مرور برنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۰۴-۱۴۰۳

رشته ریاضی

پایهٔ دوازدهم | مرحله سوم

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
فیزیک	فیزیک دهم: فصل ۲ (از ابتدای شاره در حرکت و اصل برنولی) + فصل ۳ صفحهٔ ۴۳ تا ۸۲ فیزیک یازدهم: فصل ۱ (از ابتدای خازن) + فصل ۲ (تا ابتدای ترکیب مقاومت‌ها) صفحهٔ ۳۲ تا ۷۰ فیزیک دوازدهم: فصل ۱ (تا ابتدای حرکت با شتاب ثابت) صفحهٔ ۱ تا ۱۵	۲	۳۰	نوید شاهی ـ داوود پاشا	امین امینی

ویژه کنکوری‌های ۱۴۰۴

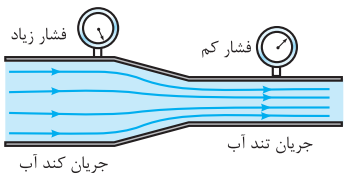
شروع دوازدهم از مهر

AzmonVIP

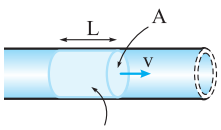
فیزیک دهم

۱۳- شاره در حرکت و اصل برنولی

اصل برنولی: اگر تندی شاره افزایش یابد، فشار آن کاهش می‌یابد و بالعکس.



آهنگ شارش شاره:

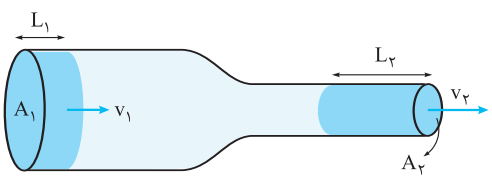


حجم این بخش شاره برابر AL است.

آهنگ شارش شاره: $\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{AL}{\Delta t} = Av$ (یکا: m^3/s)

حجم شاره عبوری

معادلهٔ پیوستگی: در لوله‌ای با سطح مقطع متفاوت، باید مقدار جرم عبوری شاره در بازهٔ زمانی یکسان، از دو سر لوله برابر باشد.



$A_1v_1 = A_2v_2$

AzmonVIP

۱- انرژی جنبشی

انرژی جنبشی جسمی با جرم m که با سرعت v حرکت می‌کند، از رابطهٔ روبه‌رو به دست می‌آید:

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

(J) ← K ، (kg) ← m ، (m/s) ← v

نکته

رابطهٔ تغییرات انرژی جنبشی:

$$\Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

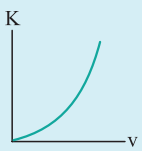
نکته

نسبت انرژی جنبشی‌ها:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times (\frac{v_2}{v_1})^2$$

نکته

نمودار انرژی جنبشی بر حسب سرعت:



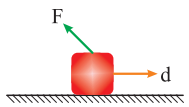
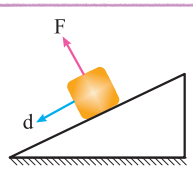
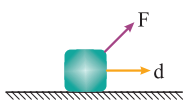
۲- کار انجام‌شده توسط نیروی ثابت

مقدار کار از رابطهٔ روبه‌رو به دست می‌آید:

$$W = F d \cos\theta$$

کار (J) ← W ، نیرو (N) ← F ، جابه‌جایی (m) ← d ، زاویهٔ بین F و d ← θ

نکته

$90^\circ < \theta \le 180^\circ$	$\theta = 90^\circ$	$0^\circ \le \theta < 90^\circ$	
$W < 0$	$W = 0$	$W > 0$	علامت کار
			شکل نمونه

نکته

مسائل ترکیبی قانون دوم نیوتون و کار: در بعضی مسائل نیرو مستقیم بیان نمی‌شود.

$$F = ma \xrightarrow[\text{رابطهٔ کار}]{\text{جای‌گذاری } F \text{ در}} W = \underbrace{F}_{ma} d\cos\theta$$

مرحلهٔ ۱

AzmonVIP

نکته

نیرو و جابه‌جایی برحسب بردارهای یکه:

$$\left.\begin{array}{l}\vec{F}=F_x\vec{i}+F_y\vec{j}\\ d=d_x\vec{i}+d_y\vec{j}\end{array}\right\} \quad W=\vec{F}.\vec{d}=(F_x.d_x)+(F_y.d_y)$$

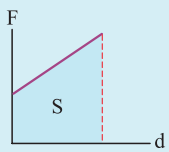
نکته

کار نیروی وزن:

$$W=Fd\cos\theta \Rightarrow W_{mg}=\underset{F}{mg}\times \overset{d}{h}\times \cos(0^\circ \text{ یا } 180^\circ)$$

نکته

نمودار نیرو برحسب جابه‌جایی:



کار انجام‌شده = مساحت زیر نمودار

$S = W$

نکته

روش‌های محاسبهٔ کار کل انجام‌شده (W_t)			
	قضیهٔ کار و انرژی جنبشی	محاسبهٔ کار تک‌تک نیروها	برایندگیری بین نیروها
روابط	$W_t=\Delta K=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)$	$W_t=W_1+W_2+\cdots$	$W_t=F_t d\cos\theta$
توضیحات	هر آن‌چه نیاز است، در رابطه عیان است.	اگر چند نیرو به جسم وارد شوند، کار هر نیرو را جداگانه حساب می‌کنیم و در آخر با هم جمع می‌کنیم.	ابتدا بین تمامی نیروهای واردشده برایندگیری می‌کنیم و برایند نیرو را جای‌گذاری می‌کنیم.

۳- کار و انرژی پتانسیل

انرژی پتانسیل یا انرژی ذخیره‌ای نمونه‌های متنوعی دارد

- انرژی پتانسیل گرانشی: $\underset{(J)}{U}=\underset{(kg)}{m}\ g\ \underset{(m)}{h}$ (g: شتاب گرانشی زمین (N/kg))
- انرژی پتانسیل الکتریکی: $U_E=|q|Ed\cos\theta$
- انرژی پتانسیل فنر

نکته

انرژی پتانسیل برخلاف انرژی جنبشی ویژگی یک سامانه است.

نکته

رابطهٔ انرژی پتانسیل گرانشی و کار نیروی وزن: $\Delta U=-W_{\text{وزن}}$

AzmonVIP

نکته

علامت انرژی پتانسیل گرانشی
- جابه‌جایی به سمت زمین $\Delta U < 0$
- جابه‌جایی به سمت آسمان $\Delta U > 0$

۴- پایستگی انرژی مکانیکی

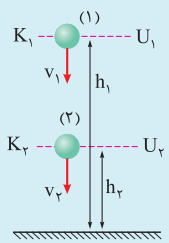
به مجموع انرژی‌های پتانسیل و جنبشی یک جسم، انرژی مکانیکی می‌گویند.

$$E = K + U$$

E: انرژی مکانیکی (J)، K: انرژی جنبشی (J)، U: انرژی پتانسیل (J)

نکته

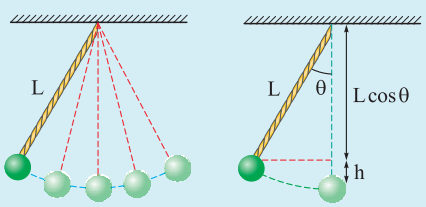
پایستگی انرژی مکانیکی: اگر نیروهای اتلافی نباشند، انرژی مکانیکی در تمامی نقاط یکسان و پایسته است.



$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow \Delta U + \Delta K = 0$$

نکته

بررسی اختلاف ارتفاع در حرکت آونگ:



$$h = L - L\cos\theta \Rightarrow h = L(1 - \cos\theta)$$

۵- کار و انرژی درونی

انرژی درونی: مجموع انرژی‌های ذرات تشکیل‌دهندهٔ یک جسم

نکته

محاسبهٔ انرژی تلف‌شده:

$$E_2 - E_1 = W_f \text{ یا } \Delta K + \Delta U = W_f$$

W_f: انرژی تلف‌شده (J)

قانون پایستگی انرژی: در یک سامانه منزوی، مجموع کل انرژی‌ها پایسته می‌ماند، انرژی به وجود نمی‌آید و از بین هم نمی‌رود، فقط از حالتی به حالت دیگر تبدیل می‌شود.

۶- توان و بازده

توان (P): کمیتی نرده‌ای که آهنگ انجام کار را نشان می‌دهد.

$$\bar{P} \text{ یا } P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$$

W: کار انجام‌شده (J)، Δt: مدت‌زمان انجام کار (s)، $\bar{P}$ یا P_{av}: توان متوسط (W)

AzmonVIP

نکته

یکای توان: $\frac{J}{s}$ که وات (W) نام‌گذاری کرده‌اند.

نکته

$1\,hp = 746\,W$

↓

اسب‌بخار

نکته

رابطهٔ توان و تندی:

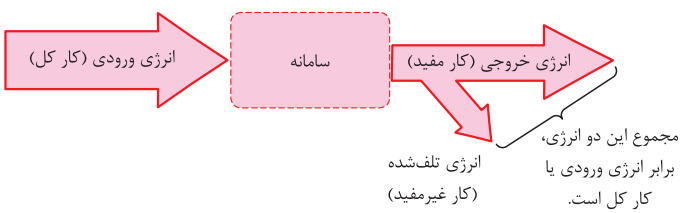
$$P_{av} = \frac{W}{t} = \frac{F\,d}{t} \xrightarrow{\frac{d}{t}=v_{av}} P_{av} = F\,v_{av}$$

↓

تندی ثابت = تندی متوسط حرکت جسم

تذکر در رابطهٔ بالا، تندی جسم باید ثابت باشد.

بازده (Ra): نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی



$$Ra\,(\text{درصد بازده}) = \frac{\text{انرژی خروجی (کار مفید)}}{\text{انرژی ورودی (کار کل)}} \times 100 = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100$$

AzmonVIP

فیزیک یازدهم

خازن

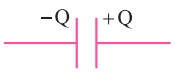
ظرفیت خازن

$C = \frac{Q}{V}$ ← ظرفیت خازن برحسب کولن بر ولت ($\frac{C}{V}$) یا فاراد (F)

Q → بارخازن برحسب کولن (C)

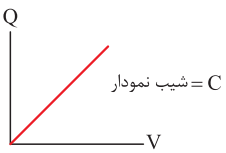
V → اختلاف پتانسیل بین صفحات برحسب ولت (V)

- بار ذخیره‌شده در خازن: Q ← یعنی بار یک صفحه $+Q$ و بار صفحهٔ دیگر $-Q$ است.



- ظرفیت خازن به V و Q وابسته نیست و با تغییر V و Q ثابت می‌ماند.

نمودار بار خازن برحسب اختلاف پتانسیل بین صفحات آن:



ظرفیت خازن برحسب کمیت‌های ساختمانی آن:

$C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d}$ ← ظرفیت خازن برحسب فاراد (F)

A → مساحت هر صفحهٔ خازن برحسب متر مربع (m^2)

d → فاصلهٔ بین صفحات برحسب متر (m)

κ ↓ ثابت دی‌الکتریک

$\varepsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12}\ F/M$ ↓ ضریب گذردهی الکتریکی خلأ

تغییر ظرفیت خازن و اثر آن روی بار و اختلاف پتانسیل

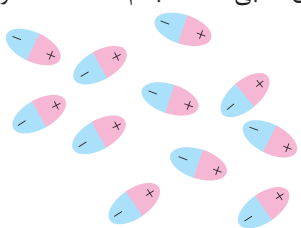
تغییر κ	$\Delta C = (\kappa_2 - \kappa_1)\varepsilon_0 \frac{A}{d}$ $\frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1}$	خازن متصل به باتری	ثابت: V	$\Delta Q = V\Delta C$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$
		خازن جدا از باتری	ثابت: Q	$\Delta V = Q(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1})$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$
تغییر A	$\Delta C = \kappa\varepsilon_0 \frac{\Delta A}{d}$ $\frac{C_2}{C_1} = \frac{A_2}{A_1}$	خازن متصل به باتری	ثابت: V	$\Delta Q = V\Delta C$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$
		خازن جدا از باتری	ثابت: Q	$\Delta V = Q(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1})$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$

AzmonVIP

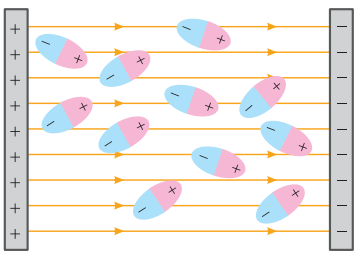
تغییر d	$\Delta C = \kappa\varepsilon_0 A(\frac{1}{d_1}-\frac{1}{d_2})$ $\frac{C_2}{C_1}=\frac{d_1}{d_2}$	خازن متصل به باتری	ثابت: V $\Delta Q = V\Delta C$ $\frac{Q_2}{Q_1}=\frac{C_2}{C_1}$
		خازن جدا از باتری	ثابت: Q $\Delta V = Q(\frac{1}{C_2}-\frac{1}{C_1})$ $\frac{V_2}{V_1}=\frac{C_1}{C_2}$

بررسی میکروسکوپی دی‌الکتریکی و نحوهٔ عملکرد آن

۱ دی‌الکتریک‌های قطبی مانند آب، NH_3 ، HCl و ...



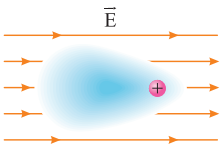
الف) در نبود میدان الکتریکی، سمت‌گیری مولکول‌های دوقطبی نامنظم است.



ب) در حضور میدان الکتریکی، مولکول‌های قطبی می‌کوشند خود را در جهت میدان الکتریکی خارجی هم‌ردیف کنند.

۲ دی‌الکتریک‌های غیرقطبی مانند متان، بنزن و ...

الف) در نبود میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق‌اند.



ب) در حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا می‌شوند و ابرالکترونی در خلاف جهت میدان جابه‌جا می‌شود.

فروریزش الکتریکی:

بیشینهٔ اختلاف پتانسیل قابل تحمل خازن < اختلاف پتانسیل دو سر خازن ← جداشدن الکترون‌های ماده دی‌الکتریک ← تخلیهٔ خازن

تذکر فروریزش الکتریکی معمولاً با یک جرقه همراه است و باعث سوختن خازن می‌شود.

قراردادن دی‌الکتریک قطبی یا غیرقطبی بین صفحه‌های خازن
- ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.
- حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن افزایش می‌یابد.

میدان الکتریکی بین صفحات خازن:

- رابطه:
- جهت: از صفحهٔ + به صفحهٔ −

$$E=\frac{V}{d}=\frac{Q}{K\varepsilon_0 A}$$

E: اندازهٔ میدان الکتریکی ($\frac{N}{C}$ یا $\frac{V}{m}$)
V: اختلاف پتانسیل دو صفحه (V)
d: فاصلهٔ دو صفحه (m)
Q: بار ذخیره‌شده در خازن (C)
A: مساحت صفحه‌های خازن (m^2)
ε_0: ضریب دی‌الکتریک

انرژی خازن

$$U=\frac{Q^2}{2C}$$

U: انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در خازن برحسب ژول (J)
Q: بار خازن برحسب کولن (C)
C: ظرفیت خازن برحسب فاراد (F)

$$U=\frac{1}{2}CV^2$$

U: انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در خازن برحسب ژول (J)
C: ظرفیت خازن برحسب فاراد (F)
V: اختلاف پتانسیل صفحات خازن برحسب ولت (V)

$$U=\frac{1}{2}QV$$

U: انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در خازن برحسب ژول (J)
Q: بار خازن برحسب کولن (C)
V: اختلاف پتانسیل صفحات خازن برحسب ولت (V)

AzmonVIP

تغییر انرژی خازن بدون تغییر ظرفیت خازن:

C: ثابت ← Q و V به یک نسبت تغییر می‌کنند ← با توجه به داده‌ها و خواسته‌های تست از روابط هر کدام از سطرهای جدول روبه‌رو می‌توان استفاده کرد.

تغییر Q	$\Delta U = \frac{1}{2C}(Q_2^2 - Q_1^2)$ $\frac{U_2}{U_1} = (\frac{Q_2}{Q_1})^2$
تغییر V	$\Delta U = \frac{1}{2}C(V_2^2 - V_1^2)$ $\frac{U_2}{U_1} = (\frac{V_2}{V_1})^2$

تغییر انرژی خازن در اثر تغییر ظرفیت خازن:

خازن متصل به باتری	ثابت: V	$\Delta Q = \Delta C \times V$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$	$\Delta U = \frac{1}{2}\Delta Q \times V$ $\Delta U = \frac{1}{2}\Delta C \times V^2$	$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1}$
خازن جدا از باتری	ثابت: Q	$\Delta V = Q(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1})$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$	$\Delta U = \frac{1}{2}Q \times \Delta V$ $\Delta U = \frac{1}{2}Q^2(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1})$	$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2}$

توان متوسط تخلیهٔ انرژی خازن:

$\bar{P} = \frac{U}{t}$ ← توان متوسط برحسب وات (W)

→ انرژی ذخیره‌شده برحسب ژول (J)

→ زمان برحسب ثانیه (S)

یک تمرین مهم کتاب درسی:

اگر در یک خازن بار q' از { صفحهٔ + به صفحهٔ − / صفحهٔ − به صفحهٔ + } منتقل شود ← $Q_2 = Q_1 - q'$ / $Q_2 = Q_1 + q'$

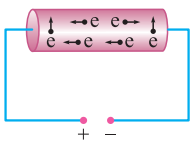
تذکر علامت q' در نظر گرفته می‌شود. Q_2: بار ثانویهٔ خازن Q_1: بار اولیهٔ خازن

AzmonVIP

بخش ۱: جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی

جریان الکتریکی

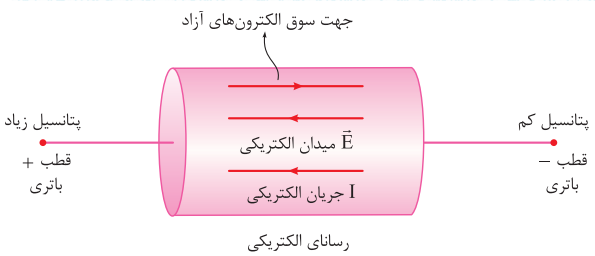
آهنگ شارش بار الکتریکی خالص در یک رسانا

دو سر رسانا اختلاف پتانسیل الکتریکی برقرار نشده است.	دو سر رسانا اختلاف پتانسیل الکتریکی برقرار شده است.
حرکت الکترون‌ها فقط کاتوره‌ای است؛ در همهٔ جهت‌ها، با تندی زیاد ($10^6\ m/s$).	الکترون‌ها ضمن حفظ حرکت کاتوره‌ای خود به سمت پتانسیل بیشتر سوق پیدا می‌کنند.
بار خالص عبوری از هر مقطع رسانا صفر است.	بار خالص عبوری از هر مقطع رسانا صفر نیست.
	
جریان الکتریکی ایجاد نمی‌شود.	جریان الکتریکی ایجاد می‌شود.

نکته

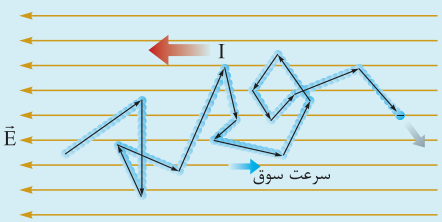
جریان الکتریکی ناشی از شارش بارهای متحرک است، اما همهٔ بارهای متحرک جریان ایجاد نمی‌کنند (باید بار خالص عبوری از سطح مقطع رسانا غیرصفر باشد تا جریان ایجاد شود).

جهت جریان الکتریکی:



نکته

مسیر حرکت الکترون‌ها در حضور اختلاف پتانسیل الکتریکی (و میدان الکتریکی درون رسانا) به صورت شکل زیر زیگزاگی است.



نکته

هنگام برقراری اختلاف پتانسیل، الکترون‌ها همچنان به این‌طرف و آن طرف می‌روند، اما برآیند حرکت آن‌ها در خلاف جهت میدان (به سمت پتانسیل بیشتر) است. در این حالت به سرعت پیشروی الکترون‌ها در خلاف جهت میدان، سرعت سوق می‌گوییم. سرعت سوق خیلی کوچک ($10^{-4}\ m/s$ یا $10^{-5}\ m/s$) است.

نکته

سرعت حرکت هر الکترون: زیاد (در حدود $10^6\ m/s$)
سرعت سوق الکترون‌ها: کم (در حدود $10^{-4}\ m/s$ یا $10^{-5}\ m/s$)

AzmonVIP

جریان الکتریکی متوسط: بار خالص عبوری از مقطع رسانا در واحد زمان

جریان الکتریکی متوسط (آمپر: A)

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

(Δq: بار خالص عبوری (کولن: C)، Δt: زمان (ثانیه: s))

جریان الکتریکی: نرده‌ای، اصلی (آمپر جزء یکاهای اصلی است).

نکته

کولن برابر آمپرثانیه (A.s) است.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I\Delta t \xrightarrow{\text{جای‌گذاری یکاها}} C = A.s \text{ ، کولن} = \text{آمپر} \times \text{ثانیه}$$

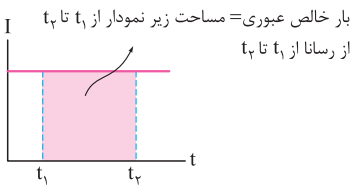
نکته

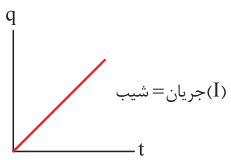
آمپرساعت (Ah) از یکاهای بار الکتریکی و برابر $3600\ C$ است.

کولن (C)	$A \leftarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ ($\Delta q \rightarrow C$، $\Delta t \rightarrow s$)	بار عبوری در مدت ۱ s، وقتی جریان ۱ A است.
آمپرساعت (Ah)	$A \leftarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ ($\Delta q \rightarrow Ah$، $\Delta t \rightarrow h$)	بار عبوری در مدت ۱ h، وقتی جریان ۱ A است.

آمپرساعت باتری: حداکثر باری که باتری از مدار عبور می‌دهد تا به طور ایمن تخلیه شود.

جریان مستقیم: جریانی که اندازه و جهت آن در طی زمان ثابت است.





مقاومت الکتریکی

نشان‌دهندهٔ ممانعت اتم‌های رسانا در برابر عبور الکترون‌های آزاد است.

اختلاف پتانسیل یا ولتاژ دو سر رسانا (ولت: V)

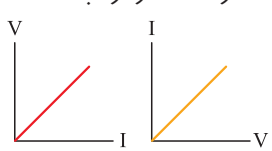
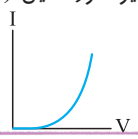
$$R = \frac{V}{I}$$

(R: مقاومت الکتریکی (اهم: Ω)، I: جریان عبوری از رسانا (آمپر: A))

نماد در مدار:

قانون اهم: مقاومت الکتریکی برخی رساناها در دمای معین، ثابت است و به اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن بستگی ندارد.

رسانای اهمی و غیراهمی:

	رسانای اهمی (مقاومت اهمی)	رسانای غیراهمی (مقاومت غیراهمی)
از قانون اهم	پیروی می‌کند.	پیروی نمی‌کند.
مقاومت الکتریکی آن در دمای معین	ثابت است.	ثابت نیست.
مقاومت الکتریکی آن به اختلاف پتانسیل دو سرش	بستگی ندارد.	بستگی دارد.
نمونه	فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی	دیود نورگسیل (LED)
نمودار اختلاف پتانسیل دو سر آن برحسب جریان عبوری از آن (V – I) و برعکس (یعنی I – V)	خط راست گذرا از مبدأ است. 	هر شکلی جز خط راست گذرا از مبدأ می‌تواند باشد. مثل شکل زیر: نمودار دیود نورگسیل (LED) 

AzmonVIP

نکته

چند نکته دربارهٔ رساناهای اهمی:

۱ با تغییر ولتاژ (V) دو سر یا جریان (I) عبوری از آن‌ها، مقاومت الکتریکی‌شان تغییری نمی‌کند.

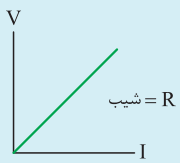
۲ جریان عبوری از آن‌ها با اختلاف پتانسیل دو سرشان متناسب است:

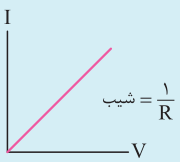
$$R: \text{ثابت} \xrightarrow{R=\frac{V}{I}} I \propto V \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

۳ اگر اختلاف پتانسیل به اندازهٔ ΔV تغییر کند، جریان به اندازهٔ ΔI تغییر می‌کند، که:

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$
↓ مقاومت الکتریکی

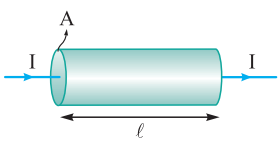
۴ نمودار!





عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رسانای اهمی

در دمای معین مقاومت الکتریکی رسانا به طول (ℓ)، سطح مقطع (A) و جنس (یعنی مقاومت ویژه: ρ) آن بستگی دارد:



مقاومت الکتریکی (اهم: Ω)

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

ℓ: طول رسانا (متر: m)

A: سطح مقطع رسانا (متر مربع: m^2)

ρ: مقاومت ویژه (اهم‌متر: Ω.m)

طول بیشتر رسانا ← تعداد بیشتر برخورد الکترون‌های آزاد به اتم‌های رسانا ← $R \uparrow$

مساحت مقطع بیشتر رسانا ← فضای بیشتر برای عبور الکترون آزاد ← $R \downarrow$

نکته

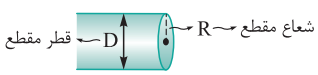
مقاومت ویژه

- وابسته به ساختار اتمی و دمای رسانا
- برای هر ماده در دمای معین عدد ثابتی است.
- هر چه کم‌تر باشد، جسم رساناتر است.

مثل ژرمانیم و سیلیسیم

$\rho_{\text{نارسانا}} > \rho_{\text{نیم‌رسانا}} > \rho_{\text{رسانا}}$

یادآوری مساحت مقطع دایره‌ای سیم‌ها: $A = \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$



رابطهٔ نسبتی:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{\ell_2}{\ell_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{\text{سیم با مقطع دایره‌ای}} \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{\ell_2}{\ell_1} \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

D: قطر سیم‌ها

نکته

اگر با ثابت‌ماندن حجم (یا جرم) سیم، ابعاد آن عوض شود:

$$R \propto \ell^2 \text{ یا } R \propto \frac{1}{A^2} \text{ یا } R \propto \frac{1}{D^4}$$

مثلاً

- اگر با ثابت‌ماندن حجم سیم، آن را آن‌قدر بکشیم تا طولش ۲ برابر شود، مقاومت آن $۲^2 = ۴$ برابر می‌شود.
- اگر سیمی را ذوب کرده و با همان ماده، سیمی با قطر ۲ برابر بسازیم مقاومت آن $\frac{1}{۲^4} = \frac{1}{16}$ برابر می‌شود.

AzmonVIP

نکته

اگر جسم رسانا به صورت مکعب مستطیل باشد:

- ℓ : موازی جریان عبوری
- A : عمود بر جریان عبوری

اثر دما روی مقاومت الکتریکی

رابطهٔ تغییر مقاومت ویژه با تغییر دما

ضریب دمایی مقاومت ویژه ($\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{^\circ C}$) — تغییر مقاومت ویژه (اهم‌متر: $\Omega.m$)

$$\Delta\rho = \rho_\circ \alpha \Delta\theta$$

مقاومت ویژهٔ اولیه (اهم‌متر: $\Omega.m$) — تغییرات دما (K یا $^\circ C$)

رابطهٔ تغییر مقاومت با تغییر دما

تغییر مقاومت (اهم: Ω)

$$\Delta R = R_\circ \alpha \Delta\theta$$

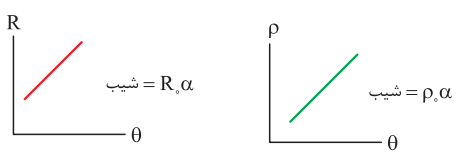
مقاومت اولیه (اهم: Ω)

نکته

چند نکته دربارهٔ دو رابطهٔ بالا:

- تغییرات دما برحسب درجهٔ سلسیوس و کلوین یکسان است.
- تغییر دما ($\Delta\theta$) برابر $\Delta\theta = \theta - \theta_\circ$ است که به $\theta_\circ$ دمای مرجع می‌گوییم (معمولاً دمای مرجع، دمای اتاق است).
- برای پیداکردن مقاومت ویژه یا مقاومت در حالت ثانویه داریم: $R = R_\circ(1+\alpha\Delta\theta)\ ,\ \rho = \rho_\circ(1+\alpha\Delta\theta)$

نمودار مقاومت و مقاومت ویژه برحسب دما



اثر دما روی مقاومت ویژهٔ رساناها

- افزایش دما
  - تعداد حاملان بار (الکترون‌های آزاد): تقریباً ثابت
  - ارتعاشات کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌ها: افزایش
- تعداد برخورد حاملان بار با شبکهٔ اتمی رسانا: افزایش
- مقاومت ویژه: افزایش

AzmonVIP

اثر دما روی مقاومت ویژهٔ نیم‌رساناها

- افزایش دما
  - تعداد حاملان بار: افزایش زیاد
  - تعداد برخوردهای کاتوره‌ای حاملان بار با شبکهٔ اتمی: افزایش کم
- مقاومت ویژه: کاهش

نکته

در دماهای پایین تعداد حاملان بار نیم‌رساناها ناچیز است و نیم‌رسانا مانند یک نارسانا رفتار می‌کند.

نکته

ضریب دمایی مقاومت ویژه (α) نیم‌رساناها منفی است ($\alpha_{\text{نیم‌رسانا}} < 0$).

مقاومت‌های ترکیبی (کربنی)

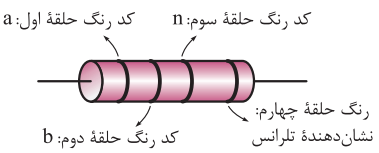
- معمولاً از کربن، برخی نیم‌رساناها و لایه‌های نازک فلزی ساخته می‌شوند.
- در اندازه‌های خاص استانداردی تولید می‌شوند.

محاسبهٔ مقاومت:

مقاومت الکتریکی (اهم: Ω)

$$R = \overline{ab} \times 10^{n}$$

$\overline{ab}$: عدد دورقمی با دهگان a و یکان b



کد رنگی مقاومت‌ها

رنگ	عدد	ضریب	تلرانس
سیاه	۰	۱	
قهوه‌ای	۱	10^{1}	
قرمز	۲	10^{2}	
نارنجی	۳	10^{3}	
زرد	۴	10^{4}	
سبز	۵	10^{5}	
آبی	۶	10^{6}	
بنفش	۷	10^{7}	
خاکستری	۸	10^{8}	
سفید	۹	10^{9}	
طلایی		10^{-1}	٪۵
نقره‌ای		10^{-2}	٪۱۰
بی‌رنگ			٪۲۰

نکته

- حلقهٔ چهارم طلایی، نقره‌ای یا بی‌رنگ است که درصد انحراف مجاز از مقدار محاسبه‌شده را نشان می‌دهد.
- مقاومت را طوری باید گرفت که حلقهٔ تلرانس (که در فاصلهٔ بیشتری از بقیهٔ حلقه‌ها قرار دارد.) سمت راست باشد.
- حلقهٔ سوم هم می‌تواند به رنگ طلایی یا نقره‌ای باشد.

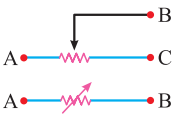
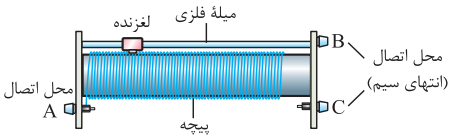
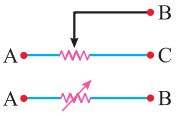
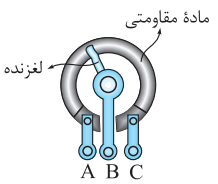
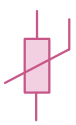
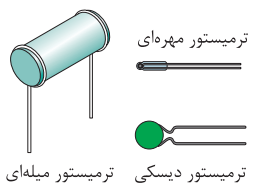
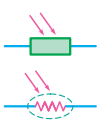
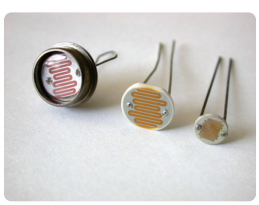
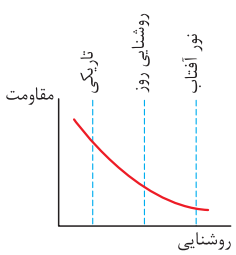
مقاومت‌های پیچه‌ای

- شامل پیچه‌ای از سیم نازک از جنس آلیاژهایی مثل نیکروم و منگانین
- کاربرد: به دست آوردن مقاومت‌های پایین بسیار دقیق و توان‌های بالا

- دو نوع مشهور
  - رئوستا
  - پتانسیومتر
- هر دو نوعی مقاومت متغیر هستند.

AzmonVIP

مقاومت‌های خاص

نام مقاومت	نماد یا نمادها در مدار	تصویر	نکات و کاربرد
رئوستا			۱) رئوستا یک مقاومت متغیر پیچه‌ای است. ۲) اگر ورودی جریان به رئوستا محل اتصال A و خروجی جریان از رئوستا اتصال B باشد، با حرکت لغزنده به سمت B، مقاومت رئوستا افزایش می‌یابد.
پتانسیومتر			۱) در مدارهای الکترونیکی همانند رئوستا به عنوان یک مقاومت متغیر به کار می‌رود. ۲) اگر ورودی جریان به پتانسیومتر محل اتصال A و خروجی جریان از پتانسیومتر B باشد، با حرکت لغزنده در جهت ساعتگرد، مقاومت پتانسیومتر افزایش می‌یابد.
ترمیستور			۱) بستگی مقاومت الکتریکی ترمیستور به دما با مقاومت‌های الکتریکی معمولی تفاوت دارد. ۲) اغلب به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما، مانند زنگ خطر آتش، دماپاها و دماسنج‌ها استفاده می‌شود. ۳) در ابعاد کوچک ساخته می‌شوند.
مقاومت‌های نوری (LDR)			۱) مقاومت الکتریکی LDR به نور تابیده‌شده به آن بستگی دارد و با افزایش شدت نور، مقاومت آن کم می‌شود. ۲) از LDR در چشم‌های الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل‌کننده‌های خودکار و چراغ‌های روشنایی خیابان‌ها استفاده می‌شود. ۳) نمودار مقاومت برحسب روشنایی یک LDR به صورت زیر است: 
دیود			۱) جریان را تنها از یک سو عبور می‌دهد و به همین دلیل اغلب یکسوکنندهٔ جریان نامیده می‌شود. ۲) پیکان در نماد دیود، جهتی را نشان می‌دهد که جریان می‌تواند از آن عبور کند. ۳) از دیود در مدارهای یکسوکننده برای تبدیل جریان‌های متناوب به جریان‌های مستقیم استفاده می‌شود.

AzmonVIP

نام مقاومت	نماد یا نمادها در مدار	تصویر	نکات و کاربرد
دیود نورگسیل (LED)			۱) در این دیودها از نیم‌رساناهایی استفاده می‌شود که انرژی الکتریکی را به نور تبدیل می‌کنند. ۲) LEDها در مقایسه با لامپ‌های روشنایی معمولی، توان الکتریکی کمی مصرف می‌کنند و در عوض، نور قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کنند و عمر طولانی‌تری دارند. ۳) در چراغ‌های خودرو، روشنایی منازل و تابلوهای تبلیغاتی از LED استفاده می‌شود. ۴) برای روشن‌شدن LED، پایهٔ بلند آن باید به قطب مثبت باتری و پایهٔ کوتاه آن بایدبه قطب منفی باتری وصل شود.

بخش ۲: مدار تک‌حلقه

نیروی محرکهٔ الکتریکی (ε یا emf)

کار انجام‌شده توسط منبع نیروی محرکه (همان باتری!) روی واحد بار الکتریکی مثبت برای انتقال آن از پایانهٔ ⊖ (با پتانسیل کم‌تر) به پایانهٔ ⊕ (با پتانسیل بیشتر):

کار انجام‌شده توسط منبع نیروی محرکه (ژول: J)
$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q}$$
بار عبوری از منبع نیروی محرکه (کولن: C) — نیروی محرکه (ولت: V)

- رابطهٔ بالا نتیجه‌ای از رابطهٔ $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ است.

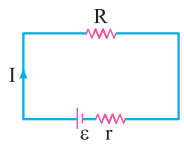
انواع منبع نیروی محرکه (باتری)

	مقاومت درونی	نماد در مدار	اختلاف پتانسیل دو سر
آرمانی	ندارد. $(r = 0)$		$V_{\text{باتری}} = \varepsilon$
واقعی	دارد. $(r \neq 0)$		$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI$

محاسبهٔ جریان در مدار تک‌حلقهٔ (با یک باتری و یک مقاومت)

نیروی محرکهٔ منبع (باتری) (ولت: V) — جریان عبوری از مدار (آمپر: A)
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R}$$
مقاومت خارجی (اهم: Ω) — مقاومت درونی (اهم: Ω)

- جریان از پایانهٔ ⊕ باتری خارج می‌شود.



AzmonVIP

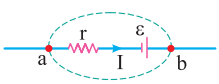
حرکت در مدار برای تعیین اختلاف پتانسیل دو نقطه

- عبور از مقاومت
  - حرکت در جهت جریان: $-RI$
  - حرکت در خلاف جهت جریان: $+RI$
- عبور از باتری
  - حرکت از قطب ⊕ به قطب ⊖ : $-\varepsilon$
  - حرکت از قطب ⊖ به قطب ⊕ : $+\varepsilon$

هنگام عبور از باتری جهت جریان اهمیت ندارد.

اختلاف پتانسیل دو سر باتری ($V_{باتری}$)

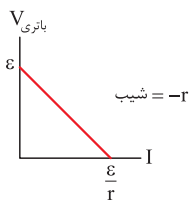
منظور از $V_{باتری}$ اختلاف پتانسیل دو نقطهٔ a و b ($V_b - V_a$) در شکل زیر است:



$V_{باتری} = \varepsilon - rI$

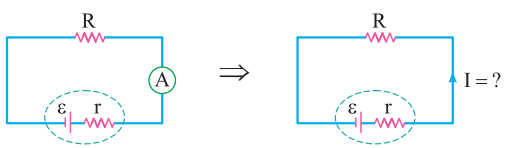
- $V_{باتری}$: اختلاف پتانسیل دو سر باتری (ولت: V)
- ε: نیروی محرکهٔ باتری (ولت: V)
- r: مقاومت درونی باتری (اهم: Ω)
- I: جریان عبوری از باتری (آمپر: A)

نمودار $V_{باتری} - I$



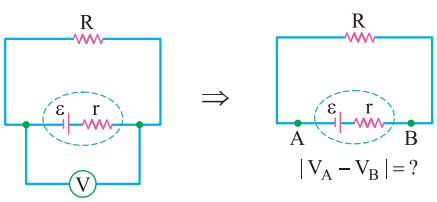
آمپرسنج

- وسیله‌ای برای نشان‌دادن جریان عبوری از یک شاخه از مدار
- نماد: Ⓐ
- مقاومت الکتریکی: بسیار کم ← مقاومت آمپرسنج آرمانی: صفر
- در مدار می‌توان آن را به سیم بدون مقاومت تبدیل کرد.



ولت‌سنج

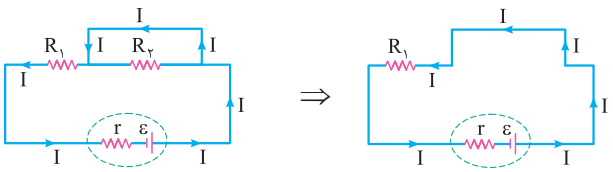
- وسیله‌ای برای نشان‌دادن اختلاف پتانسیل دو نقطه در مدار
- نماد: Ⓥ
- مقاومت الکتریکی: بسیار زیاد ← مقاومت ولت‌سنج آرمانی: بی‌نهایت (ولت‌سنج آرمانی اجازهٔ عبور جریان از شاخهٔ خود را نمی‌دهد.)
- در مدار می‌توان آن را حذف و اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ای که به آن دو وصل شده است را محاسبه کرد.



AzmonVIP

اتصال کوتاه

اتصال دو سر یک قطعه از مدار با سیم بدون مقاومت ← عدم عبور جریان از آن قطعه ← حذف قطعه از مدار

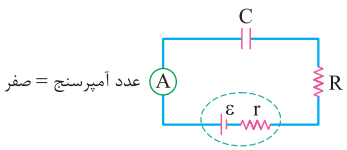


نکته

اگر دو سر قطعه‌ای در مدار با آمپرسنج آرمانی به هم وصل باشد، قطعه دچار اتصال کوتاه می‌شود.

حضور خازن پرشده در مدار

خازن پرشده اجازهٔ برقراری جریان در شاخهٔ خود را نمی‌دهد.



حضور کلید k در مدار

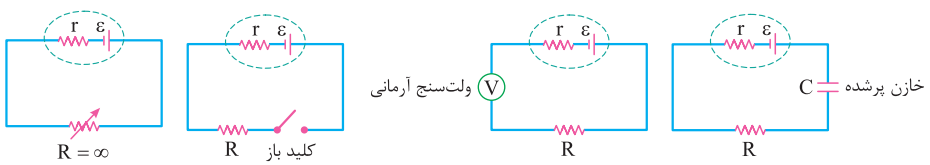
با قطع و وصل کلید، مدار در دو حالت مختلف باید بررسی شود.

بررسی دو حالت خاص در مدار تک‌حلقه

الف) وقتی جریان عبوری از باتری صفر است:

$$I = 0 \qquad V_{\text{باتری}} = \varepsilon$$

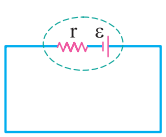
مثل مدارهای مقابل:



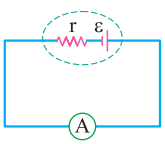
ب) وقتی مقاومت خارجی مدار صفر است:

$$I = \frac{\varepsilon}{r} \qquad V_{\text{باتری}} = 0$$

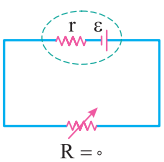
مثل مدارهای زیر:



اتصال دو سر باتری به هم با سیم بدون مقاومت



آمپرسنج آرمانی



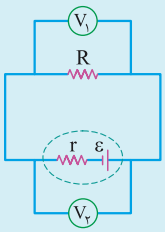
مقدار مقاومت متغیر: صفر

نکته

- افت پتانسیل در مقاومت = اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت در مدار $= RI$
- افت پتانسیل در باتری = افت پتانسیل در مقاومت درونی باتری $= rI$

نکته

در مدار شکل روبه‌رو اختلاف پتانسیل دو سر باتری با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی برابر است.

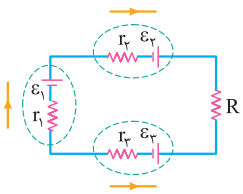


عدد ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 برابر است: $V_{\text{باتری}} = V_R$

یعنی $\varepsilon - rI = RI$ است.

مدار تک‌حلقه با چند باتری

جریان در مدار تک‌حلقه با چند باتری:



الف) جهت جریان: نیروی محرکهٔ باتری‌های هم‌جهت را با هم جمع می‌کنیم. جریان در مدار در جهتی است که باتری‌های قوی‌تر تعیین می‌کنند. در مدار روبه‌رو ε_1 و ε_2 هم‌جهت و در خلاف جهت ε_3 است. اگر $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 > \varepsilon_3$ باشد، جریان ساعتگرد و اگر $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 < \varepsilon_3$ باشد، جریان پادساعتگرد خواهد بود.

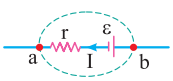
ب) اندازهٔ جریان:

$$I = \frac{\text{جمع جبری نیروهای محرکه}}{\text{جمع مقاومت‌های درونی و خارجی}}$$

در مدار بالا: $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 > \varepsilon_3$ با فرض $\Rightarrow I = \dfrac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3}{r_1 + r_2 + r_3 + R}$

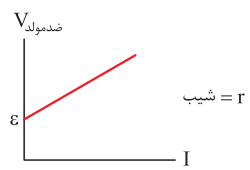
مولد در حال شارژ (ضدمولد!)

اگر جریان به شکل زیر از پایانهٔ ⊖ مولد خارج شود، مولد در حال دریافت انرژی از مدار است (مثل باتری در حال شارژ).



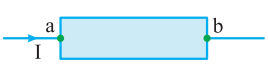
$$V_{\text{ضدمولد}} = \varepsilon + rI$$

نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد در حال شارژ برحسب جریان عبوری از آن:



بخش ۳: توان الکتریکی

توان الکتریکی یک وسیلهٔ رسانا



توان الکتریکی (وات: W)

$$P = V\ I$$

اختلاف پتانسیل دو سر رسانا، یعنی $|V_a - V_b|$ (ولت: V) — جریان عبوری از رسانا (آمپر: A)

این رابطه برای هر وسیلهٔ رسانایی قابل استفاده است.

- اگر جریان عبور از رسانا از پتانسیل { بیشتر به کم‌تر / کم‌تر به بیشتر } باشد، انرژی الکتریکی { وارد رسانا / از رسانا خارج } می‌شود.

انرژی الکتریکی

انرژی الکتریکی (ژول: J)

$$U = P\ t$$

توان الکتریکی (وات: W) — زمان (ثانیه: s)

AzmonVIP

نکته

کیلووات‌ساعت (kWh) از یکاهای انرژی و معادل $3/6\times10^{6}$ J است. گاهی بهتر است از یکاهای زیر استفاده کنیم:

کیلووات‌ساعت (kWh)

$$U = P\ t$$

کیلووات (kW) — ساعت (h)

توان الکتریکی مقاومت (توان مصرفی مقاومت)

$$P = RI^{2} = VI = \frac{V^{2}}{R}$$

توان مصرفی مقاومت (وات: W)

R: مقاومت الکتریکی برحسب اهم (Ω)

V: اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت برحسب ولت (V)

I: جریان عبوری از مقاومت برحسب آمپر (A)

تذکر با توجه به داده‌های تست از یکی از رابطه‌های بالا استفاده می‌کنیم.

نکته

مقاومت‌ها توان الکتریکی را دریافت و آن را به سایر انرژی‌ها (مثل گرما) تبدیل می‌کنند.

توان اسمی (P_s)، ولتاژ اسمی (V_s)

این دو عدد روی وسیله‌های برقی حک می‌شوند.

ولتاژ اسمی (V_s): ولتاژ مناسب برای وسیله (وسیله می‌تواند به ولتاژ دیگری وصل شود. ولتاژ واقعی وسیله را با V نشان می‌دهیم.)

$V = V_s$ ← وسیله با توان بیشینه یعنی همان توان اسمی (P_s) کار می‌کند.

$V < V_s$ ← توان مصرفی وسیله از توان اسمی آن کم‌تر خواهد بود.

$V > V_s$ ← وسیله آسیب می‌بیند.

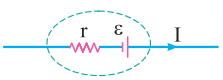
نکته

اگر وسیله به جای ولتاژ اسمی (V_s) به ولتاژ دیگری (V) وصل شود، توان آن (با فرض ثابت‌بودن مقاومت وسیله) از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\frac{P}{P_s} = \left(\frac{V}{V_s}\right)^{2}$$

توان منبع نیروی محرکه (باتری)

برای باتری شکل روبه‌رو سه توان تعریف می‌شود:



$P_{\text{تولیدی}} = \varepsilon I$: توان کل: توان تولیدی

$P_{\text{تلف}} = rI^{2}$: توان مصرفی: توان غیرمفید: توان تلف‌شده

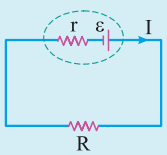
$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^{2}$: توان مفید: توان خروجی

ε: نیروی محرکهٔ باتری برحسب ولت (V)، r: مقاومت درونی باتری برحسب اهم (Ω)، I: جریان عبوری از باتری برحسب آمپر (A)

تذکر در واقع باتری توان εI را تولید می‌کند، توان rI^{2} را خودش مصرف می‌کند و بقیه، یعنی توان $\varepsilon I - rI^{2}$ را به مدار می‌دهد.

نکته

در مدار زیر طبق قانون پایستگی انرژی:



توان مصرفی مقاومت خارجی = توان خروجی باتری

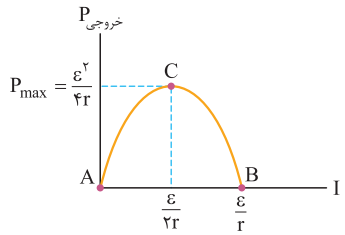
$P_{\text{خروجی}} = P_R$

$\varepsilon I - rI^{2} = RI^{2}$

AzmonVIP

نمودار توان خروجی باتری برحسب جریان

طبق رابطهٔ $P_{خروجی} = \varepsilon I - rI^2$، نمودار $P_{خروجی} - I$ به شکل سهمی مقابل است:

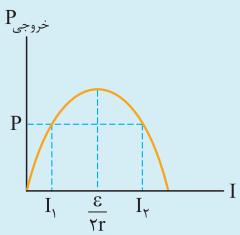


بررسی سه نقطهٔ مهم در نمودار:

نقطه	جریان	توان خروجی	توضیح
A	صفر	صفر	باتری اصلاً انرژی تولید نمی‌کند!
B	$\frac{\varepsilon}{r}$	صفر	دو سر باتری با سیم بدون مقاومت به هم وصل است. مصرف‌کننده‌ای وجود ندارد. باتری هر چه تولید می‌کند، خودش مصرف می‌کند.
C	$\frac{\varepsilon}{2r}$	$P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$	وقتی ایجاد می‌شود که مقاومت خارجی و درونی برابر باشد $(r = R)$.

نکته

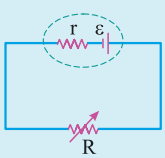
با توجه به تقارن سهمی، اگر به ازای جریان‌های متمایز I_1 و I_2، توان خروجی باتری یکسان باشد داریم:



$$\frac{\varepsilon}{2r} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

نکته

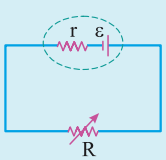
در مدار شکل زیر، هر چه مقدار مقاومت خارجی به مقدار مقاومت درونی باتری نزدیک‌تر باشد، توان خروجی باتری بیشتر است. مثلاً اگر $r = 5\,\Omega$ باشد:



تغییرات مقاومت خارجی	چگونگی تغییر توان خروجی	دلیل
از $1\,\Omega$ به $4\,\Omega$	افزایش	R به r نزدیک می‌شود.
از $6\,\Omega$ به $8\,\Omega$	کاهش	R از r دور می‌شود.
از $2\,\Omega$ به $6\,\Omega$	ابتدا افزایش و سپس کاهش	R ابتدا به r نزدیک و سپس از آن دور می‌شود.

نکته

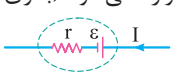
در مدار شکل زیر اگر به ازای دو مقدار R_1 و R_2 برای مقاومت متغیر، توان خروجی باتری یکسان باشد، داریم:



$$r_1 r_2 = R^2$$

توان ورودی مولد در حال شارژ

اگر باتری در مداری باشد و جریان از پایانهٔ منفی آن خارج شود، نه تنها انرژی الکتریکی از آن خارج نمی‌شود، بلکه به آن وارد می‌شود (باتری در حال شارژ است، ضدمولد!)



AzmonVIP

در این حالت:

این جزء در باتری تلف می‌شود. — این جزء از توان در باتری ذخیره می‌شود.

$$P_{\text{ورودی}} = \varepsilon I + rI^{2}$$

$P_{\text{ورودی}}$: توان واردشده به باتری در حال شارژ

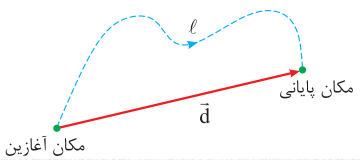
ε: نیروی محرکهٔ باتری برحسب ولت (V)، r: مقاومت درونی باتری برحسب اهم (Ω)، I: جریان عبوری از باتری برحسب آمپر (A)

AzmonVIP

فیزیک دوازدهم

بخش ۱: شناخت حرکت

مسافت و جابه‌جایی

مسافت (ℓ)	جابه‌جایی ($\vec{d}$)
طول مسیر طی‌شده	پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین را به مکان پایانی وصل می‌کند.
از جنس طول، یکا در SI: متر (m)	از جنس طول، یکا در SI: متر (m)
به مسیر حرکت بستگی دارد.	به مسیر حرکت بستگی ندارد.
نرده‌ای، جهت ندارد.	برداری، جهت دارد.
همواره $\ell \geq d$	

شرط برابری مسافت با اندازهٔ جابه‌جایی:
اولاً: حرکت روی خط راست باشد. ثانیاً: جهت حرکت عوض نشود.

تندی متوسط و سرعت متوسط

تندی متوسط	سرعت متوسط
مسافت طی‌شده در واحد زمان	جابه‌جایی در واحد زمان
$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$	$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$
یکا در SI: متر بر ثانیه (m / s)	یکا در SI: متر بر ثانیه (m / s)
نرده‌ای، جهت ندارد.	برداری، جهت دارد.
به مسیر حرکت بستگی دارد.	به مسیر حرکت بستگی ندارد.

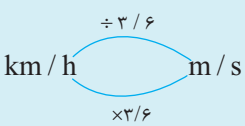
نکته

چند نکته:

۱) همواره: $s_{av} \geq |\vec{v}_{av}|$

۲) شرط برابری تندی متوسط با اندازهٔ سرعت متوسط (همان شرط‌های برابری مسافت و اندازهٔ جابه‌جایی):
اولاً: حرکت روی خط راست باشد. ثانیاً: جهت حرک تغییر نکند.

۳) کیلومتر بر ساعت (km / h)، یکای متداول دیگر سرعت است.

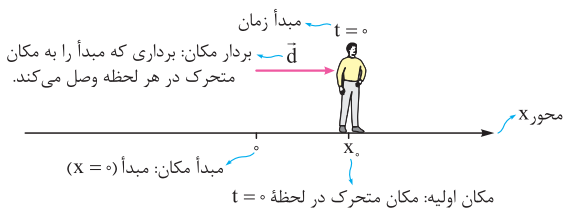


$72\ km/h = 20\ m/s$ و $54\ km/h = 15\ m/s$ و $36\ (km/h) = 10\ m/s$ و $18\ (km/h) = 5\ m/s$

حرکت روی محور x

معادلهٔ مکان ـ زمان:

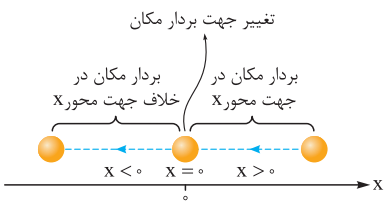
تابعی که ورودی آن زمان (t) و خروجی آن مکان (x) است: $x = f(t)$



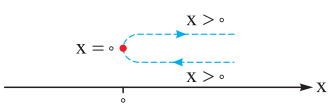
AzmonVIP

جهت بردار مکان	علامت x	موقعیت متحرک
به سمت راست در جهت محور x (در جهت مثبت محور x)	$x > 0$	جسم در xهای مثبت قرار دارد.
به سمت چپ در خلاف جهت محور x (در جهت منفی محور x)	$x < 0$	جسم در xهای منفی قرار دارد.

تغییر جهت بردار مکان ↔ عبور متحرک از مبدأ ↔ x برابر صفر شده و علامت آن عوض شود.



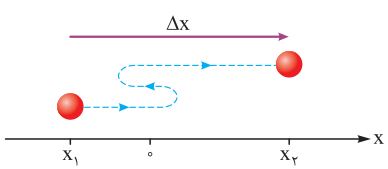
تذکر اگر x برابر صفر شده ولی علامت آن عوض نشود، جسم به مبدأ می‌رسد، اما از آن عبور نمی‌کند (برمی‌گردد).



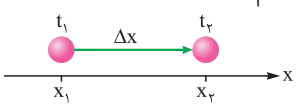
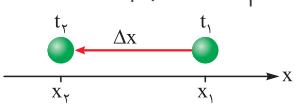
چند اصطلاح زمانی مهم

اصطلاح	معنی (تمام مقادیر برحسب ثانیه هستند.)	مثال
$t = k$	یعنی لحظه‌ای که زمان‌سنج مقدار k را نشان می‌دهد.	لحظهٔ $t = 2s$ یعنی لحظه‌ای که زمان‌سنج 2s را نشان می‌دهد.
ثانیهٔ nام	یعنی بازهٔ زمانی $t_1 = n-1$ تا $t_2 = n$	ثانیهٔ چهارم یعنی بازهٔ زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 4s$
m ثانیهٔ اول	یعنی بازهٔ زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = m$	۸ ثانیهٔ اول یعنی بازهٔ زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 8s$
m ثانیهٔ nام	یعنی بازهٔ زمانی $t_1 = m(n-1)$ تا $t_2 = mn$	۳ ثانیهٔ چهارم یعنی بازهٔ زمانی $t_1 = 9s$ تا $t_2 = 12s$
شروع ثانیهٔ nام	یعنی لحظهٔ $t = n-1$	شروع ثانیهٔ ششم یعنی لحظهٔ $t = 5s$
پایان ثانیهٔ nام	یعنی لحظهٔ $t = n$	پایان ثانیهٔ ششم یعنی لحظهٔ $t = 6s$

جابه‌جایی در حرکت روی محور x



$$\Delta x = x_2 - x_1$$

جهت بردار جابه‌جایی	علامت Δx	شکل	نکته
به سمت راست در جهت محور x در جهت مثبت محور x	$\Delta x > 0$	جسم به سمت راست جابه‌جا شده. 	مسیر حرکت هر چیزی می‌تواند باشد.
به سمت چپ در خلاف جهت محور x در جهت منفی محور x	$\Delta x < 0$	جسم به سمت چپ جابه‌جا شده. 	

AzmonVIP

سرعت متوسط در حرکت روی محور x

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$ ← سرعت متوسط: متر بر ثانیه (m/s)
Δx → جابه‌جایی: متر (m)
Δt → زمان: ثانیه (s)

نکته

علامت (جهت) سرعت متوسط و جابه‌جایی همیشه یکسان است.

سرعت لحظه‌ای، تندی لحظه‌ای

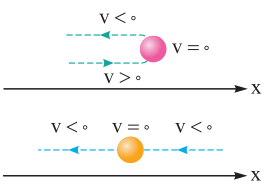
تندی لحظه‌ای (s) یا تندی	سرعت لحظه‌ای ($\vec{v}$) یا سرعت
نرده‌ای، جهت ندارد.	برداری، جهت دارد. جهت: مماس بر مسیر حرکت
همواره: تندی لحظه‌ای = اندازهٔ سرعت لحظه‌ای، $s = \lvert \vec{v} \rvert$	

معادلهٔ سرعت ـ زمان: تابعی که ورودی آن زمان (t)، خروجی آن سرعت (v) است: $v = f(t)$
در حرکت روی محور x:

علامت سرعت	جهت حرکت	شکل
مثبت	در جهت محور x به سمت راست	$v > 0$ ، x
منفی	در خلاف جهت محور x به سمت چپ	$v < 0$ ، x

شرط تغییر جهت حرکت

سرعت برابر صفر شده و علامت آن عوض شود.



تذکر اگر سرعت صفر شده، ولی علامت آن عوض نشود، یعنی متحرک متوقف شده، اما جهت حرکتش عوض نشده (یعنی در همان جهت ادامه داده است).

شتاب ($\vec{a}$)

شتاب یعنی آهنگ تغییر سرعت

- سرعت ثابت ← $a = 0$
- سرعت متغیر (می‌تواند اندازهٔ سرعت یا جهت سرعت یا هر دو متغیر باشد.) ← $a \neq 0$

تذکر هر حرکتی که روی مسیر مستقیم نباشد، حتماً شتاب‌دار است (چون جهت حرکت آن پیوسته عوض می‌شود).

شتاب متوسط ($\vec{a}_{av}$)

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \xrightarrow{\text{در حرکت روی محور x}} a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

v_1: سرعت در لحظهٔ t_1
v_2: سرعت در لحظهٔ t_2

تذکر به علامت v_1 و v_2 دقت کن!

نکته

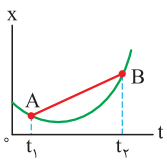
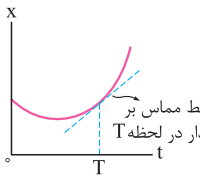
علامت (جهت) شتاب متوسط و تغییر سرعت همیشه یکسان است.

AzmonVIP

حرکت تندشونده و کندشونده

نوع حرکت	مفهوم	علامت سرعت و شتاب
تندشونده	تندی (اندازهٔ سرعت): در حال افزایش	هم‌علامت (هم‌جهت)
کندشونده	تندی (اندازهٔ سرعت): در حال کاهش	با علامت مختلف (در جهت مخالف هم)

نمودار مکان ـ زمان

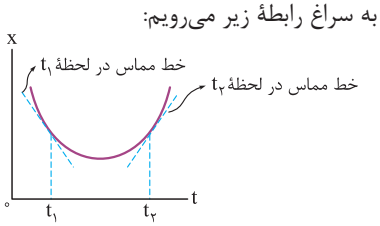
سرعت متوسط	سرعت لحظه‌ای
شیب خط واصل دو نقطه	شیب خط مماس در یک نقطه
	
شیب خط AB سرعت متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ $V_{av(t_۱,t_۲)}$	شیب خط‌چین مماس سرعت در لحظهٔ T V_T

نکته

اگر نمودار مکان ـ زمان خطی باشد ← شیب: ثابت ← سرعت: ثابت ← سرعت متوسط در هر بازه با سرعت لحظه‌ای در هر لحظه برابر است.

محاسبهٔ شتاب متوسط در نمودار مکان ـ زمان

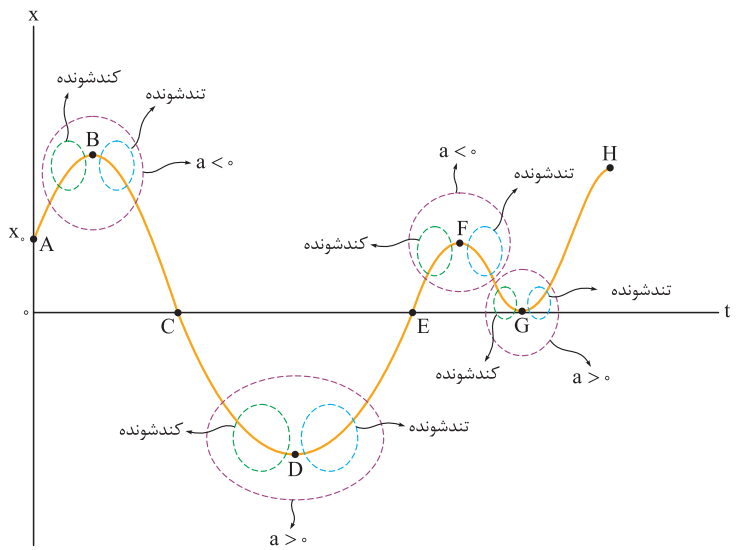
ابتدا به کمک شیب خط مماس، سرعت لحظه‌ای در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ را به دست می‌آوریم و بعد به سراغ رابطهٔ زیر می‌رویم:

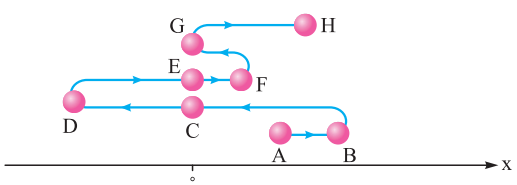


شیب خط مماس در لحظهٔ $t_۱$ ← → شیب خط مماس در لحظهٔ $t_۲$

$$a_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱}$$

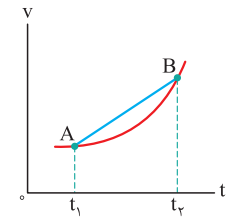
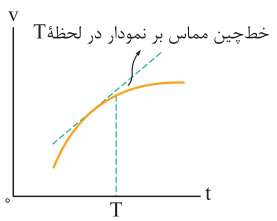
AzmonVIP

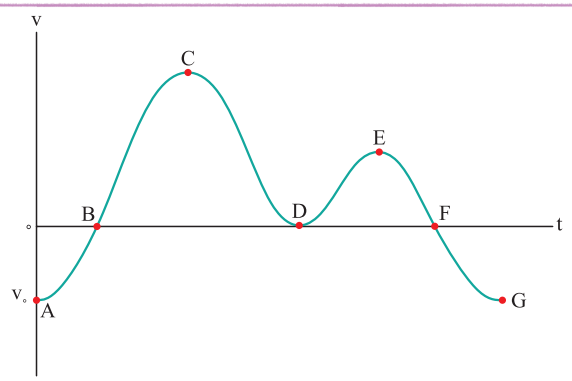


سوژه	نشانه در نمودار مکان ـ زمان	نمونه در نمودار بالا
$x > 0$، بردار مکان در جهت محور x	بالای محور t	A تا C، E تا G، G تا H
$x < 0$، بردار مکان در خلاف جهت محور x	پایین محور t	C تا E
$x = 0$، متحرک روی مبدأ است.	منطبق بر محور t	C, E, G
عبور از مبدأ	x برابر صفر شده و علامت آن تغییر کند.	C و E (در نقطهٔ G به مبدأ رسیده، ولی از آن عبور نکرده.)
حرکت در جهت محور x $(v > 0)$	شیب نمودار مثبت باشد. نمودار صعودی باشد.	A تا B، D تا F، G تا H
حرکت در خلاف جهت محور x $(v < 0)$	شیب نمودار منفی باشد. نمودار نزولی باشد.	B تا D، F تا G
تغییر جهت حرکت	قله‌ها و دره‌ها، نقاط اکسترمم	B, D, F, G
شتاب در جهت محور x $(a > 0)$	تقعر نمودار رو به بالا، این‌جوری: ∪ و ⌣ و ...	روی نمودار مشخص شده!
شتاب در خلاف جهت محور x $(a < 0)$	تقعر نمودار رو به پایین، این‌جوری: ∩ و ⌢ و ...	روی نمودار مشخص شده!
حرکت تندشونده	بلافاصله بعد از قله و دره	روی نمودار مشخص شده!
حرکت کندشونده	بلافاصله قبل از قله و دره	روی نمودار مشخص شده!
مسیر حرکت متحرک:		

AzmonVIP

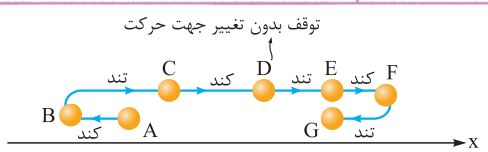
نمودار سرعت ـ زمان

شتاب متوسط	شتاب لحظه‌ای
شیب خط واصل دو نقطه	شیب خط مماس بر یک نقطه
	
شیب خط AB = شتاب متوسط در بازهٔ t_1 تا t_2 $= a_{av(t_1,t_2)}$	شیب خط‌چین مماس = شتاب در لحظهٔ T $= a_T$



سوژه	نشانه در نمودار سرعت ـ زمان	نمونه در نمودار بالا
حرکت در جهت محور x	بالای محور t	B تا D، D تا F
حرکت در خلاف جهت محور x $(v<0)$	پایین محور t	A تا B، F تا G
سکون! $(v=0)$	منطبق بر محور x	B, D, F
تغییر جهت حرکت	قطع محور t	B و F (در نقطهٔ D متحرک متوقف شده، اما جهت حرکت آن عوض نشده!)
شتاب در جهت محور x $(a>0)$	شیب نمودار مثبت باشد. نمودار صعودی باشد.	A تا C، D تا E
شتاب در خلاف جهت محور x $(a<0)$	شیب نمودار منفی باشد. نمودار نزولی باشد.	C تا D، E تا G
تغییر جهت شتاب متحرک	قله‌ها و دره‌ها، نقاط اکسترمم	C, D, E
حرکت تندشونده	دورشدن از محور t	B تا C، D تا E، F تا G
حرکت کندشونده	نزدیک‌شدن به محور t	A تا B، C تا D، E تا F

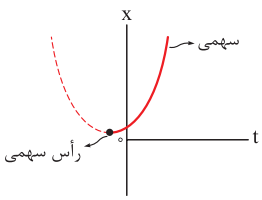
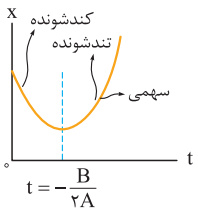
مسیر حرکت متحرک:



نمودار $v-t$ (به تنهایی) مکان متحرک را مشخص نمی‌کند!

AzmonVIP

معادلهٔ مکان ـ زمان درجه‌دو ($x = At^2 + Bt + C$)

حالت اول	حالت دوم
A و B هم‌علامت	A و B با علامت متفاوت
جهت حرکت عوض نمی‌شود.	جهت حرکت در لحظهٔ $t = \frac{-B}{2A}$ عوض می‌شود.
حرکت پیوسته تندشونده	حرکت قبل از لحظهٔ $t = \frac{-B}{2A}$ کندشونده و پس از آن تندشونده
نمونه‌ای از نمودار مکان ـ زمان 	نمونه‌ای از نمودار مکان ـ زمان 

AzmonVIP

بخش ۲: حرکت با سرعت ثابت

ویژگی‌ها:

۱) تندی: ثابت

۲) جهت حرکت: هرگز تغییر نمی‌کند ← اندازهٔ جابه‌جایی = مسافت ← اندازهٔ سرعت متوسط = تندی متوسط

۳) سرعت متوسط در هر بازه با سرعت لحظه‌ای در هر لحظه برابر است ← $v_{av} : v$

۴) اندازهٔ جابه‌جایی (و مسافت) با زمان متناسب است.

۵) شتاب = صفر

معادلهٔ مکان ـ زمان:

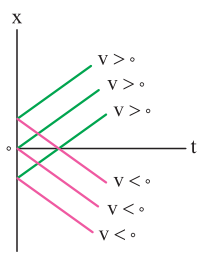
$x = vt + x_0$ (سرعت، مکان، زمان، مکان اولیه)

جابه‌جایی با سرعت ثابت:

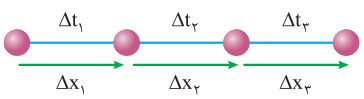
$\Delta x = v\Delta t$

نمودار مکان ـ زمان

خطی به شیب v و عرض از مبدأ x_0



حرکت چندمرحله‌ای با سرعت ثابت



$$v_{av} = \frac{\Delta x_{کل}}{\Delta t_{کل}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3}$$

($\Delta x_1 = v_1 \Delta t_1$, $\Delta t_1 = \frac{\Delta x_1}{v_1}$)

تذکر اگر در مرحله‌ای جهت حرکت تغییر کرده باشد Δx را برای آن مرحله، منفی در نظر می‌گیریم.

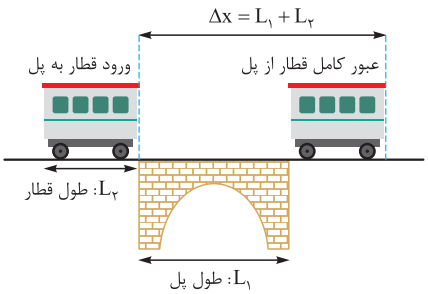
نکته

برای محاسبهٔ تندی متوسط باید مسافت کل را حساب کرد و بعد به سراغ $s_{av} = \frac{\ell_{کل}}{\Delta t_{کل}}$ رفت.

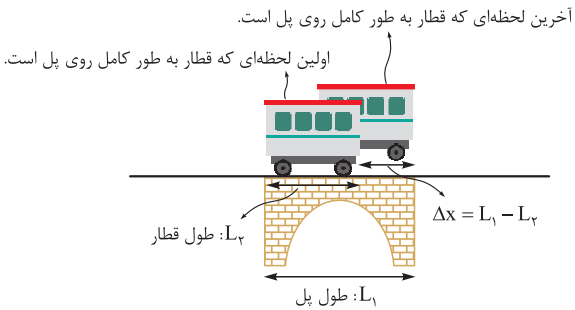
AzmonVIP

عبور قطار از پل (یا تونل)

الف) عبور کامل قطار از پل:



ب) قرارگرفتن کامل قطار روی پل:



AzmonVIP