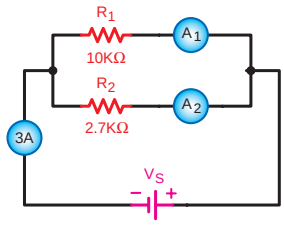
۶ـ مقدار مقاومت معادل سه مقاومت $330\,\Omega$، $270\,\Omega$ و $68\,\Omega$ که به صورت موازی بسته شده‌اند چند اهم است؟

الف ـ ۶۶۸ ب ـ ۴۷ ج ـ ۶۸ د ـ ۲۲

۷ـ در شکل ۵ـ۱۸۵ آمپرمترهای A_1 و A_2 به ترتیب از راست به چپ چند آمپر را نشان می‌دهد؟

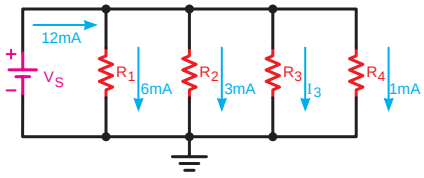


شکل ۵ـ۱۸۵

الف ـ ۲/۳۶ و ۰/۶۴ ب ـ ۰/۵۶ و ۱/۳۶

ج ـ ۱/۳۶ و ۱/۶۴ د ـ ۰/۶۴ و ۲/۳۶

۸ـ در شکل ۵ـ۱۸۶ و در صورتی که مقدار مقاومت $R_T = 2k\Omega$ باشد مقدار مقاومت R_3 چند کیلو اهم است؟

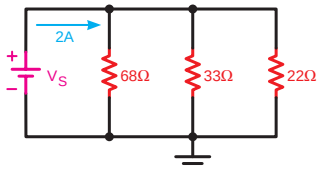


شکل ۵ـ۱۸۶

الف ـ ۱۲ ب ـ ۲

ج ـ ۹ د ـ ۱۰

۹ـ در مدار شکل ۵ـ۱۸۷ ولتاژ کل چند ولت است؟

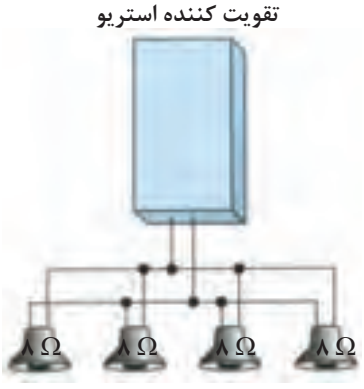


شکل ۵ـ۱۸۷

الف ـ ۱۴/۹ ب ـ ۷/۲۵

ج ـ ۲۲/۱ د ـ ۴۴/۶

۱۰ـ خروجی یک تقویت کننده استریو به چهار بلندگو طبق شکل ۵ـ۱۸۸ اتصال دارد. مقاومت معادل خروجی بلندگوها چند اهم است؟

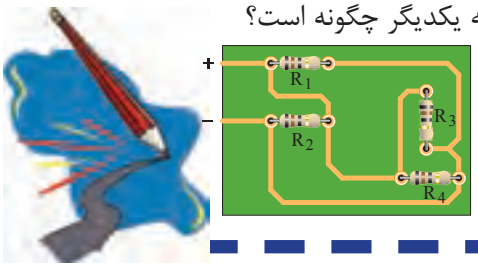


شکل ۵ـ۱۸۸

الف ـ ۸ ب ـ ۲

ج ـ ۶۴ د ـ ۳۲

۱۱ـ با توجه به شکل ۵ـ۱۸۹ بررسی کنید نحوه اتصال مقاومت‌ها نسبت به یکدیگر چگونه است؟



شکل ۵ـ۱۸۹

الف ـ سری ب ـ موازی

ج ـ سری ـ موازی د ـ مختلط

۱۲ـ اگر فاصله کنتور تا داخل یک ساختمان مسکونی ۲۵ متر، جریان مصرفی ۱۶ آمپر و ولتاژ کار ۲۲۰ ولت باشد، به ترتیب از راست به چپ مقدار افت ولتاژ مسیر چند ولت و سطح مقطع سیم مسی مورد نیاز برای مصارف روشنایی چند میلی متر مربع است؟ $(\omega_{cu} = ۵۶)$

الف ـ ۳/۳ و ۴/۳ ب ـ ۴/۳ و ۳ ج ـ ۳ و ۵ د ـ ۳/۳ و ۵/۲

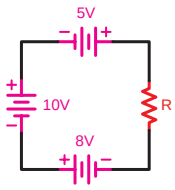
۱۳ـ الکترود مثبت کدام یک از باتری های زیر از جنس اکسید منگنز است؟

الف ـ سرب ـ اسید ب ـ روی ـ کربن ج ـ قلیایی د ـ جیوه ای

۱۴ـ ولتاژ هر پیل نیکل ـ کادمیوم حدود چند ولت است؟

الف ـ ۱/۵ ب ـ ۱/۳ ج ـ ۲ د ـ ۱/۳۵

۱۵ـ ولتاژ دو سر مقاومت در مدار شکل ۱۹۰ـ۵ چند ولت است؟

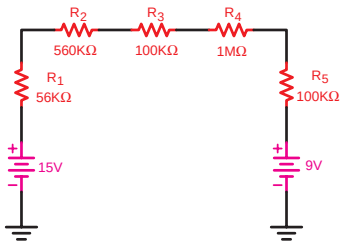


شکل ۱۹۰ـ۵

الف ـ ۷ ب ـ ۱۳

ج ـ ۱۸ د ـ ۲۳

۱۶ـ جریان در مدار شکل ۱۹۱ـ۵ چند میکروآمپر است؟

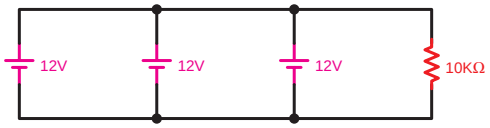


شکل ۱۹۱ـ۵

الف ـ ۳/۳ ب ـ ۰/۰۲

ج ـ ۰/۰۴۵ د ـ ۱۰

۱۷ـ توان مصرفی در مدار شکل ۱۹۲ـ۵ چقدر است؟

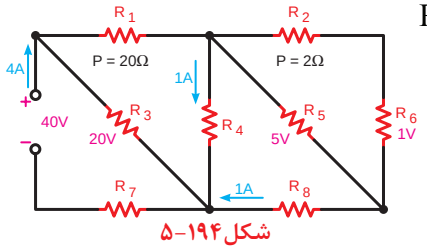


شکل ۱۹۲ـ۵

الف ـ ۱/۴۴ mΩ ب ـ ۱۴/۴ mΩ

ج ـ ۱/۴۴Ω د ـ ۱۴/۴Ω

۱۸ـ در مدار شکل ۱۹۳ـ۵ توان مصرفی در مقاومت $R_۶$ چند وات است؟

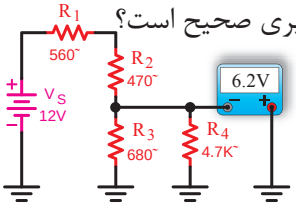


شکل ۱۹۴ـ۵

الف ـ ۱ ب ـ ۰/۵

ج ـ ۲۰ د ـ ۰/۲۵

۱۹ـ در شکل ۱۹۵ـ۵ آیا مقدار نشان داده شده توسط دستگاه اندازه گیری صحیح است؟ در صورتی که صحیح نیست، چه عددی را باید نشان دهد.



شکل ۱۹۵ـ۵

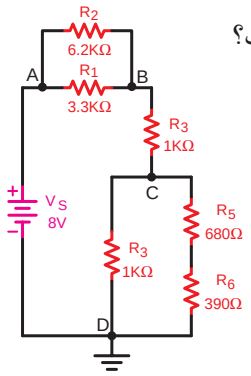
الف ـ بلی ب ـ ۴/۳

ج ـ ۶/۸ د ـ ۸/۲

۲۰ـ در مدار شکل ۱۹۵ـ۵ ولتاژ بین دو نقطه C و D (V_{CD}) چند ولت است؟

الف ـ ۴/۶۹ ب ـ ۲/۱۸

ج ـ ۳/۶۷ د ـ ۱/۱۳

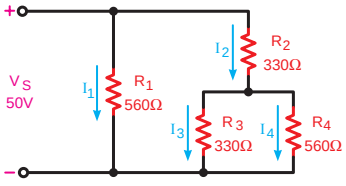


شکل ۱۹۵ـ۵

۲۱ـ در شکل ۱۹۶ـ۵ جریان I_4 چند میلی آمپر است؟

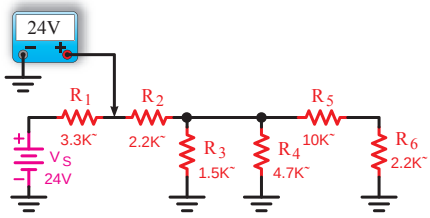
الف ـ ۹۳ ب ـ ۲۰

ج ـ ۳۴/۵ د ـ ۵۳۸



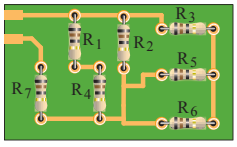
شکل ۱۹۶ـ۵

۲۲ـ عددی که ولت‌متر در شکل ۱۹۷- ۵ نشان می‌دهد صحیح است یا خیر؟ چرا؟ توضیح دهید.

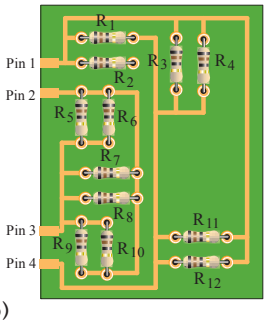


شکل ۱۹۷ـ۵

۲۳ـ با توجه به تصاویر شکل ۱۹۸ـ۵ وضعیت قرار گرفتن مقاومت‌ها (نوع مدار) را تشخیص دهید و نقشه فنی مدار را رسم کنید.



(الف)



(ب)

شکل ۱۹۸ـ۵

۲۴ـ اگر مقاومت داخلی مصرف کننده در مدار قطع شود مقدار جریان در مدار الکتریکی ..... خواهد شد.

۲۵ـ در مدار سری از تقسیم ولتاژ کل مدار بر جریان مقدار ..... به دست می‌آید.

۲۶ـ برای سنجش مقاومت در مدار الکتریکی از وسیله‌ای به نام ..... استفاده می‌شود.

۲۷ـ در یـک مدار سـری جریان عبوری از آمپرمتر اول (در ابتدای مـدار) با جریان عبوری از آمپرمتر آخر (در انتهای مدار) یکسان است.

صحیح ❐ غلط ❐

۲۸- در یک مدار موازی در صورت ثابت بودن ولتاژ جریان هر شاخه با مقاومت آن رابطه مستقیم دارد.

صحیح ❐ غلط ❐

۲۹- با توجه به روابط مدارهای سری، جمع جبری جریان های وارد شده و خارج شده در یک گره برابر صفر است.

صحیح ❐ غلط ❐

مطالب مربوط به سؤالاتی را که نتوانسته اید پاسخ دهید مجدداً مطالعه و آزمون را تکرارکنید.

واحد کار مبانی الکتریسیته

فصل ششم: کار و توان الکتریکی

هدف کلی

توانایی محاسبه کار و توان مصرف کننده های الکتریکی و شناسایی توان مقاومت ها

هدف های رفتاری: در پایان این فصل انتظار می رود که فراگیر بتواند:

۱ـ کار، توان و راندمان الکتریکی را با ذکر رابطه آن ها تعریف کند.

۲ـ حرارت ایجاد شده توسط الکتریسیته در یک مقاومت را محاسبه کند.

۳ـ توان مصرفی مدار و هزینه برق مصرفی را محاسبه کند.

۴ـ استاندارد مقاومتی را از نظر مقدار مقاومت و مقدار توان بیان کند.

ساعت

نظری	عملی	جمع
۴	-	۴

۱ـ زمانی که به یک چرخ دستی نیرو وارد کنیم و آن را به حرکت درآوریم چه اتفاقی می افتد؟

الف ـ انرژی هدر رفته است. ب ـ کار انجام شده است.

ج ـ حرکت منفی صورت گرفته است. د ـ نیروی عمودی وارد کرده ایم.

۲ـ میزان گرمایی که توسط سماور برقی ایجاد می شود به چه عاملی بستگی دارد؟

الف ـ میزان آب داخل سماور ب ـ نوع سیم رابط

ج ـ مقاومت المنت سماور د ـ دمای محیط

۳ـ کوچک و بزرگ بودن ابعاد مقاومت ها روی چه عاملی اثر می گذارد؟

الف ـ مقدار مقاومت ب ـ توان مقاومت

ج ـ ولتاژ کار مقاومت د ـ خطای ساخت مقاومت

۴ـ نقش کنتور..... در یک مدار الکتریکی چیست؟

الف ـ اندازه گیری توان ب ـ محاسبه پول برق

ج ـ اندازه گیری انرژی د ـ تعیین نوع مصرف کننده

۵ـ در نیروگاه ها تمام انرژی ورودی تولید شده توسط آب به انرژی برق تبدیل ..... چرا که در این فرآیند بخشی از انرژی ..... می شود.

الف ـ می شود ـ تبدیل ب ـ نمی شود ـ تلف

ج ـ نمی شود ـ تبدیل د ـ می شود ـ تلف

۶ـ میزان انرژی مصرفی در یک منزل مسکونی را می توان از ..... انرژی ها بدست آورد.

الف ـ حاصل جمع ب ـ حاصل تقسیم

ج ـ حاصل تفریق د ـ حاصل ضرب

۷ـ در یک آسیاب آبی چه عاملی باعث گردش چرخ می شود؟

الف ـ حرکت محور ب ـ گردش موتور

ج ـ جریان آب د ـ حرکت چرخ اصلی

۸ـ با کدام یک از روش های اتصال پیل ها به یکدیگر می توان میزان جریاندهی منبع را افزایش داد؟

الف ـ سری ب ـ متقابل ج ـ موازی د ـ ترکیبی متقابل

۹ـ در یک اتوی برقی چه عاملی باعث گرم شدن اتو می شود؟

الف ـ عبور جریان از داخل المنت ب ـ سطح تماس

ج ـ حرکت روی پارچه د ـ جنس پارچه

۱۰ـ برای محدود کردن جریان الکتریکی در یک مدار مناسب ترین راه کدام است؟

الف ـ قرار دادن کلید　　ب ـ افزایش سطح مقطع سیم

ج ـ استفاده از ماده عایق　　د ـ سری کردن مقاومت مناسب

۱۱ـ مقدار مقاومت های الکتریکی با جنس آن ها رابطه .....

الف ـ ندارد.　　ب ـ مستقیم دارد.　　ج ـ معکوس دارد.　　د ـ پایدار دارد.

۱۲ـ کدامیک از روابط زیر شکل صحیح مقاومت معادل بین دو مقاومت موازی است؟

الف ـ $R_T = R_1 + R_2$　　ب ـ $R_T = R_1 . R_2$

ج ـ $R_T = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$　　د ـ $R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

۱۳ـ در یک شبکه ۲۲۰ ولتی حداکثر افت ولتاژ مجاز برای مصارف روشنایی چند ولت است؟

الف ـ ۶/۶　　ب ـ ۳/۳　　ج ـ ۱/۵　　د ـ ۳

۱۴ـ آیا می توان در یک کارگاه صنعتی میزان انرژی الکتریکی مصرفی را اندازه گیری کرد؟

الف ـ بستگی به قدرت دارد.　　ب ـ خیر

ج ـ بله　　د ـ در برخی از موارد امکان دارد.

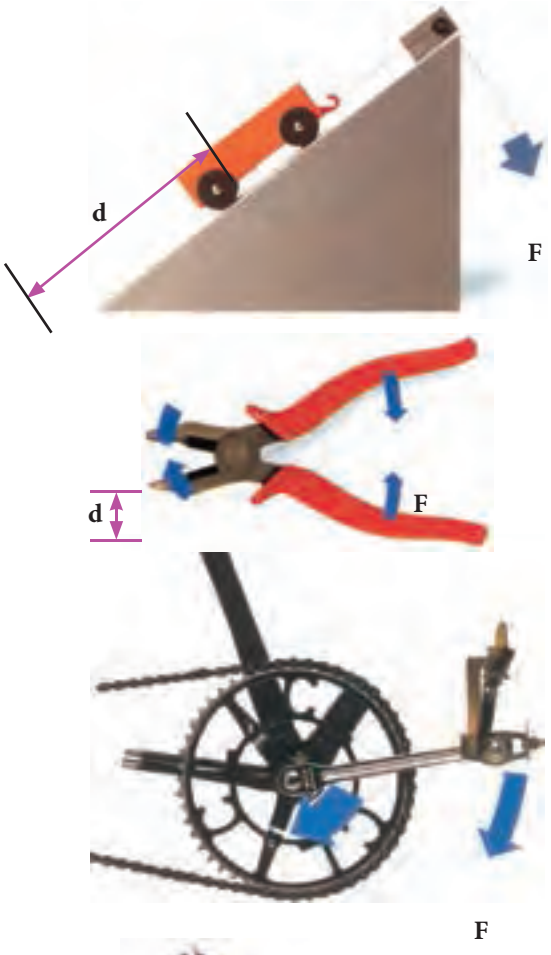
۱۵ـ میزان مصرف انرژی الکتریکی در منازل مسکونی با کدام یک از موارد زیر رابطه مستقیم دارد؟

الف ـ قطر سیم مصرفی　　ب ـ تعداد وسایل

ج ـ فاصله تولید کننده تا مصرف کننده　　د ـ سطح مقطع سیم مصرفی

۱ـ۶ـ کار الکتریکی

هرگاه جسمی حرکت کند یا تغییر حالت دهد می گوییم کار انجام شده است. نمونه هایی از کار انجام کار را در شکل ۱ـ۶ مشاهده می کنید.



شکل ۱ـ۶

برای محاسبه کار مکانیکی از رابطه زیر استفاده می شود:

$$w = f.d \qquad (۱)$$

F ـ نیروی وارد شده بر حسب نیوتن (N)

d ـ میزان جابجایی جسم بر حسب متر (m)

w ـ کار انجام شده بر حسب نیوتن متر یا ژول (j)

در الکتریسیته تعریف کار بر حسب ولتاژ الکتریکی به صورت زیر است:

اگر اختلاف پتانسیل V ولت در دو سر یک هادی قرار گیرد به طوری که q کولن بار از آن عبور کند، کاری معادل w ژول انجام می شد (شکل ۲ـ۶). کار الکتریکی از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$v = \frac{w}{q} \Rightarrow w = v.q \qquad (۲)$$

شکل ۲ـ۶

V ـ اختلاف پتانسیل بر حسب ولت

q ـ مقدار بار الکتریکی جابه جا شده بر حسب کولن

w ـ کار انجام شده بر حسب وات ثانیه یا ژول

در رابطه W اگر به جای مقادیر q و V مقدار یک (واحد) قرار داده شود، تعریف واحد یعنی ۱ ژول به دست

می آید. رابطه (۱) یک رابطه کلی برای کار الکتریکی است که کمتر در مدارهای الکتریکی کاربرد دارد. زیرا در مدارهای الکتریکی معمولاً با کمیت های V و I سروکار داریم. به همین دلیل برای به دست آوردن رابطه کار بر حسب V و I یک بار به جای q و بار دیگر به جای V معادله آن ها را قرار می دهیم:

$$q = I.t \Rightarrow \boxed{W = V.I.t} \quad (۳)$$

$$V = R.I \Rightarrow W = (R.I).(I.t)$$

$$\boxed{W = R.I^{۲}.t} \quad (۴)$$

در رابطه (۳) واحدها به صورت زیر بدست می آید:

$$[j] = [V][A][S]$$

ثانیه× آمپر× ولت= ژول

۲-۶- حرارت ایجاد شده توسط الکتریسیته

هنگام جاری شدن جریان الکتریکی در یک جسم حداکثر اصطکاک ناشی از حرکت الکترون های آزاد با اتم های جسمی که در مسیر حرکت الکترون ها قرار دارند، حرارت تولید می شود. در انتقال نیروی برق این انرژی گرمایی در طول سیم هدر می رود که آن را تلفات خط یا تلفات گرمایی می نامند. (شکل ۴ـ۶)

جمیز ژول اولین بار با تحقیقاتی که انجام داد به اثر گرمایی جریان برق پی برد.

براساس قانون ژول، اندازه گرمایی که در یک سیم بر اثر عبور جریان برق تولید می شود با کمیت های زیر متناسب است. (شکل ۵ـ۶)

الف ـ مجذور جریان

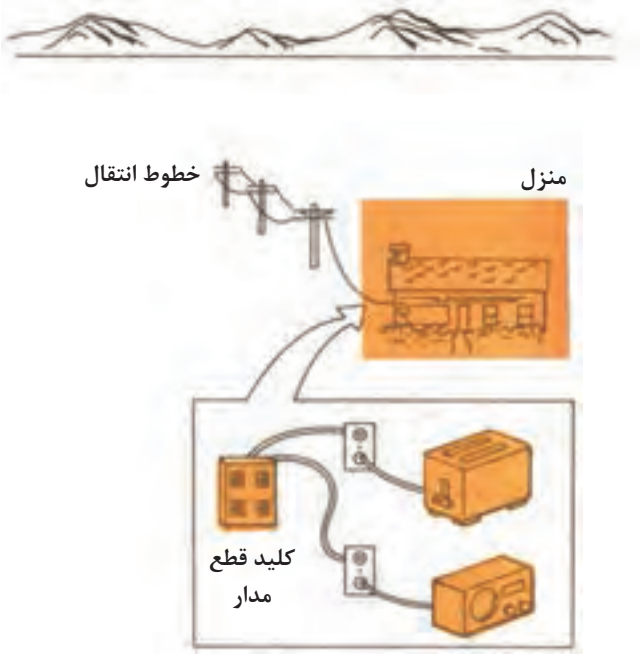
ب ـ مقاومت سیم

ج ـ زمان عبور جریان

با توجه به کمیت های بالا می توانیم رابطه زیر را بنویسیم:

$$\boxed{Q = K.R.I^{۲}.t} \quad \text{یا} \quad \boxed{Q = K.W}$$

شکل ۳ـ۶ـ مصرف کننده های الکتریکی



شکل۴-۶-خطوط انتقال انرژی

شکل ۵ـ۶

Q ـ مقدار گرمای تولیدی بر حسب کالری

R ـ مقامت سیم بر حسب اهم

I ـ جریان عبوری از سیم بر حسب آمپر

t ـ زمان عبور جریان بر حسب ثانیه

K ـ ضریب ثابت برابر $\frac{۱}{۴٫۱۸} = ۰/۲۴$ بر حسب کالری بر ژول

تعاریف یک ژول و یک کالری بر حسب کمیت های الکتریکی به صورت زیر است:

یک ژول ـ هرگاه نیروی محرکه الکتریکی برابر یک ولت باعث جابه جایی یک کولن بار در مداری شود گوییم یک ژول کار الکتریکی انجام شده است.

یک کالری ـ اگر جریانی برابر یک آمپر در مدت زمان یک ثانیه از سیمی به مقاومت یک اهم عبور کند گوییم حرارتی برابر یک کالری در اطراف سیم به وجود می آید.

مثال: در شکل ۶ـ۷ اگر R نشان دهنده مقاومت المنت یک سماور برقی باشد. این مقاومت در مدت زمان ۱۰ دقیقه چند کالری گرما تولید می کند؟

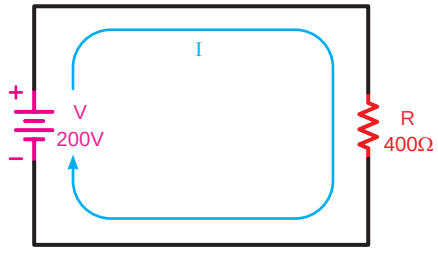
حل:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{۲۰۰}{۴۰۰} = ۰/۵[A]$$

$$t = ۱۰ \times ۶۰ = ۶۰۰[S]$$

$$Q = K.R.I^{۲}.t = ۰/۲۴ \times ۴۰۰ \times (۰/۵)^{۲} \times ۶۰۰ = ۱۴۴۰۰[Cal]$$

شکل ۶ـ۶ـسماور برقی



شکل ۶ـ۷

۳ـ۶ـ توان[1] الکتریکی

در شکل کلی مقدار کار انجام شده در واحد زمان را «توان» یا «قدرت» گویند و از رابطه زیر می توان به دست آورد.

$$P = \frac{W}{t}$$

w ـ مقدار کار انجام شده بر حسب ژول (J)

t ـ مدت زمان انجام کار بر حسب ثانیه (S)

p ـ توان (قدرت) بر حسب ژول بر ثانیه $\left(\frac{j}{s}\right)$ یا وات (w)

(الف)

(ب)

شکل ۶ـ۸ـ توان مصرف شده برای انجام کار (روشنایی اتاق ـ حرکت دورانی موتور کولر)

1 - Power

واحـد توان بـه احترام جمیز وات[1] بر حسـب وات (w) نام گذاری شـده اسـت. در صنعت از واحدهای کوچک تر و بزرگ تر وات نیز استفاده می شود که عبارتند از:

(وات) $\mu w = ۱۰^{-۶} w$ (میکروووات)

(وات) $mw = ۱۰^{-۳} w$ (میلی وات)

(وات) $kw = ۱۰^{۳} w$ (کیلووات)

(وات) $Mw = ۱۰^{۶} w$ (مگاوات)

در انتخـاب مصـرف کننده های الکتریکی بـرای انجام کاری مشـخص می بایسـت به توان نوشته شـده روی بدنه آن ها توجه خاص شود.

به عنوان مثـال هرگاه هدف تأمین روشـنایی یک اتاق باشد باید با توجه به ابعاد و رنگ اتاق، لامپی را انتخاب کرد که توان نوشته شده روی حباب آن مناسب باشد.

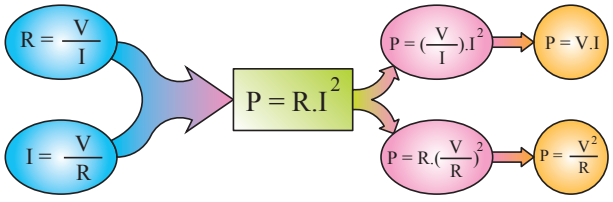
اگر هدف انتخاب کولر بـرای ایجاد هوای خنک در یک فضای بسته باشد، باید ابعاد و توان الکتریکی موتوری که در کولر به کار رفته است مورد توجه قرار گیرد.

بـا توجه به مقدار توان و ولتاژ کار هر وسـیله الکتریکی می توان سـایر مشـخصات آن مانند مقاومت (R) و جریان (I) آن را حساب کرد.

توجه

بنابرایـن توجـه به برچسـب انـرژی وسـایل و لامپ هـای کم مصرف موجـب صرفه جویی در انرژی مصرفی خواهد شد.

تصویـر روبرو چگونگی به دسـت آوردن دو رابطه دیگر توان الکتریکی را نشان می دهد.



تـوان الکتریکی را با واحد دیگری به نام «اسـب بخار[2] ـ hp» نیز بیان می کنند. این واحد در سیستم های انگلیسی و آمریکایی به صورت متقابل تعریف شده است.

۱hp = ۷۳۶w (یک اسب بخار در سیستم انگلیسی)

۱hp = ۷۴۶w (یک اسب بخار در سیستم آمریکایی)

1 - james watte

2 - hp-Horse Power

اگر توان هر فرد را تقریباً برابر ۹۰w در نظر بگیریم یک موتور الکتریکی یک اسب بخار قدرتی معادل هشت نفر را دارد. (شکل ۹ـ۶)

شکل ۹ـ۶ـ مقایسه قدرت موتور یک اسب بخار با توان انسان.

مثال: مقدار جریان و انرژی مصرفی یک موتور الکتریکی شکل ۱۰ـ۶ با قدرت ۱hp (انگلیسی)، که در شبکه ۲۲۰ ولتی به مدت ۲۰ دقیقه کار می‌کند، حساب کنید.

حل:

$$p = ۱_{hp} = ۱ \times ۷۳۶ = ۷۳۶[w]$$

$$P = V.I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{۷۳۶}{۲۲۰} = ۳/۳۴[A]$$

$$t = ۲۰ \Rightarrow t = ۲۰ \times ۶۰ = ۱۲۰۰[s]$$

$$P = \frac{w}{t} \Rightarrow w = p.t = ۷۳۶ \times ۱۲۰۰ = ۸۸۳۲۰۰[j]$$

شکل ۱۰ـ۶ـ موتور الکتریکی

مقدار توان مصرفی در مدارهای الکتریکی را با وسیله ای به نام «وات متر» اندازه گیری می کنند. علامت اختصاری این وسیله به صورت —(W)— است و شکل واقعی یک نمونه وات متر را در شکل ۱۱ـ۶ مشاهده می کنید.

شکل ۱۱-۶

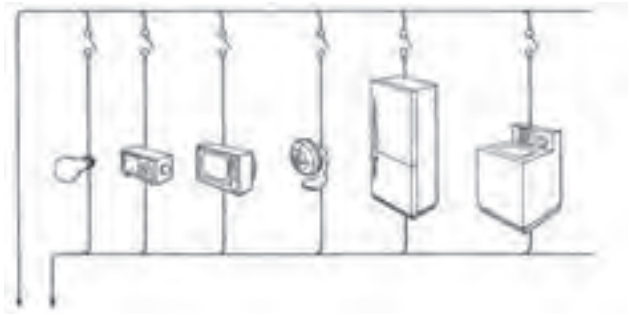
توان مصرفی کل یک مدار الکتریکی که از چند جزء تشکیل شده است از حاصل جمع توان های تک تک عناصر مدار به دست می آید.

$$P_t = P_۱ + P_۲ + P_۳ + ... + P_n$$

برای محاسبه توان هر یک از عناصر لازم است دو کمیت از سه کمیت V و I و R معلوم باشد تا بتوان یکی از روابط

p را بـه کار برد. مثلاً توان مصرفی کل شـکل ۱۲ـ۶ برابر با مجمـوع توان های مصرفی لامپ، رادیـو، تلویزیون، پنکه و ماشین لباسشویی است.

در صورتـی که مقادیر دو کمیت از کمیت های V و I و R مدار معلوم باشد توان کل مصرفی در یک مدار را از روابط زیر می توان محاسبه کرد:



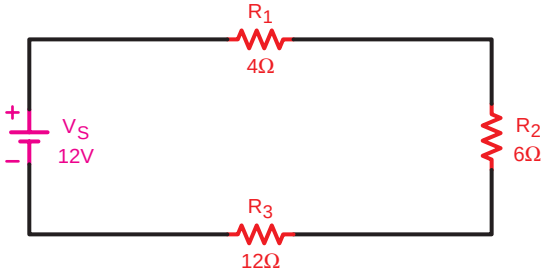
به طرف مولد الکتریسیته

شکل ۱۲-۶

$$P_T = R_T . I_T^2$$

$$P_T = V_T . I_T$$

$$P_T = \frac{V_T^2}{R_T}$$



شکل ۱۳-۶

مثال: در مدار شـکل ۱۳ـ۶ تـوان مصرفی مقاومت های R_1 و R_2 و R_3 و توان کل مدار را به دست آورید.

حل: ابتدا جریان کل مدار را به دست می آوریم و سپس بـا کمک آن توان هـای هر یک از مقاومت هـا را به صورت مقابل محاسبه می کنیم.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \Rightarrow R_T = 4 + 6 + 12 = 22\Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{12}{22} = 0/54A$$

$$P_1 = R_1 I^2 \Rightarrow P_1 = 4 \times (0/54)^2 = 1/74w$$

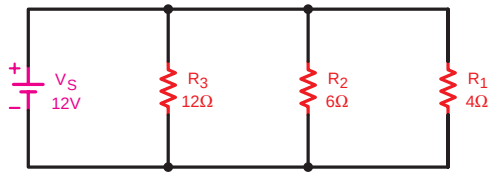
$$P_2 = R_2 I^2 \Rightarrow P_2 = 6 \times (0/54)^2 = 1/74w$$

$$P_3 = R_3 I^2 \Rightarrow P_3 = 12 \times (0/54)^2 = 3/49w$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$P_T = 1/16 + 1/74 + 3/49 = 6/39w$$

مثال: توان مصرفی هر یک از مقاومت ها و توان کل مدار شکل ۱۴ـ۶ را محاسبه کنید.



شکل ۱۴ـ۶ـ مدار موازی

حل: چون مدار موازی است و ولتاژ در دو سر همه مقاومت ها مساوی می باشد لذا توان تک تک مقاومت ها را به راحتی می توان براساس روابط مقابل محاسبه کرد.

$$P_1 = \frac{V_2}{R_1} = \frac{(12)^2}{4} = 36w$$

$$P_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{(12)^2}{6} = 24w$$

$$P_3 = \frac{V_2}{R_3} = \frac{(12)^2}{12} = 12w$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_T = 36 + 24 + 12 = 72w$$

مثال: در مدار شکل ۱۵ـ۶ مطلوب است:

الف ـ توان هر یک از مقاومت ها

ب ـ توان کل مدار

حل:

$$R_T = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} + R_1$$

$$R_T = \frac{6 \times 12}{6 + 12} + 4 = 8\Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{12}{8} = 1/5A$$

$$I_2 = I_T \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 1/5A \times \frac{12}{6+12} = 1A$$

$$I_3 = I_T \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 1/5A \times \frac{12}{6+12} = 0/5A$$

$$P_1 = R_1.I_1^2 = 4 \times (1/5)^2 = 9w$$

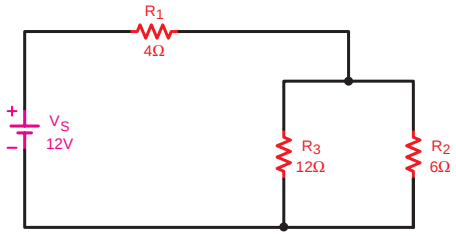
$$P_2 = R_2.I_2^2 = 6 \times (1)^2 = 6w$$

$$P_3 = R_3.I_3^2 = 12 \times (./5)^2 = 3w$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 = 9 + 6 + 3 = 18w$$

ویا توان کل را به صورت زیر می توان به دست آورد:

$$P_T = R_T.I_T^2 = 8 \times (1/5)^2 = 18w$$



شکل ۱۵ـ۶

سؤال: از مقایسه مقادیر به دست آمده برای توان کل و توان هر یک از مقاومت ها در اشکال ۶ـ۱۳، ۶ـ۱۴ و ۶ـ۱۵ چه نتیجه ای می گیرید؟

حل: نتیجه می شود که در محاسبه توان هر یک از مقاومت ها و یا توان کل مدار علاوه بر مقدار مقاومت، جریان عبوری و افت ولتاژ دو سر آن ها شکل مدار و محل قرار گرفتن مقاومت مهم است. به همین دلیل است حتی با وجود مساوی بودن مقدار مقاومت ها نتایج یکسانی برای توان ها به دست نیامده است.

مثال: ابتدا مقدار جریان را در هر یک از مدارهای شکل ۶ـ۱۶ بدست آورید. سپس با توجه به توان مجاز هر مقاومت جریان عبوری از آن را محاسبه کنید. از مقایسه مقادیر به دست آمده چه نتیجه ای می گیرید؟

حل الف: به طور کلی براساس قانون اهم جریان این مدار برابر است با:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{۵}{۱۰} = ۰/۵A$$

در صورتی که با توجه به توان مجاز مقاومت ($\frac{۱}{۴}$ واتی) ماکزیمم جریان عبوری از مقاومت می تواند برابر با مقدار زیر باشد.

$$P_{max} = R.I^{۲}_{max} \Rightarrow I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R}}$$

$$= \sqrt{\frac{۰/۲۵}{۱۰}} = ۰/۰۵A$$

حل ب: مقدار جریان مدار در این حالت نیز برابر ۰/۵ آمپر است در صورتی که مقدار جریان عبوری از مقاومت برابر:

$$P_{max} = R.I^{۲}_{max} \Rightarrow I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R}} = \sqrt{\frac{./۵}{۱۰}} = ./۲۲A$$

$$۲/۵w > ./۵w$$

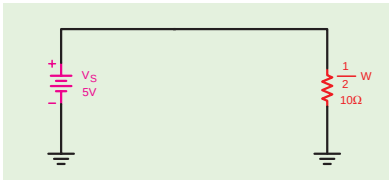
$$P = R.I^{۲} = ۲/۵w$$

حل ج: در این شرایط جریان مدار نیز ۰/۵ آمپر است ولی ماکزیمم جریان قابل تحمل مقاومت برابر است با:

$$P_{max} = R.I^{۲}_{max} \Rightarrow I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R}} = \sqrt{\frac{۱}{۱۰}} = ./۳۱۶A$$

(الف)

(ب)



(ج)

شکل ۶ـ۱۶ـ بررسی جریان مصرف کننده براساس توان مجاز

نتیجه: در صورتی که از این مقاومت ($\frac{۱}{۴}$ وات) در مدار استفاده کنیم با عبور جریان ۰/۵ آمپری مقاومت می سوزد زیرا توان تلف شده در آن بیشتر از توان قابل تحمل مقاومت است.

$$P = R.I^{۲}$$

$$P = ۱۰ \times (./۵)^{۲} = ۲/۵w$$

نتیجه: از مقایسه جریان مدار با ماکزیمم جریان قابل تحمل مقاومت نتیجه می شود که با قرار دادن مقاومت $۱۰\Omega - \frac{۱}{۲}w$ نیز مقاومت می سوزد چرا که توان تلف شده مقاومت در این شرایط نیز بیشتر از توان قابل تحمل مقاومت است.

نتیجه گیری کلی: از مشاهده و مقایسه جریان های به دست آمده می توان نتیجه گرفت که در انتخاب اجزای مختلف یک مدار مانند: فیوز، کلید، سیم های رابط، مصرف کننده و ... می بایست علاوه بر جریان به توان آن ها نیز توجه داشت زیرا هرچه توان مصرف کننده بیشتر باشد، مقدار جریان دریافتی از شبکه بیشتر بوده و میزان تحمل آن نیز زیادتر است.

نتیجه: در این شرایط نیز چون مقدار جریان عبوری از مدار بیشتر از جریان قابل تحمل مقاومت است نتیجه می شود با قرار دادن مقاومت ۱W-۱۰Ω نیز مقاومت می سوزد.

۱ـ۳ـ۶ـ استاندارد توان در مقاومت های اهمی:

از آنجایی که هر مقاومت الکتریکی قدرت تحمل یک جریان الکتریکی معین را دارد طبق رابطه: $P = R.I^2$ نتیجه می گیریم هر مقاومت الکتریکی دارای یک قدرت مجاز ثابت است.

کارخانجات سازنده، مقاومت های الکتریکی را در توان های استاندارد تولید می کنند. معمولاً مقاومت های کربنی در توان های $2w, 1w, \frac{1}{2}w, \frac{1}{4}w$ مقاومت های سیمی در توان های بیشتر از $2W$ ساخته می شوند.

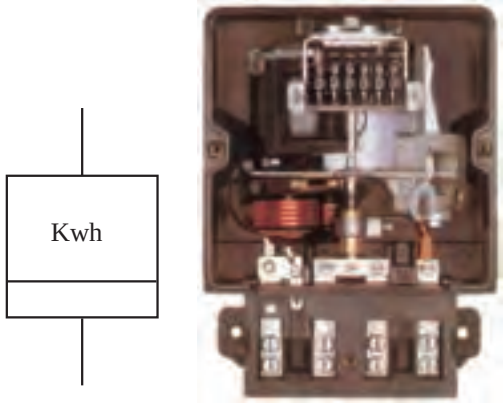
با افزایش توان مجاز (توان قابل تحمل) مقاومت ها اندازه فیزیکی آن ها نیز بزرگ تر می شود (شکل ۱۷ـ۶) تصاویری از انواع مقاومت های اهمی را در توان های مختلف با توجه به ابعاد آن ها نشان می دهد.

شکل ۱۷ـ۶ـ استانداردهای توان در مقاومت ها

۲ـ۳ـ۶ـ محاسبه هزینه برق مصرفی:

کار الکتریکی به وسیله دستگاهی به نام «کنتور» اندازه گیری می شود. تصویری از این وسیله را به همراه علامت اختصاری آن در شکل ۱۸ـ۶ مشاهده می کنید. کار الکتریکی را از رابطه زیر می توان محاسبه کرد:

$$w = V.I.t \Rightarrow \boxed{W = P.t}$$



شکل ۱۸ـ۶

در رابطــه کار الکتریکــی اگر (P) بر حســب وات و t بر حســب ثانیه باشد W برحســب وات ثانیه یا ژول به دست می آیــد. چون وات ثانیه بــا ژول واحد کوچکی اســت، لذا برای محاســبه هزینه برق مصرفی منــازل و کارخانجات از واحدهای بزرگ تر استفاده می شود. در مقیاس تجارتی توان را بر حســب کیلووات (kw) و زمان را بر حسب ساعت (h) در نظــر می گیرنــد. به همین دلیل مبنای محاســبه قیمت برق مصرفی بر حســب کیلووات ســاعت (kwh) سنجیده می شود.

رابطه ای که برای محاســبه هزینه بــرق مصرفی به کار می رود برابر است با:

$$C_k = C.w$$

C ـ قیمت یک کیلووات ساعت برق

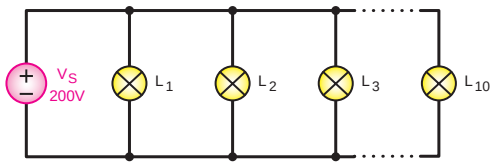
W ـ انرژی (کار الکتریکی) مصرفی برحسب کیلووات ساعت

C_K ـ قیمت کل برق مصرفی

همان گونه که از روابط (W) و (C_K) مشــخص اســت هر قدر توان مصرف کننده و یا زمان اســتفاده از آن بیشــتر باشد، کار الکتریکی و هزینه برق مصرفی بیشتر خواهد شد. (شکل ۱۹ـ۶)

شکل ۱۹-۶

مثال: اگر ده لامپ ۱۰۰ واتی طبق شکل ۲۰ـ۶ به مدت ۲ ساعت روشن باشد هزینه برق مصرفی آن ها چقدر است؟ در صورتــی که قیمت هر کیلووات ســاعت ۵۰ ریال در نظر گرفته شود.



شکل ۲۰-۶

حل:

توان مصرفی کل $P = ۱۰ \times ۱۰۰_w = ۱۰۰۰_w = ۱_{kw}$

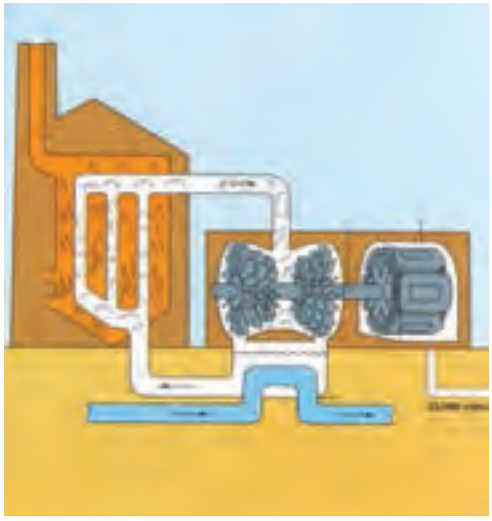
زمان روشن بودن لامپ ها $t = ۲h$

انرژی مصرفی کل $W = p.t = ۱ \times ۲ = ۲kwh$

کل هزینه $C_K = C.W = ۵۰ \times ۲ = ۱۰۰$

۴ـ۶ـ ضریب بهره (راندمان الکتریکی)

طبق اصل «بقای انرژی» انرژی هیچ گاه از بین نمی رود و فقط از نوعی به نوع دیگر تبدیل می شـود. (شکل ۲۱ـ۶) در هنـگام تبدیل انرژی ها به یکدیگـر، مقداری از انرژی به مصرف مفید نمی رسـد و بـه نوعی دیگر از انـرژی تبدیل می شـود که موردنظر ما نیسـت. این انرژی را «انرژی تلف شده» می نامند.



شکل ۲۱ـ۶ـ چگونگی تبدیل انرژی گرمایی به انرژی الکتریکی

مثلاً در یک موتور الکتریکی که انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی تبدیل می شود بخشی از انرژی الکتریکی موتور به صورت های زیر تلف می شود:

الف ـ اصطکاک قسمت های مکانیکی گردنده

ب ـ حرارت در سیم های حامل جریان

ج ـ حرارت در سیم پیچی و هسته

شکل ۲۲ـ۶ـ موتور الکتریکی

در عمـل تمام انـرژی الکتریکی دریافتی از شـبکه به انرژی مکانیکی تبدیل نخواهد شـد. بـا توجه به توضیحات بالا می توان نتیجه گرفت که انرژی یا توان داده شـده به هر وسیله ای از انرژی یا توان دریافت شده از آن بیشتر است. از طرف دیگر مقدار توان تلف شـده در همه دستگاه ها یکسان نیسـت، لذا لازم اسـت تا با عاملی میزان کارآیی هر وسیله را بیـان کنیم که معمولاً از اصطلاح «کارآیی» یا «راندمان» استفاده می شود. شکل ۲۳ـ۶ وضعیت مصرف کننده ها را از نظر ورودی و خروجی نشان می دهد.

به طور کلی نسـبت توان گرفته شده (خروجی) به توان

شکل ۲۳ـ۶ـ بلوک دیاگرام توان ها

داده شـده (ورودی) را بـازده می گوینـد. ضریب بهره که معرف مقدار عددی راندمان اسـت همیشه بر حسب درصد بیان می شـود. هر قدر عدد راندمان بیشتر باشد نشان دهنده آن اسـت کـه کیفیت کاری دسـتگاه بهتر اسـت. اگر توان ورودی را بـا (P_1) و تـوان خروجـی را با (P_2) و ضریب بهـره را با (η ـاِتا) نشـان دهیم رابطـه آن به صورت زیر خواهد شد:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times ۱۰۰$$

اگـر به جـای P_1 و P_2 معـادل آن هـا را قـرار دهیم رابطه دیگری برای راندمان به دسـت می آید که بر حسـب انرژی های ورودی و خروجی است.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{W_2}{t}}{\frac{W_1}{t}} \Rightarrow \eta = \frac{W_2}{W_1} \times ۱۰۰$$

مثـال: مولدی بـا قدرت ۵Wk (شـکل ۲۵ـ۶) حداکثر می تواند انـرژی الکتریکی ۴۴ لامپ ۲۲۰ ولتی ۰/۵ آمپری را تأمین کند. حساب کنید راندمان آن چند درصد است؟

توان یک لامپ $P = V.I = ۲۲۰ \times ./۵ = ۱۱۰w$

توان همه لامپ $P_2 = ۴۴ \times P = ۴۴ \times ۱۱۰ = ۴۸۴۰w$

$P_1 = ۵kw = ۵ \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰۰w$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times ۱۰۰ = \frac{۴۸۴۰}{۵۰۰۰} \times ۱۰۰ = ٪۹۶/۸$$

در محاسـبه میزان راندمان یک وسیله الکتریکی باید به نـوع توان یا انـرژی ورودی و خروجـی آن توجه کرد در محاسبه مقدار راندمان یا کارآیی را در نظر داشت.

الف ـ در مدت ۱ دقیقه سه جعبه را جابه جا کرده است.

ب ـ در مدت ۱ دقیقه ۴ جعبه را جابه جا کرده است.

شکل ۲۴ـ۶ـ جریان مقدار کار انجام شده در شکل ب بیشتر است. به همین خاطر راندمان کاری شکل ب بیشتر از شکل الف است.

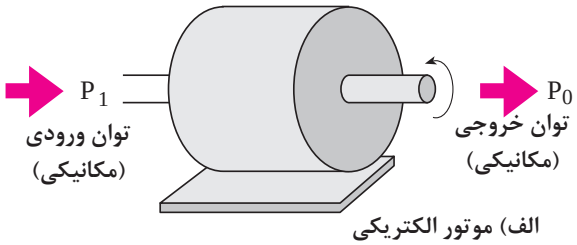
شکل ۲۵ـ۶ـ مولد جریان متناوب

توجه

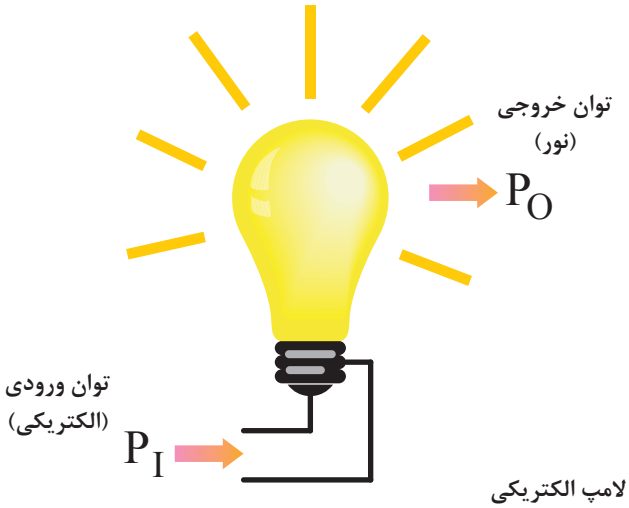
همان طـوری که مشـاهده می شـود راندمان یا کارآیی دسـتگاه از طریق نسبت توان دریافتی به توان داده شده به سیستم به دست می آید.

مثلاً همان طوری که در شـکل ٦ـ٢٦ مشاهده می شود، در یک موتور الکتریکی توان ورودی آن (P_1) از نوع انرژی الکتریکی اسـت در صورتی که تـوان خروجی آن (P_2) از نوع انرژی مکانیکی می باشد.

هم چنیـن در یـک لامـپ تـوان ورودی (P_1) انرژی الکتریکی است و توان خروجی (P_2) از نوع انرژی نورانی می باشد.



الف) موتور الکتریکی



ب) لامپ الکتریکی

شکل ۲۶ـ۶ـ مصرف کننده های الکتریکی با توان های خروجی متفاوت

توجه

روی پلاک مشخصات و یا بدنه تمامی دستگاه ها تـوان خروجـی نوشـته می شـود چـون مقدار کار مفیدی که وسـایل برای مـا انجام می دهند اهمیت دارد.

آزمون پایانی (۶)

۱ـ عامل اصلی جهت کار انجام شده در الکتریسیته چیست؟

الف ـ حرکت جسم
ب ـ اعمال پتانسیلی برابر V ولت
ج ـ عبور q کولن بار
د ـ داشتن حرکت دورانی

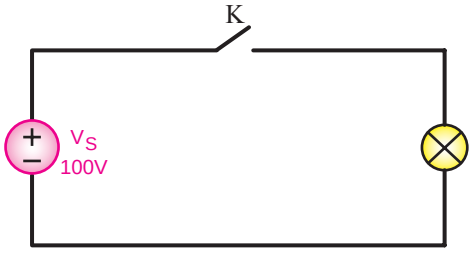
۲ـ کدامیک از روابط زیر صحیح است؟

الف ـ $w = \frac{V.I}{t}$
ب ـ $w = \frac{F}{d}$
ج ـ $w = \frac{V}{q}$
د ـ $w = R.I^{2}.t$

۳ـ علت به وجود آمدن حرارت در هنگام جاری شدن جریان در سیم چیست؟

الف ـ سرعت زیاد الکترون های آزاد
ب ـ داشتن حرکت ضربانی
ج ـ اصطکاک ناشی از حرکت الکترون های آزاد
د ـ کوچک بودن سطح مقطع سیم

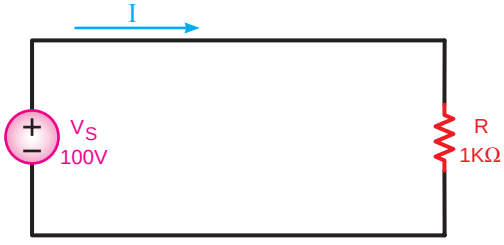
۴ـ اگر کلید K مدار شکل ۶ـ۲۷ به مدت ۵ دقیقه بسته باشد در اطراف لامپ به ترتیب چه کالری گرما و چند ژول کار انجام شده است؟



شکل ۶-۲۷

الف ـ ۱۲۵۰۰ و ۲۵۰۰۰
ب ـ ۲۵۰۰۰ و ۱۲۵۰۰
ج ـ ۱۸۰۰۰ و ۴۳۲۰
د ـ ۴۳۲۰ و ۱۸۰۰۰

۵ـ مقدار جریان I و توان مقاومت R مدار شکل ۶ـ۲۸ به ترتیب از راست به چپ چقدر است؟



الف ـ ۱۰۰ و ۰/۱
ب ـ ۰/۱ و ۱۰
ج ـ ۱۰ و ۰/۰۱
د ـ ۰/۱ و ۱۰۰

۶ـ جرثقیلی با نیروی ۴۰۰۰ نیوتن طی ۲ دقیقه باری را ۲/۵ متر جابه جا کرده است. شکل ۶-۲۸
توان این ماشین چند وات است؟

الف ـ ۱۲۰۰
ب ـ ۸۳/۳
ج ـ ۵۶/۱
د ـ ۴۲/۸

۷ـ توان ۰/۰۴۵ وات معادل کدامیک از موارد زیر است؟

الف ـ ۴۵kw
ب ـ ۴۵mw
ج ـ ۴,۵w
د ـ ۰/۰۰۰۴۵ mw

۸ـ ضریب بهره منبع تغذیه‌ای با قدرت دریافتی ۰/w۶ و توان خروجی معادل ۰/w۵ چند درصد است؟

الف ـ ۵۰/۵ ب ـ ۶۰/۲ ج ـ ۸۳/۳ د ـ ۸۶/۶

۹ـ در صورتی که قیمت هر کیلووات ساعت انرژی الکتریکی ۵۰ ریال باشد، هزینه برق مصرفی یک المنت بخاری برقی با مشخصات A۵ و v۲۰۰ در مدت ۵ ساعت کار چند ریال است؟

الف ـ ۳۵۰ ب ـ ۲۵۰ ج ـ ۴۵۰ د ـ ۵۰۰

۱۰ـ توان خروجی یک موتور dc با مشخصات پلاک نشان داده شده در شکل ۲۹ـ۶ چند وات است؟

الف ـ ۹۹۰

ب ـ ۱۱۵۰

ج ـ ۱۲۲۲/۲

د ـ ۴۴

پلاک موتور
$U = ۲۲۰[V]$
$I = ۵[A]$
$\eta = ٪۹۰$

شکل ۲۹ـ۶

۱۱ـ انرژی گرمایی، که در اثر عبور جریان الکتریکی در سیم هدر می رود، ..... نام دارد.

۱۲ـ برای اندازه گیری توان مصرفی در مدارهای الکتریکی از وسیله‌ای به نام ..... استفاده می شود.

۱۳ـ هرچه توان مصرف کننده بیشتر باشد مقدار جریان دریافتی آن از شبکه ..... است.

۱۴ـ مبنای محاسبه برق مصرفی بر حسب کیلووات ساعت است. ❑ صحیح ❑ غلط

۱۵ـ برای بیان میزان کارآیی هر وسیله از اصطلاح توان خروجی استفاده می شود. ❑ صحیح ❑ غلط

توجه

مطالب مربوط به سؤالاتی را که نتوانسته‌اید پاسخ دهید مجدداً مطالعه و آزمون را تکرارکنید.

خودآزمایی عملی

۱ـ مشـــخصات چند نمونه اتو را یادداشـــت کنید (نمونه ای از این وســـیله در شکل ۳۰ـ۶ نشان داده شده است) و مقدار گرمایی را که در مدت یک دقیقه ایجاد می کنند، برحسب کیلو کالری به دست آورید.

شکل ۳۰-۶

۲ـ مشخصات کلیه وسایل الکتریکی موجود در منزل را به همراه مدت زمان استفاده از آن ها یادداشت کنید (نمونه هایی از این وســـایل در شـــکل ۳۱ـ۶ آمده است) ســـپس هزینه برق مصرفی را در طی دو ماه با فرض این که قیمت هر کیلووات ساعت ۴۰ ریال باشد، به دست آورید.

شکل ۳۱-۶