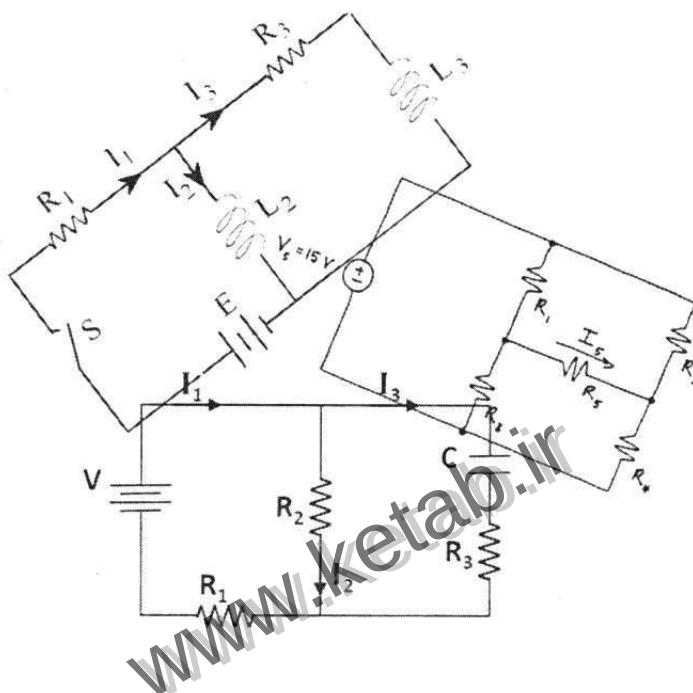


پیش آزمون فیزیک

الکتریسته جاری و مدارهای الکتریکی



تألیف:

پیام طبیبی زاده

گروه فیزیک و نجوم، مؤسسه پرورش استعدادهای درخشان علامه حلی

آکادمی فیزیک و نجوم



نشر شاملو

۲۶ آبان ۱۴۰۰ خورشیدی، تهران

سرشناسه	: طیبی زاده، پیام
عنوان و نام پدیدآور	: الکتروسیسته جاری و مدارهای الکتریکی / تألیف پیام طیبی زاده.
مشخصات نشر	: مشهد: نشر شاملو، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۵۶ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	: ۷۸۷۵۰۰ ریال: 978-600-116-972-1
وضعیت فهرست نویسی	: فیپای مختصر
یادداشت	: بالای عنوان: پیش آزمون فیزیک
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۶۶۲۶۱۰
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا

پیش آزمون فیزیک الکتروسیسته جاری و مدارهای الکتریکی

فیزیک به روش TIPS

دکتر پیام طیبی زاده

لیتوگرافی: پارسا

صحافی: برادران خانی

نوبت چاپ: اول، ۲۶ آبان ۱۴۰۰ خورشیدی

تعداد صفحات: ۱۵۶ صفحه

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۷۸/۷۵۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۶-۹۷۲-۱

ISBN: 978-600-116-972-1

انتشارات شاملو

بسفارش آکادمی فیزیک و نجوم

کلیه حقوق برای «مؤلف» محفوظ است.



نشر شاملو

مشهد - نبش صیاد شیرازی ۵ - مجتمع ستا - ۱۹ امده ۲۱۳

تلفن: ۳۸۹۴۳۲۲۳ (۵۱) - همراه: ۰۹۱۵۱۱۱۵۶۰۸

shamlo.pub@gmail.com

بعد از گذشت ۱۷ سال از تدریس جزوه الکتریسیته جاری، امسال وقت آن رسید که این جزوه را با همه دانش‌پژوهان عزیز به اشتراک بگذارم. اهمیت الکتریسیته جاری در فیزیک یازدهم به اندازه اهمیت کاربرد قانون دوم نیوتون در فیزیک مکانیک است. به عبارت دیگر، همان نقشی را دارد که معادله شرویدینگر در مکانیک کوانتومی (البته می‌دانم که شما هنوز مکانیک کوانتومی نخوانده‌اید). امیدوارم که در جزوه ۴۸۰ صفحه‌ای **الکتریسیته ساکن**، همه پدیده‌های الکتریکی ساکن را مسلط شده باشید؛ از کوانتومی بودن بار الکتریکی، قانون کولن و میدان الکتریکی تا قطعات الکتریکی نظیر خازن و ...

«پیش‌آزمون فیزیک الکتریسیته جاری» حاصل دست‌نوشته چندین ساله‌ای است که در مؤسسات آموزش عالی تدریس و هر ساله ایده‌های جدیدی در تدریس آن اضافه نموده‌ام تا امسال تصمیم به بازنشر آن به صورت کتاب حاضر گرفتم.

الکتریسیته یکی از زیر شاخه‌های پر اهمیت فیزیک الکترومغناطیس می‌باشد و اهمیت آن امروزه در «عصب‌شناسی کوانتومی» مشهود است. در این زیر شاخه، از وجود، ویژگی و اثر بارهای الکتریکی بحث می‌شود. همان‌طور که در جزوه الکتریسیته ساکن دیدیم، بار الکتریکی خاصیتی است وابسته به ذرات بنیادی مثل الکترون (پروتون ذره بنیادی نیست). این ویژگی را نمی‌توان نادیده گرفت. اثری که الکترون‌ها از خود ظاهر می‌کنند از اثر پروتون‌ها متفاوت است. به این مناسبت، خاصیت الکترون‌ها را به بار منفی و خاصیت پروتون‌ها را به بار مثبت نسبت می‌دهیم. هر ذره باردار دارای انرژی و نتیجتاً در فضای اطراف خود، میدان الکتریکی به وجود می‌آورد؛ بنابراین همان‌طور که می‌دانیم، چنانچه بارهای الکتریکی جابه‌جا نشوند در حوزه الکتریسیته ساکن و اگر حرکت کنند الکتریسیته را جاری یا «الکتروستاتیک» می‌نامیم. در سیم‌های فلزی الکترون‌ها جریان می‌یابند، اما در گازها و مایعات یون‌های مثبت و منفی می‌توانند جابه‌جا شوند.

در این بخش شطری به تاریخچه مختصر الکتریسیته می‌پردازیم. کلمه الکتریسیته از واژه یونانی الکترون، به معنی کهربا گرفته شده و نخستین بار، تالس، فیزیکدان یونانی در تحقیقات خود خاصیت کهربا را معرفی کرده است. در زمان تالس در طی تحقیقات او مشخص شده بود که هرگاه کهربا را با پارچه پشمی مالش دهند، اجسام سبک مانند کاه را به خود جذب می‌کند و دو هزار سال پیش، داده‌های جوامع بشری درباره الکتریسیته به همین خاصیت کهربا محدود می‌شد تا آن‌که ویلیام گیلبرت (۱۶۰۳ - ۱۵۴۴)، پزشک انگلیسی با انتشار کتابی با نام «درباره مغناطیس»^۱ به شرح تفاوت بین نیروهای مغناطیسی و نیروهای الکتریکی پرداخت و فصل جدیدی از تعلیمات را با انتشار این کتاب در جهان الکتریسیته باز نمود. در سال ۱۶۶۳ میلادی، اتوفون گوریکه^۲ (۱۶۸۶ - ۱۶۰۲) نخستین ماشین «مولد الکتریسیته» را ساخت. در آن زمان به موادی که پس از مالش داده شدن، اجسام سبک را جذب می‌کردند «الکتریک» می‌گفتند. چون کهربا گران‌قیمت بود، وی از ماده دیگری (گوگرد) استفاده نمود. شرح آزمایش وی به این صورت است که او تکه‌های گوگرد را در یک گوی شیشه‌ای حرارت داد. آن وقت انتهای یک میله چوبی را در گوگرد گذاشته قرار داد و صبر کرد تا گوگرد سرد شود. پس از سرد شدن، تنگ شیشه‌ای را شکست و بزرگ‌ترین آبنبات چوبی گوگردی را ساخت. او این آب نبات بسیار بزرگ گوگردی را روی پایه‌ای چوبی قرار داد. به کمک دسته چوبی می‌توانست گوی را بچرخاند. وقتی گوی را با یک دست می‌چرخاند، دست دیگرش را روی گوی می‌گذاشت و مالش و اصطکاک دستش با گوی باعث می‌شد که خاصیت الکتریکی زیادی در گوی به وجود بیاید. این وسیله می‌توانست

^۱ نخستین نسخه آن در سال ۱۶۰۰ میلادی منتشر شد.

^۲ اتوفون گوریکه، فیزیکدان آلمانی بود که در سال ۱۶۰۲ میلادی در شهر ماگدبورگ کشور آلمان متولد شد. شهرتش به سبب پژوهش‌هایش درباره خط، خواص مکانیکی هوا و گازهای دیگر است. وی در سال ۱۶۵۰ میلادی نخستین تلمبه تخلیه را ساخت. مشهورترین آزمایش او، آزمایشی است که به نام زادگاهش ماگدبورگ، به نیمکره‌های ماگدبورگ شهرت یافت. گوریکه اولین ماشین ساده تولید الکتریسیته را ابداع نمود. او در سال ۱۶۸۶ درگذشت.

جرقه‌هایی تولید کند که در روز به راحتی قابل دیدن بود. امروزه در آزمایشگاه‌های فیزیک، از همین ایده برای تولید خاصیت الکتریکی استفاده می‌شود. به این وسیله «ماشین اصطکاک» و یا «واندوگراف» می‌گویند.

پس از گریکه، حدود ۱۵۰ سال بعد از او، شارل فرانسوا دو فی، به وجود دو نوع بار الکتریکی پی برد (بارهای شیشه‌ای و کهربایی) و بنجامین فرانکلین دو اصطلاح بار مثبت و بار منفی را برای آن‌ها به کار برد.

آلساندرو ولتا (۱۸۲۷ - ۱۷۴۵)، فیزیکدان ایتالیایی، در سال ۱۷۷۵ «الکتروفور»^۳ را برای انتقال الکتریسیته ساکن ایجاد نمود و در سال ۱۸۰۱ پیل الکتریکی را پس از آن اختراع کرد. با اختراع پیل الکتریکی امکان ایجاد جریان برق فراهم گشت و در نتیجه آن امکان آزمایش‌های گوناگونی فراهم شد که از حاصل آن می‌توان به کشف «اثر مغناطیسی جریان الکتریکی» توسط هانس کریستین ارستد (۱۸۵۱ - ۱۷۷۷) اشاره کرد که بعدها توسط آندره ماری آمپر (۱۸۳۶ - ۱۷۷۵) مورد مطالعه بسیار قرار گرفت. کمی بعد مایکل فارادی (۱۸۶۷ - ۱۷۹۱) شیمی‌دان و فیزیکدان برجسته انگلیسی، مولد مغناطیسی الکتریسیته را اختراع نمود. در سال ۱۸۸۰ نخستین نیروگاه مولد برق توسط توماس ادیسون (۱۹۳۱-۱۸۴۷) در نیویورک، راه اندازی شد و توانست بخشی از شهر نیویورک را روشن کند نیروگاه برق ادیسون جریان مستقیم تولید می‌کرد. نتیجتاً مشکل انتقال جریان وجود داشت، با آن‌که در سال‌های بعد، نیروگاه «جریان متناوب» (موضوع جلد بعدی) به کار افتاد و الکتریسیته اهمیت ویژه‌ای در علم و صنعت پیدا نمود، اهمیت وجودی جریان الکتریسیته امروزه بر کسی پوشیده نیست. با اندکی تأمل در مورد وجود یا عدم وجود برق متوجه می‌شویم که این همه تمدن و تکنولوژی و افتخار بشر به تمدن امروزی‌اش، همه‌اش مدیون برق و در واقع مدیون تفکرات فیزیکدانانی است که در راه پیدایش، کشف، نحوه تولید آن و ایجاد فناوری (تولید علم به عمل) از برای رفاه جوامع بشریت عمر بی‌قیمت خویش را صرف کرده‌اند.

با توجه به تاریخچه فوق، در این جا لازم است چند خطی هم به «واندوگراف» بپردازم. **واندوگراف** وسیله‌ای است که توسط روبرت جیمسون واندوگراف (۱۹۶۷ - ۱۹۰۱)، فیزیکدان آمریکایی، در سال ۱۹۳۷ ساخته شد. این وسیله به کمک روش مالش، الکتریسیته ساکن تولید می‌کند. با راه افتادن دستگاه، به تدریج بار زیادی بر روی کلاهک واندوگراف جمع می‌شود. با نزدیک کردن دست یا میله به کلاهک، جرقه‌ای ایجاد، که در واقع حامل تخلیه بار الکتریکی کلاهک از این راد به بدن یا میله است. چنانچه زیر پای ما جسم عایقی نباشد و بدن با زمین مرتبط باشد، بار الکتریکی از طریق بدن به زمین منتقل می‌شود. اما اگر بار الکتریکی نتواند از بدن به زمین منتقل شود، در بدن مجتمع شده و با دست زدن به دستگیره درب، میز یا حتی دوستان می‌تواند جرقه‌ای ایجاد کند. چنانچه موهای بلندی داشته باشد، تجمع بارها در آن‌ها می‌تواند سبب سیخ ایستادن موها شود؛ زیرا بارها هم‌نام و مابین آن‌ها نیروی دافعه وجود دارد. به کمک این وسیله می‌توان ولتاژهای بسیار بالا در حدود ۲۰ میلیون ولت تولید کرد.

یکی دیگر از دستاوردهای جالب توجه الکتریسیته، قفس فارادی است. قفس فارادی یک قفس یا فضای بسته ساخته شده از فلز یا رسانای الکتریکی دیگر است. در سال ۱۸۳۶ میلادی مایکل فارادی در آزمایشی فردی را در یک قفس رسانای بزرگ قرار داد و آن را تا حدی شارژ کرد که بارهای الکتریکی به صورت جرقه از گوشه‌های آن جریان پیدا کردند. در هنگام نمایش

^۳ الکتروفور ماشین مولد الکتریسیته ساکن است که بر اساس خاصیت القای الکتریکی می‌توان به کمک آن از بار الکتریکی منفی بار الکتریکی مثبت به دست آورد. ابتدا با مالش دادن صفحه نارسانا یا پارچه پشمی، صفحه دارای بار منفی الکتریکی می‌شود. با قرار دادن صفحه فلزی روی آن بارهای منفی و مثبت در صفحه القا می‌گردد؛ به طوریکه سطح پایینی آن دارای بار مثبت و سطح بالایی آن دارای بار منفی خواهد شد. با تماس دست با سطح بالایی قرص فلزی ارتباط آن را با زمین برقرار کرده تا الکترون‌ها از سطح بالایی به زمین انتقال یابند. سپس ابتدا ارتباط قرص را با زمین قطع و سپس قرص فلزی را به کمک دسته عایق از روی صفحه نارسانا برمی‌داریم، بدین ترتیب صفحه فلزی به روش القا بار منفی الکتریکی به دست می‌آورد.

کارکرد این قفس، معمولاً از سیم‌پیچ تسلا یا مولد واندوگراف در کنار آن استفاده می‌شود و نشان می‌دهند که با وجود جرعه‌هایی که بین قفس و مولد یا سیم‌پیچ زده می‌شود، فرد درون قفس هیچ آسیبی نمی‌بیند.

در این کتاب سعی کرده‌ام تا با ارائه طرحی نو و انتخاب شیوه‌ای مناسب در روش تألیف، کامل‌ترین متن آموزشی الکتریسیته جاری را به اشتراک قرار دهم؛ نه با القاب عجیب رایج بازار نظیر «استاد فیزیک کبیر!». شدیداً معتقدم که ریاضی را باید ریاضیدان و فیزیک را باید فیزیکدان و... تدریس کنند و نه اشخاصی با گرایش مهندسی عمران و مکانیک و برق. چه که همیشه گفته‌ام «فیزیک فرصت شناور شدن در هستی است؛ از دل هر ذره تا بی‌انتهای». کتابی که پیش روی شماست، جامع درسنامه، نکات آموزشی و سؤالات خاص الکتریسیته جاری می‌باشد که پس از بررسی دقیق، از بین بیش از چهار هزار مسائل جامع (از پرسش‌های المپیادهای علمی و تألیفی) انتخاب شده‌اند و تا حد ممکن سعی شده تا مسائلی متناسب با کتب مرجع درسی و انتظارات سمپاد و دیگر مراکز آموزشی در زمینه تدریس فیزیک در اختیار دانش‌پژوهان گذارده شود. امیدوارم این مجموعه که برخاسته از شیوه تدریس خاص اینجانب است، مورد استقبال همه شما قرار گیرد. نهایتاً این جمله را از آخرین مصاحبه‌ام با عنوان «**حیات، جز یگانگی در قالب موج و ذره نیست**» یادآور می‌شوم که:^۴

«علم فیزیک، علم صریح برای تشریح و بیان محیط پیرامون آدمی از دل هر ذره تا بی‌انتهای است؛ در واقع بیان همه پدیده‌های طبیعت نامتناهی به بیان ریاضی و فلسفه؛ و نور در این علم، همچون چراغی تابناک مرکزیت حیاتی روشنائی است. «نور» از جمله مباحثی است که همانند سلسله اعصاب بدن به جامعیتی همه‌جانبه در پهنه گیتی منتشر می‌شود. بدون نور، فیزیک، نابیناست؛ و بدون فیزیک، آدمی نمی‌تواند، این چنین، مظاهر متجلی آفرینش را کشف و به آن‌ها و خود، معرفت حاصل کند. ...»

اما ذکر این نکته در این بخش ضروری است که چاپ و نشر این مجموعه را همکار ارجمندم مهندس فریبا قبادی‌پور (استاد هنرکده عکاسی) مشوق بودند. در خاتمه لازم می‌دانم از همکار فرهیخته خانه ریاضی تهران، مهندس فریده پور اکبری، نهایت سپاس را به هم رسانم. سخن را با ایاتی از کتاب دیگرم یعنی به «**مثنوی لوامع در شرح مثنوی روائج**»^۵ به اتمام می‌رسانم:

آتش من و آب و باد هم من	جان داده منم؛ برون ز این تن
وی اهل طریق! راه این است	تا حضرت حق گواه این است
مستم من و جام می شکستم	از حجم زمان خویش رستم
شد نامه من اگرچه پایان	لیکن تو دوباره ز اولش خوان
باریده چو برف اندر اشعار	خوش بود چو ماه اندر ادوار

یکشنبه

۲۶ آبان ماه ۱۴۰۰ خورشیدی

۱۷ نوامبر ۲۰۲۱ میلادی

انجمن علمی فیزیک دانشگاه تهران



^۴ این مصاحبه در تاریخ ۲۳ آبان ۱۴۰۰ خورشیدی مطابق با ۱۴ نوامبر ۲۰۲۱ میلادی در خبرگزاری کتاب ایران (ایبنا) صورت گرفت.

^۵ مثنوی لوامع، دکتر پیام طیبی‌زاده، نشر شاملو، چاپ اول، ۱۴۰۰، ص ۲۹.

صفحه	عنوان
۱	بخش اول
۱	پیک فشرده مدارهای الکتریکی و جریان‌های مدار مستقیم
۲	نکات برجسته
۲	هدف جریان‌های مستقیم
۳	مقدمه جریان الکتریکی
۴	نکات جریان الکتریکی
۱۲	مقاومت الکتریکی و قانون اهم
۱۴	دو نمودار مهم
۱۷	عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی
۱۷	رابطه مقاومت رسانا (سیم) با شعاع و قطر سیم
۱۹	تغییر مقاومت ویژه با دما
۲۲	نمودار مقاومت الکتریکی رسانای فلزی بر حسب مشخصات ساختمانی آن
۲۶	نمودار مقاومت رسانای فلزی بر حسب دما
۲۷	انواع مقاومت‌ها و کدگذاری رنگی مقاومت‌های کربنی
۲۹	مقاومت‌های خاص و دیودها
۲۹	ترمستور
۲۹	مقاومت‌های نوری
۳۰	دیودها
۳۱	نیروی محرکه الکتریکی و مدارها
۳۳	مدار تک حلقه‌ای و افت پتانسیل در مقاومت
۳۳	قوانین مدارهای خطی
۳۴	در یک نگاه
۳۹	روش حل مدارهای چند حلقه‌ای
۴۰	نکات حل مدارهای چند حلقه‌ای
۴۲	توان در مدارهای الکتریکی
۴۳	توان الکتریکی مصرفی در یک مقاومت
۴۴	توان خروجی یک منبع نیروی محرکه واقعی

۴۴	 نمودار توان مفید مولد بر حسب جریان
۴۴	 محاسبه برق شهری
۴۵	 چند نکته درباره توان مولد
۴۶	 جمع‌بندی توان مولد
۴۷	 توان اسمی
۵۰	 ترکیب مقاومت‌ها
۵۰	 به هم بستن متوالی مقاومت‌ها
۵۱	 قاعده انشعاب و به هم بستن موازی مقاومت‌ها
۵۲	 بستن مقاومت‌ها به صورت موازی
۵۸	 مفهوم اتصال کوتاه
۶۳	 آمپرسنج
۶۴	 مهار کردن آمپرسنج (شنت یا مهار)
۶۵	 ولت‌سنج
۶۷	 مهار کردن ولت‌سنج
۶۷	 محاسبه شدت جریان (مختار)
۶۹	 پرسش‌های چهار گزینه‌ای مربوط به قوانین مدارهای تک حلقه
۷۴	 مدارهای RC
۷۸	 اتصال مولدها
۸۵	 تست‌های جمع‌بندی
۹۷	 کنکور سراسری ریاضی - فیزیک و تجربی ۱۳۹۹
۹۹	 کنکور سراسری ریاضی - فیزیک و تجربی ۱۴۰۰
۱۰۴	 آشتی با متن کتاب درسی
۱۰۷	 بخش دوم
۱۰۷	 مجموعه تست‌های موضوعی مدارهای الکتریکی

