



Namatek
True Education



Faraday cage

www.namatek.com

قفس فارادی

فهرست مطالب

۱. تاریخچه اختراع قفس فارادی
۲. چگونگی ساز و کار قفس فارادی (Faraday cage)
۳. کاربرد Faraday cage
۴. آیا قفس فارادی ۱۰۰٪ موثر است؟

بدون الکتریسیته، دیگر هیچ اثری از فناوری وجود نخواهد داشت؛ ولی از طرفی همین برق می تواند هر آن چه به ما داده را به راحتی و در زمانی اندک از بین ببرد؛ اما به لطف مایکل فارادی و یکی از اختراعات وی، قفس فارادی، روش های زیادی برای کنترل برق و ایمن سازی آن برای وسایل الکترونیکی و حتی خودمان در برابر خطرات احتمالی ناشی از جریان قوی برق یافته ایم.

در مقاله زیر، به بررسی داستان قفس فارادی و تمام دانستنی های مرتبط با آن می پردازیم و نگاهی به نحوه عملکرد و ساخت آن خواهیم داشت.

#1 تاریخچه اختراع قفس فارادی

در سال ۱۷۵۵، بنجامین فرانکلین با روش های جدید شروع به بازی با برق کرد. او یک قوطی حلقه ای نقره ای را برقی کرد و یک توپ چوب پنبه ای بدون بار متصل به یک نخ ابریشم غیر رسانا را درون آن پایین آورد تا زمانی که به پایین قوطی برخورد کند و مشاهده کرد که توپ به طرفین داخلی قوطی جذب نمی شود. با این حال هنگامی که فرانکلین توپ چوب پنبه را بیرون کشید و آن را در نزدیکی قسمت بیرونی قوطی برقی آویزان کرد، توپ بلافاصله به سطح قوطی کشیده شد. دلیل این تأثیر متقابل برق و اجسام باردار و بدون بار برای فرانکلین نامشخص بود.

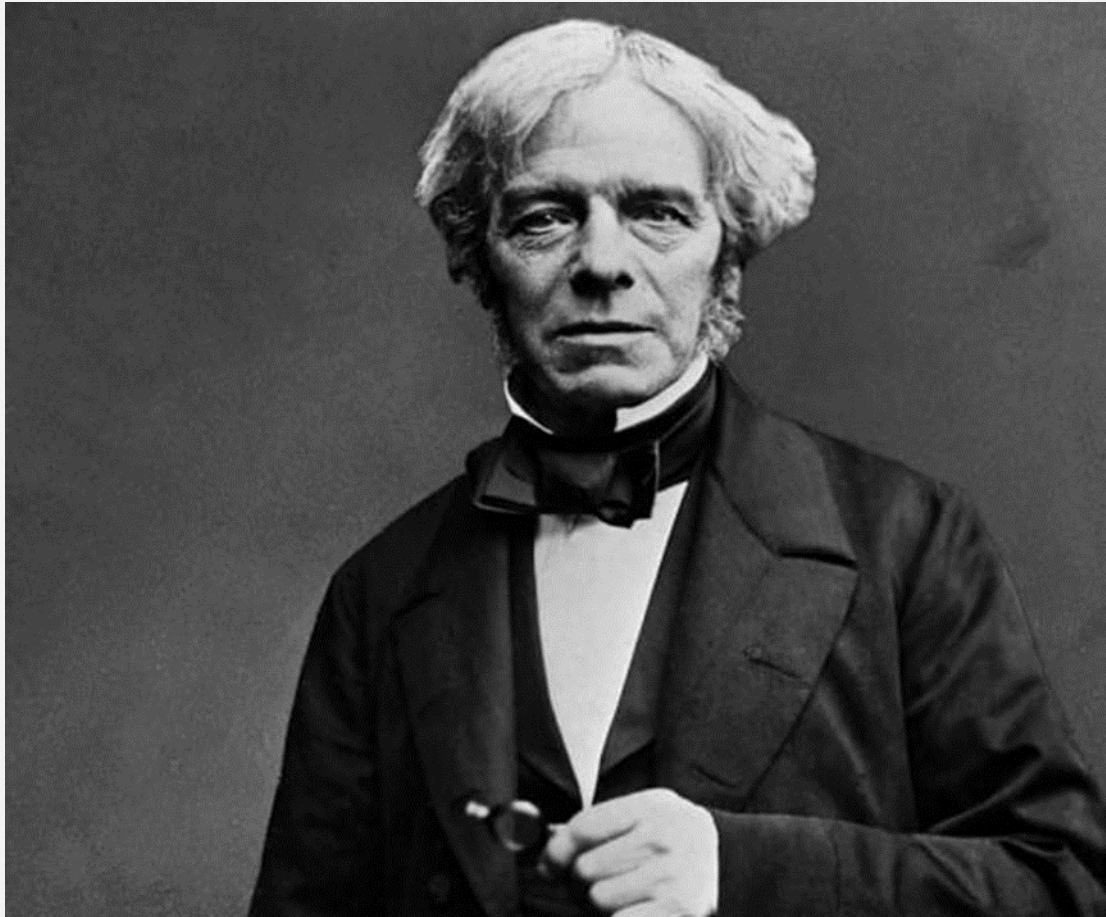
به همین دلیل در نامه ای به یکی از همکاران خود اعتراف کرد:

«شما دلیل آن را می خواهید؛ من آن را نمی دانم. شاید شما آن را کشف کنید و آن قدر خوب هستید که آن را به من منتقل کنید.»



#۱-۱ نقش مایکل فارادی

چند دهه بعد، یک فیزیک دان و شیمی دان انگلیسی به نام مایکل فارادی مشاهدات مرتبط دیگری نیز انجام داد؛ یعنی متوجه شد که وقتی یک هادی الکتریکی (مانند یک قفس فلزی) شارژ می شود، این بار را فقط در سطح خود به نمایش می گذارد و تاثیری در فضای داخلی هادی ندارد.



فارادی با پوشاندن یک اتاق با ورق فلز و سپس شارژ کردن فویل با استفاده از یک مولد الکترواستاتیک، این مشاهدات را بار دیگر تأیید کرد. او یک الکتروسکوپ (وسیله ای که بارهای الکتریکی را تشخیص می دهد) را در داخل اتاق قرار داد و همان طور که پیش بینی می کرد، محدوده نشان می داد که در داخل اتاق هیچ شارژی وجود ندارد.

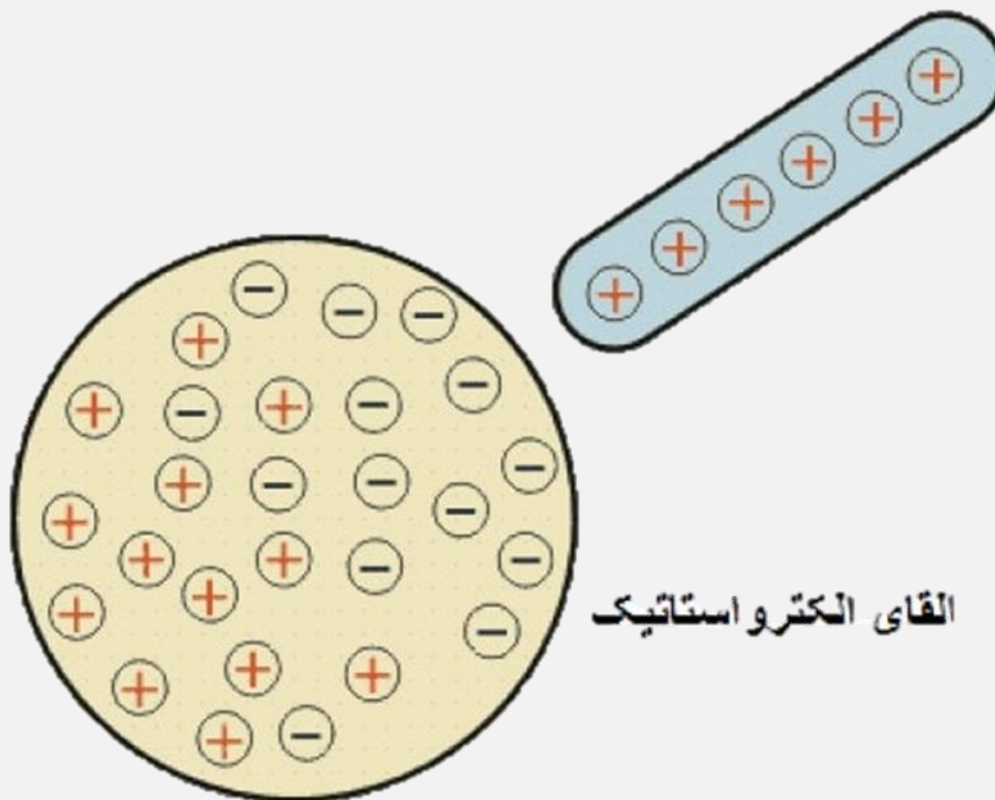
شارژ فقط در امتداد سطح فویل حرکت می کند و به هیچ وجه به اتاق نفوذ نمی کند. فارادی در ادامه با آزمایش معروف سطل یخ این پدیده را مورد بررسی قرار داد. در این آزمایش، او اساساً ایده فرانکلین را با پایین آوردن یک توپ برنجی شارژ شده در یک لیوان فلزی تکرار کرد. همان طور که انتظار می رفت، نتایج او همان نتایج فرانکلین بود.

#۲ چگونگی ساز و کار قفس فارادی (Faraday cage)

برای درک نحوه کار قفس های فارادی، شما نیاز به یک درک اساسی از نحوه تولید برق در هادی ها دارید.

روند کار ساده است: اجسام فلزی مانند آلومینیوم رسانا هستند و دارای الکترون (ذرات دارای بار منفی) می باشند که در آن ها حرکت می کنند. وقتی هیچ بار الکتریکی وجود ندارد، رسانا تقریباً به تعداد مساوی ذرات مثبت و منفی درهم آمیخته دارد.

اگر جسم خارجی با بار الکتریکی به هادی نزدیک شود، ذرات مثبت و منفی جدا می شوند. الکترون های با بار مخالف بار خارجی به آن جسم خارجی کشیده می شوند. الکترون های با همان بار جسم خارجی دفع می شوند و از آن جسم دور می شوند. این توزیع مجدد بارها را القای الکترواستاتیک می نامند.



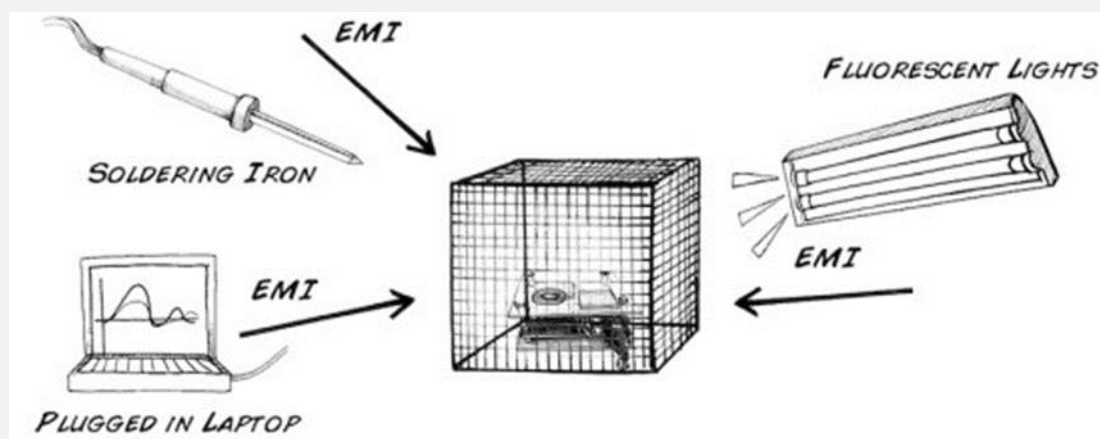
با وجود جسم باردار خارجی، ذرات مثبت و منفی در دو طرف هادی می پیچند. نتیجه یک میدان الکتریکی مخالف است که میدان بار جسم خارجی را در داخل رسانای فلزی از بین می برد؛ بنابراین بار الکتریکی خالص داخل گلوله آلومینیومی صفر است.

با این که در داخل رسانا هیچ باری وجود ندارد، میدان الکتریکی مخالف تأثیر مهمی دارد و از فضای داخلی در برابر بارهای الکتریکی ساکن خارجی و همچنین در برابر تابش الکترومغناطیسی مانند امواج رادیویی و مایکروویو محافظت می کند.

این دقیقا همان نکته مهمی است که در ارزش واقعی قفس های فارادی نهفته است. کارآیی این محافظ بسته به ساختار قفس متفاوت است.

تغییر در رسانایی فلزات مختلف، مانند مس یا آلومینیوم، بر عملکرد قفس تأثیر می‌گذارد.

اندازه سوراخ‌های موجود در صفحه یا گوی نیز قابلیت‌های قفس را تغییر می‌دهد و بسته به فرکانس و طول موج تابش الکترومغناطیسی که می‌خواهید از فضای داخلی قفس خارج شود، قابل تنظیم است.



#۳ کاربرد Faraday cage

با توجه به تعریفی که از قفس فارادی داشته ایم حتماً به این نتیجه رسیده‌اید که این قفس‌ها در کاربردهای مختلف بسیار مفید هستند. مشهورترین نمونه‌ها اتومبیل و هواپیما هستند. بدنه هواپیما و ماشین هم مانند قفس فارادی برای سرنشینان خود عمل می‌کنند. در حالی که مسئله کمتری برای اتومبیل وجود دارد؛ اما در زمان رعد و برق به لطف نمای بیرونی آلومینیومی هواپیما، مسافران هیچ آسیبی نخواهند دید.

اتاق های اسکن MRI به طور مشهودی تقلید از آزمایش معروف فارادی در سال ۱۸۳۶ هستند. برای جلوگیری از افزودن سیگنال های فرکانس رادیویی خارجی به داده های دستگاه MRI ، باید این گونه ساخته شوند. اگر به آن ها اجازه نفوذ در اتاق داده شود، می تواند بر تصاویر حاصل تأثیر جدی بگذارد. به علاوه، اپراتورها معمولاً آموزش می بینند که در صورت احتمال آسیب دیدن قفس فارادی، تداخل RF را تشخیص دهند. فرهای میکروویو یکی دیگر از نمونه های قابل توجه استفاده روزمره از قفس فارادی هستند.

اگرچه برخلاف سایر برنامه ها، آن ها برای عملکرد معکوس و نگهداری اشعه میکروویو در داخل بدنه داخلی طراحی شده اند.



#۴ آیا قفس فارادی ۱۰۰٪ موثر است؟

کارایی قفس فارادی با طراحی، اندازه و انتخاب مصالح ساختمانی در قفس ها تعریف می شود. اگر ساختاری از نوع مشبک داشته باشد، رسانا به اندازه کافی ضخیم باشد و سوراخ های شبکه کوچک تر از طول موج تابش مورد نظر باشد، از فضای داخلی خود محافظت می کند. با این وجود که قفس ها و سپرهای فارادی شگفت انگیز هستند، اما در حد عالی نیستند.

در کل آن ها سیستم را در برابر کل امواج الکترومغناطیسی عایق بندی نمی کنند همان طور که گفته شد، سازه های قفس مانند، برخلاف فرم های مش، تمایل دارند که محافظ بهتری را در محدوده وسیع تری از فرکانس ها فراهم کنند.

فرهای میکروویو نمونه بارز این واقعیت است که قفس های فارادی ۱۰۰٪ به عنوان محافظ در برابر امواج الکترومغناطیس موثر نیستند. اکثر آن ها مانع از تابش میکروویو از دستگاه نمی شوند.

