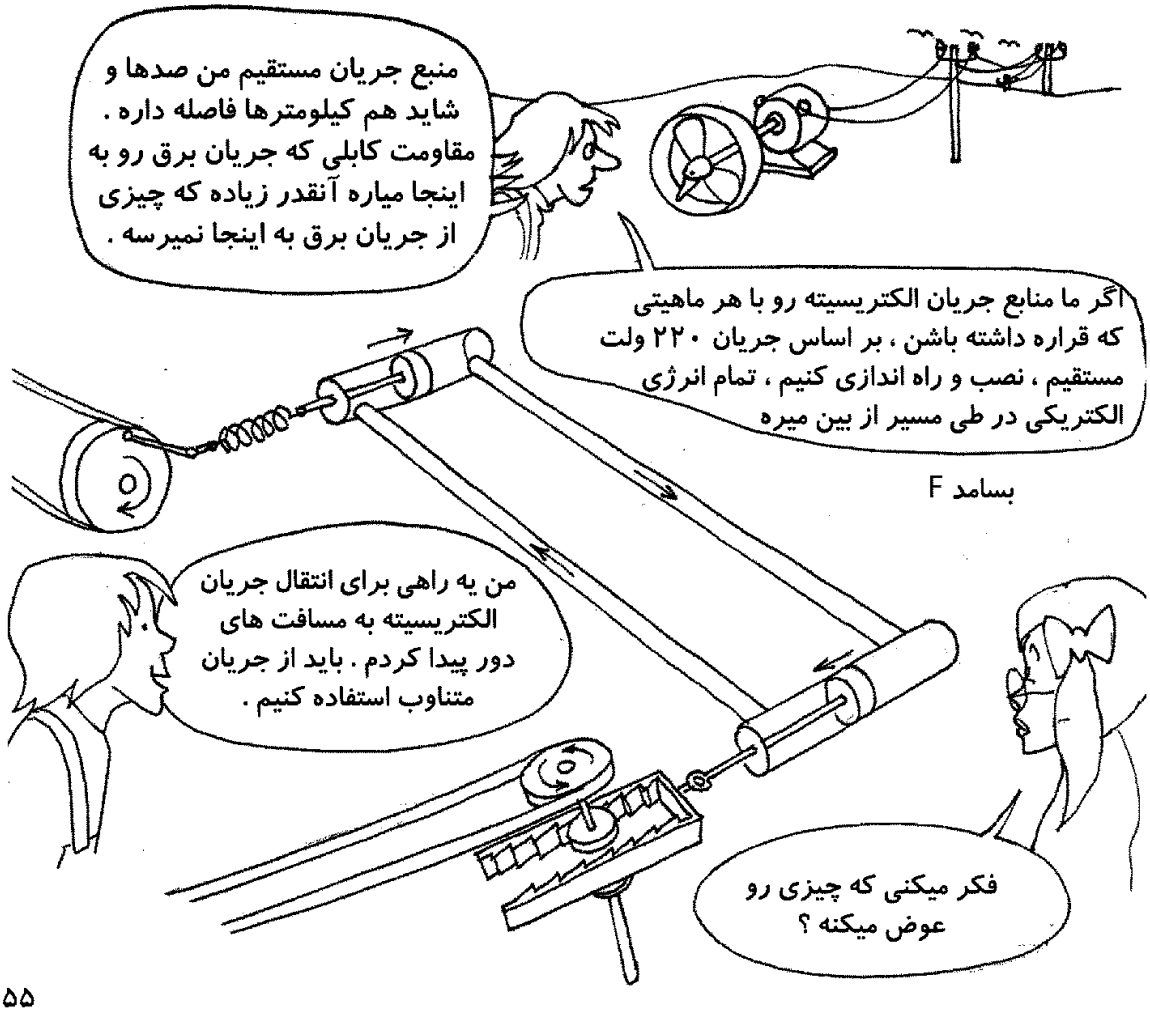
هَدر- رفت داخلی

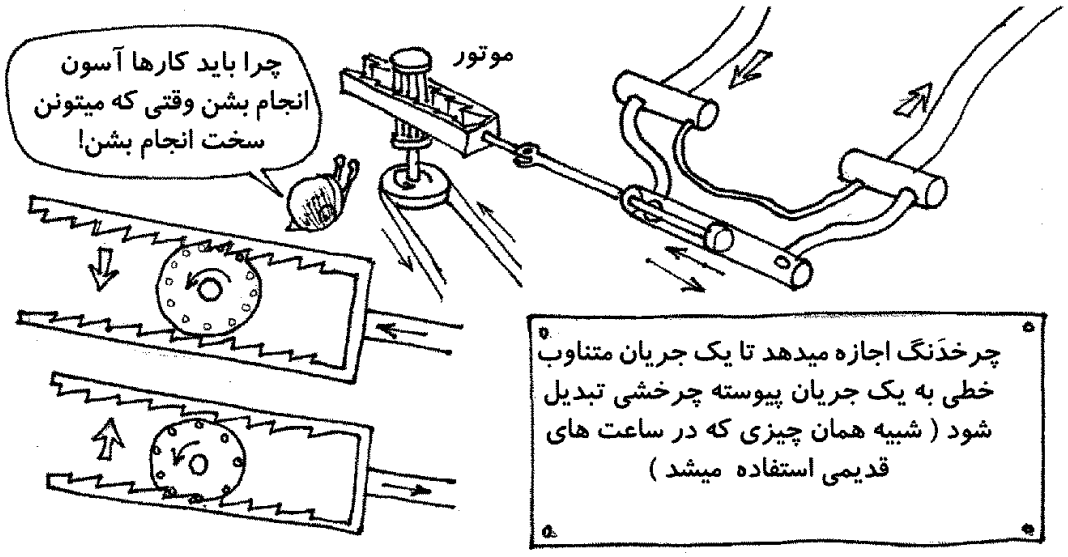


انتقال جریان الکتریسیته به مسافت های دور کاربرد های زیادی از برق را در اختیار ما قرار می دهد . گرم کردن ، روشنایی و تولید انرژی مکانیکی از طریق موتورهای الکتریکی .

اگر رسانایی که جریان برق را ما می رساند خیلی طولانی باشد ، مانند یک منبع اصطکاک عمل خواهد کرد که جریان فقط درون آن پخش می شود . تمام انرژی در جریان اصطکاک از بین خواهد رفت و فقط محیط اطرافش را گرم خواهد کرد و نا پدید خواهد شد .

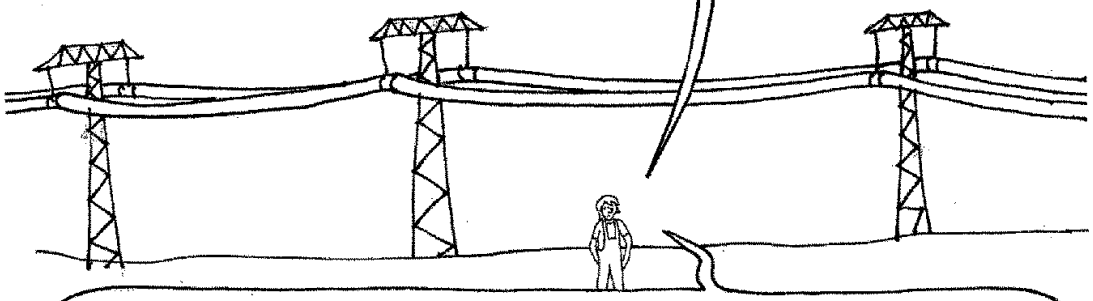






چرخدَنگ اجازه میدهد تا یک جریان متناوب خطی به یک جریان پیوسته چرخشی تبدیل شود (شبیه همان چیزی که در ساعت های قدیمی استفاده میشد)

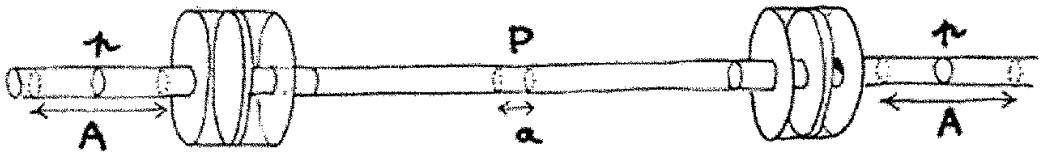
من فکر کردم که جریان متناوب اجازه میده که انتقال انرژی به مسافت های دروتر راحت تر انجام بشه ولی حتی با این روش هم همه چیز به علت اصطکاک از بین میره و آخر سر من فقط پرنده ها رو گرم میکنم !



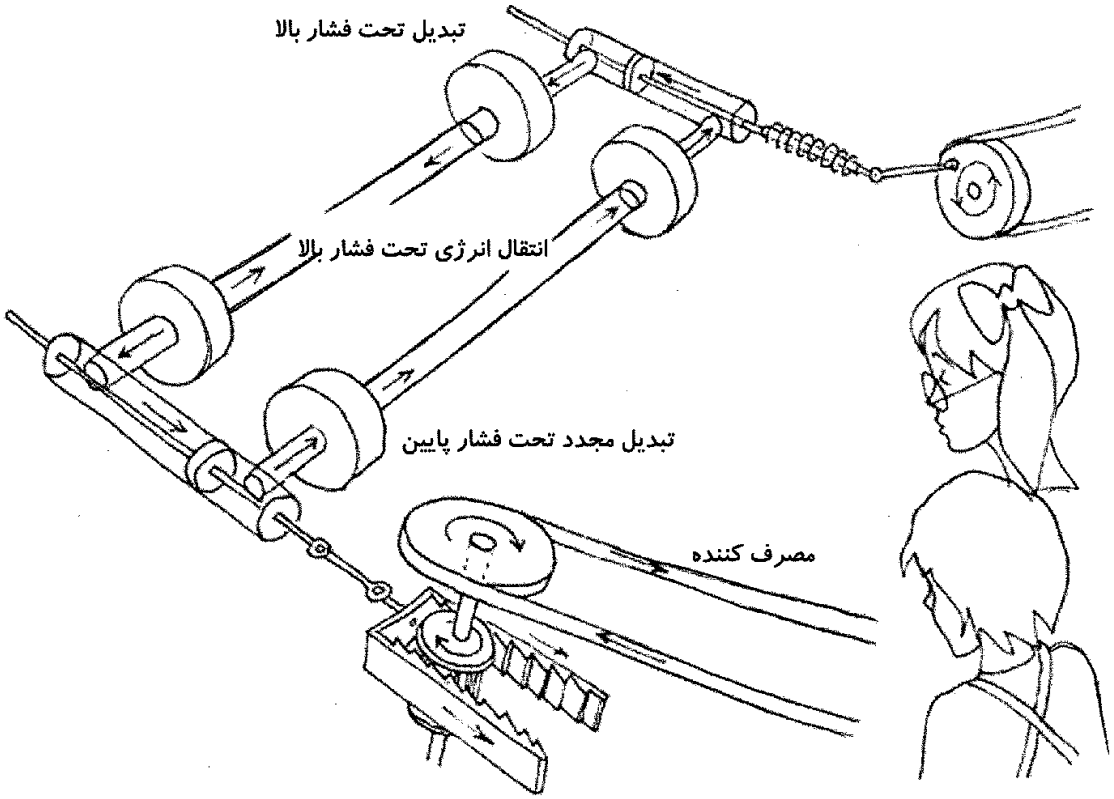
کاری که باید انجام بشه اینه که اتلاف انرژی از طریق اصطکاک ، کاهش پیدا کنه . بنابراین نوسان جریان از بین میره و یک جریان پایدار به وجود میاد که بهش میگن خروجی یا شدت جریان . اما اگر ما خروجی یا همون شدت جریان رو کاهش بدیم پس چه اتفاقی برای توان جریان میفته .

یک نکته رو فراموش کردی آرچی . فشار فقط یک نیروی وارد بر واحد سطح نیست . فشار پراکندگی انرژی در واحد سطح هم هست . اگر تو سطح خروجی شدت جریان رو با افزایش فشار ، کاهش بدی میتونی جریان انرژی رو حفظ کنی .

راه حل یک پمپ پیستونی است که میتواند « جاستانی بزرگتر » A را که تحت فشار کم p است به « جاستانی کوچکتر » B که تحت فشار زیاد P است ، تبدیل کند .



این تغییر فرم ، تغییری در کیفیت انرژی ایجاد نمیکند یعنی pA=Pa که تحت فرکانس f جابجا می شود . اما اگر « جاستانی » در هر چرخه کاهش یابد به علت اصطکاک از بین خواهد رفت .

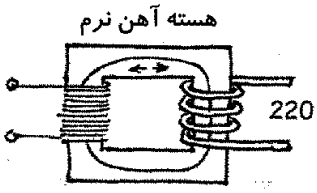


در دنیای الکتریسیته ، انتقال یک توده تراکم ناپذیر ، با جابجایی بارهای الکتریکی جایگزین می شود . در یک رسانا که جریان متناوب را حمل میکند ، بارهای الکتریکی حرکاتی صعودی و نزولی دارند . واژه شدت جریان جایگزین واژه جریان می شود و کلمه ولتاژ جانشین کلمه فشار می گردد . یک مبدل ، جریان را به گونه ای تغییر می دهد که محصول V x I محفوظ بماند . اصول این عملیات که الکترومغناطیس نام دارد از حوصله بحث این نوشته خارج است .

جریان متناوب و خواص آن

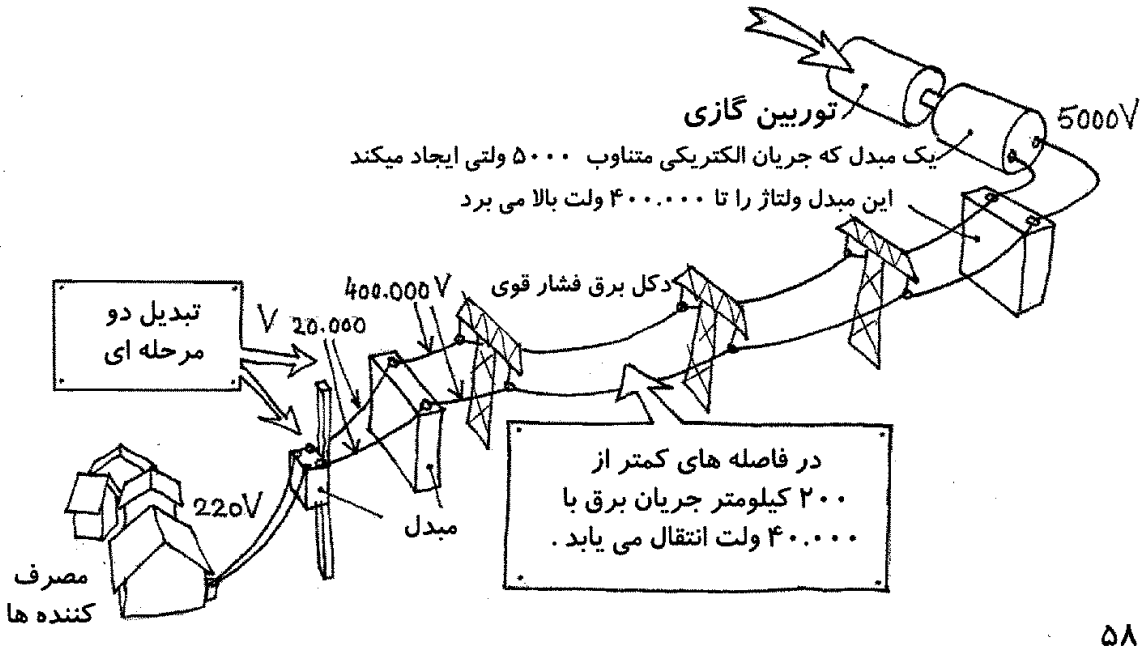
مبدل ها فقط با جریان
متناوب کار میکنند

ولتاژ : ۴۰۰.۰۰۰ ولت
شدت جریان کم

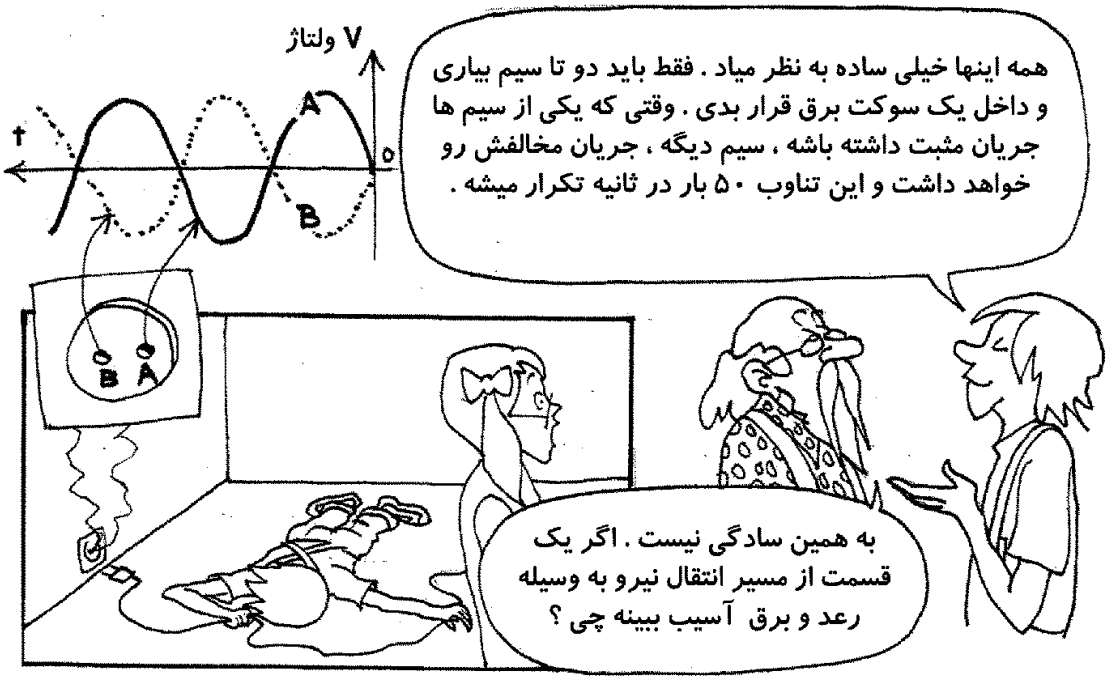


ولتاژ کم :
شدت جریان
زیاد

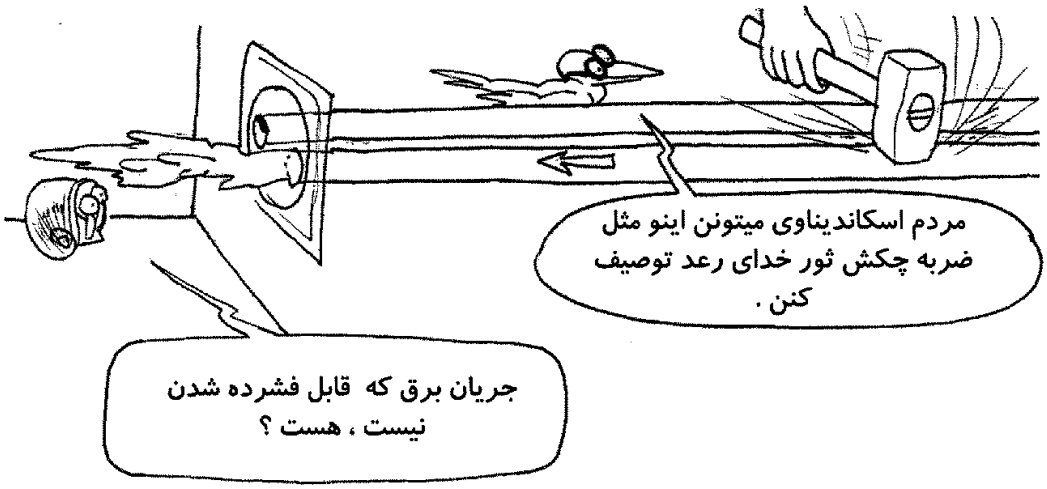
مبدل ها اینطوری هستن . دو جریان الکتریکی به یک میدان مغناطیسی متناوب متصل هستن که یک سیم پیچ به دور هسته ای از آهن نرمه . اگر منبع نیرو که بهش جریان اولیه میگن در سمت چپ باشه و خروجی در سمت راست باشه که بهش میگن جریان ثانویه ، کارکردد این سیستم افزایش ولتاژه یعنی ۲۱۲V = ۱۱۱V . و اگر برخلاف این حالت ، منبع انرژی در سمت راست باشه و خروجی در سمت چپ این مبدل ولتاژ رو کاهش میده . این وسیله اجازه میده تا نیروی برق به شکل جریان متناوب در پنجاه تناوب از ولتاژ بالا یعنی ۴۰۰.۰۰۰ ولت و شدت جریانی در حد چند صد آمپر در مسافت های زیر ۲۰۰ کیلومتر انتقال پیدا کنه . شبکه انتقال نیرو در همه جا با مجموعه ای از ایستگاه های نیروی برق ، تجهیز میشن .



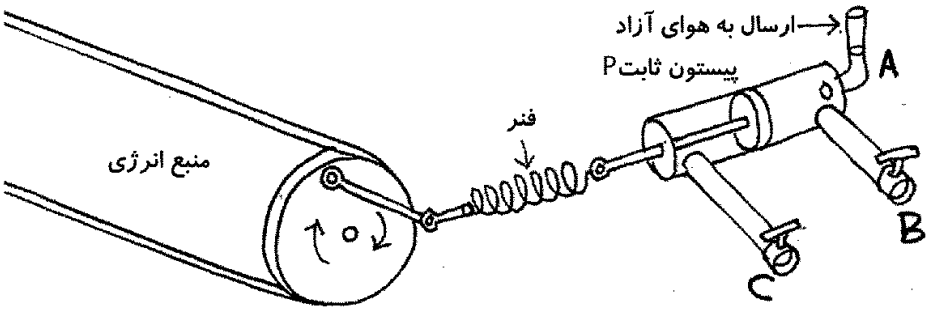
خطوط برق ۴۰۰.۰۰۰ ولتی مناطق و محدوده های کشوری را پوشش می دهند و خطوط ۲۰.۰۰۰ ولتی شهرهای کوچک و مناطق کوچک شهرهای بزرگ را تغذیه می کنند . مرحله آخر مبدل هایی با اندازه ماشین ظرفشویی وجود دارند که به ستون های برق شهری چسبیده اند که چند خانه را تغذیه می کنند .



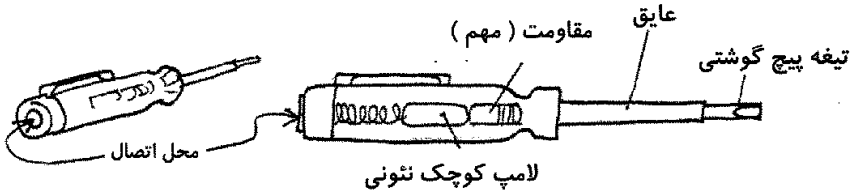
رعد و برق پدیده ای است که باید خیلی جدی گرفته شود و یک تجربه ساده آزمایشگاهی نیست . اگر به مقایسه هیدرولیکی برگردیم ، رعد و برق مشابه یک ضربه مهلک پُتک بر روی لوله ای است که مایع را انتقال می دهد . یک ضربه واقعی .

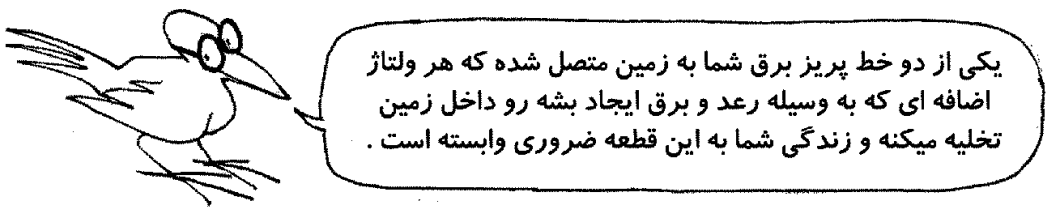


در الکتریسیته ، آنچه که ما زمین می نامیم یک ذخیره کننده عظیم است که بارهای الکتریکی می توانند به آن فرستاده شوند و یا از آن گرفته شوند بدون آنکه نیاز به اصلاح و تغئیر ولتاژ داشته باشند و ما به شکل دلخواه به آن میزان صفر را اختصاص می دهیم . در هیدرولیک ، سطح عظیمی که بتوانیم هر میزان از فشار را بدون اصلاح و تغییر به آن وارد کنیم اتمسفر است . پس اتصال به زمین در مورد هیدرولیک معادل با ارسال به اتمسفر است .

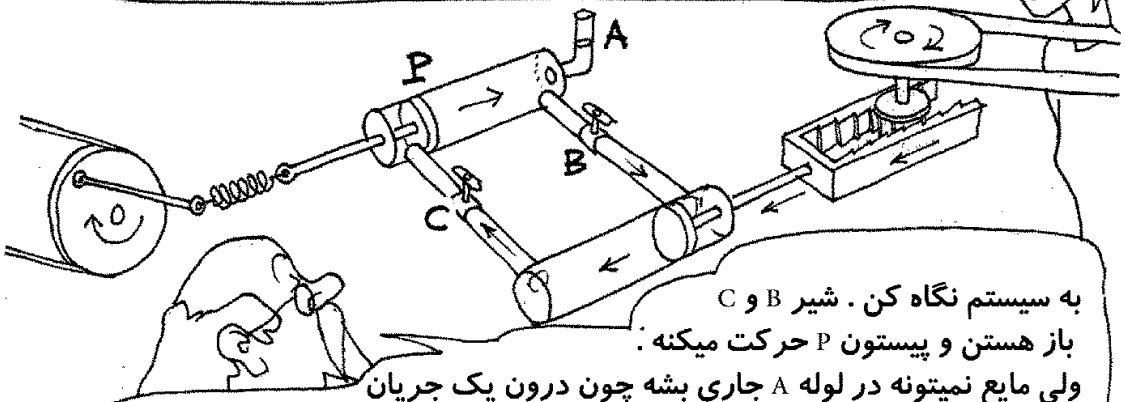


این تشریح رازی است که خیلی از مردم قادر به درک آن نیستند . پریز برق شما با جریان متناوب تغذیه می شود . وقتی که به هیچ وسیله برقی متصل نیست یک « فازمتر » میتواند به کار گرفته شود . سپس شما متوجه خواهید شد که فقط یکی از سوراخ های پریز ولتاژ را نشان می دهد و در اصطلاح زنده است و سوراخ دیگر خنثی است و کار خاصی نمیکند .

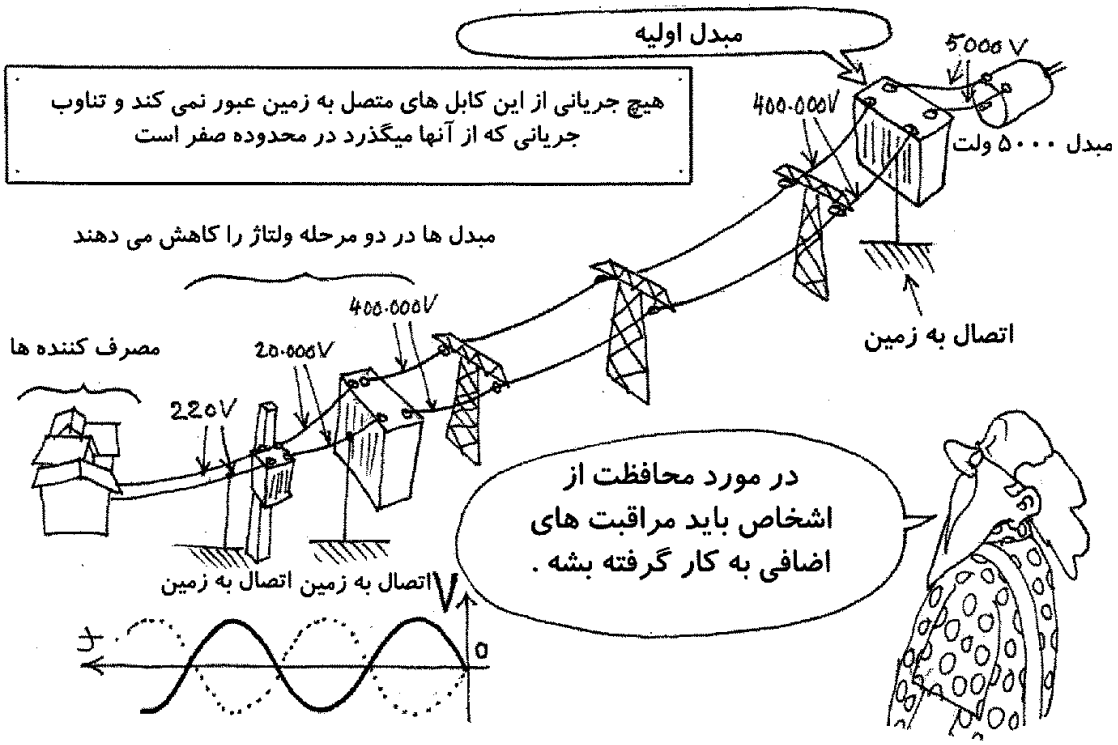


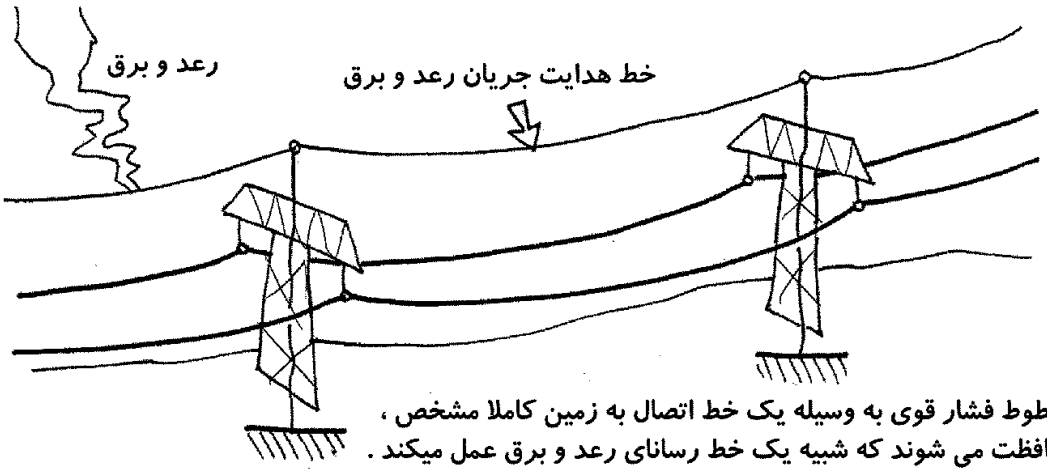


ولی به محض اینکه یک دستگاه برقی به پریز برق متصل میشه ، جریان الکتریسیته مستقیم به داخل زمین نمیره ؟



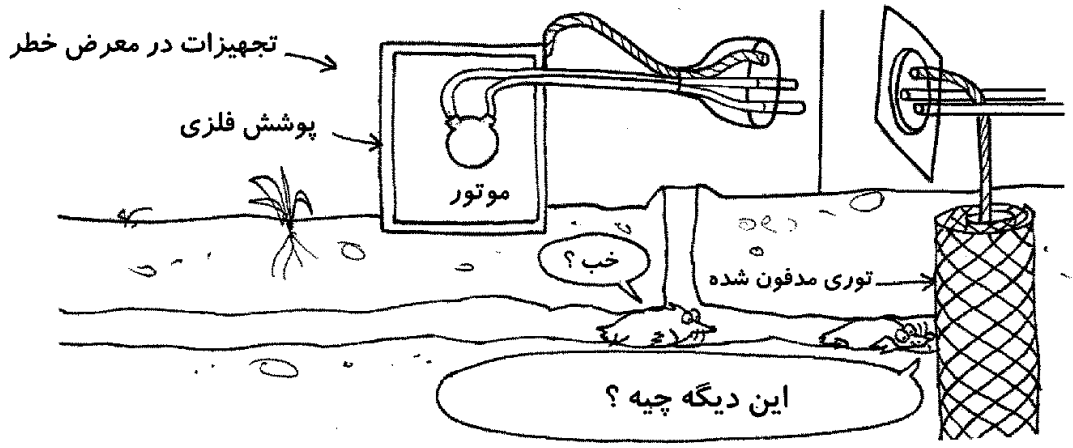
به سیستم نگاه کن . شیر B و C باز هستن و پیستون P حرکت میکنه .
ولی مایع نمیتونه در لوله A جاری بشه چون درون یک جریان بسته حرکت میکنه و تراکم ناپذیره . اگر سطح مایع به سمت لوله A جاری بشه از کجا جایگزین بشه ؟ در این مورد فشار B و C فرق داره ولی مجموعه طوریه که تفاوت فشار فقط میتونه در محدوده فشار اتمسفر باقی بمونه و مسئله فشار بشتر یا کمتر یک سئوال باقی میمونه . در انتقال الکتریسیته ، زمین یعنی نوسان کم و زیاد ولتاژ فقط میتونه در محدوده نزدیک صفر عمل کنه .

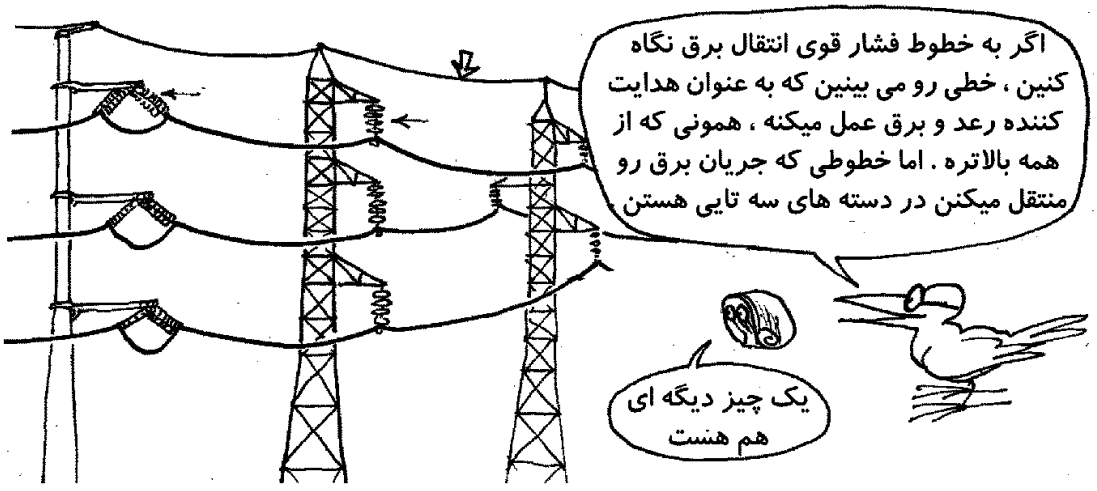




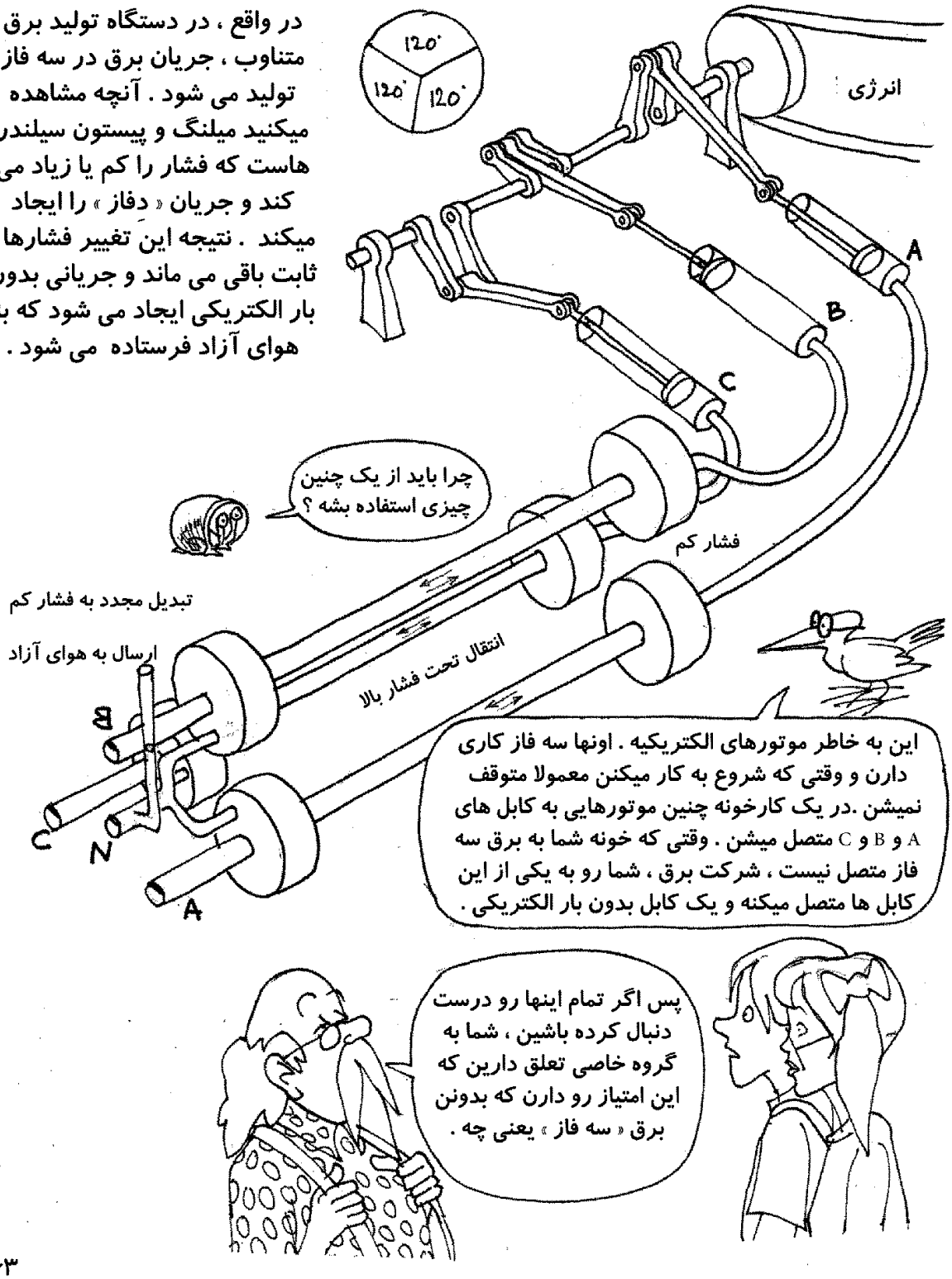
خطوط فشار قوی به وسیله یک خط اتصال به زمین کاملا مشخص ، محافظت می شوند که شبیه یک خط رسانای رعد و برق عمل میکند .

پس خط های اتصال به زمین چندبرابر می شوند . در خانه های مصرف کننده گان برق یک خط اتصال به زمین دیگر نیز هست که مربوط به کل خانه است و به تمام تجهیزات برقی در معرض خطر متصل شده است .





در واقع ، در دستگاه تولید برق متناوب ، جریان برق در سه فاز تولید می شود . آنچه مشاهده میکنید میلنگ و پیستون سیلندر هاست که فشار را کم یا زیاد می کند و جریان « دِفاز » را ایجاد میکند . نتیجه این تغییر فشارها ، ثابت باقی می ماند و جریانی بدون بار الکتریکی ایجاد می شود که به هوای آزاد فرستاده می شود .



حرف آخر

با تشکر بسیار از دوست قدیم ام
« ژاکوئس لگالاند » که بدون
کمک او نمیتوانستم این مجموعه
را به پایان برسانم .

پایان