



۲۴

جمع‌بندی در ساعت

فیزیک جامع

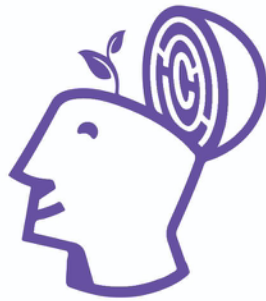
از سری کتاب‌های جمع‌بندی در ۲۴ ساعت

سینا بگی، ارسلان رحمانی



- بررسی تمام نکات حفظی و مفهومی کتاب درسی
- مرور سریع فرمول‌های مهم کتاب درسی
- بررسی سوالات نکته‌دار و مهم کنکور های سراسری و کتاب درسی
- پاسخنامه کاملاً تشریحی سؤالات

به نام خدا



گروه آموزشی ماز

به سری کتاب های جمع بندی در **دیی ماز**، خوش آمدید...

اشتراک بی‌نهایت

"یک اشتراک، بی‌نهایت محتوا"

دیجی‌ماز یعنی کتاب‌خانه دیجیتال ماز و شما با تهیه یک اشتراک بی‌نهایت با هزینه‌ای کمتر از یک جلد کتاب، می‌تونید برای همیشه، به همه کتاب‌ها و محتوای متنی و صوتی دیجی‌ماز دسترسی داشته باشید. ممنون از اینکه با استفاده قانونی از کتاب‌های دیجی‌ماز و تهیه اشتراک، به ما انگیزه میدین تا کتاب‌های بیشتری رو براتون آماده کنیم.

پ ن: با توجه به هزینه روزافزون کتاب‌های کاغذی، کاملاً درکتون می‌کنیم که چقدر تهیه کتاب سخت شده و به همین خاطر، اشتراک بی‌نهایت دیجی‌ماز رو معرفی کردیم. اما با وجود هزینه اندک، اگر باز هم برای تهیه اشتراک دیجی‌ماز مشکل مالی دارین، به ما پیام بدین تا شما رو بررسی کنیم.

ارتباط مستقیم با دیجی‌ماز



Digimaze_org



DIGIMAZESUPP



۰۲۱۹۱۳۰۶۰۶۰



DIGIMAZESUPP



فهرست مطالب

فیزیک دهم

- فصل ۱: فیزیک و اندازه گیری ۴
- فصل ۲: فشار و ویژگی های ماده ۱۱
- فصل ۳: کار، انرژی و توان ۲۲
- فصل ۴: دما و گرما ۳۱

فیزیک یازدهم

- فصل ۱: الکتریسیته ساکن ۴۲
- فصل ۲: الکتریسیته جاری و مدارهای الکتریکی ۵۲
- فصل ۳: مغناطیس و القاء ۶۲

فیزیک دوازدهم

- فصل ۱: حرکت شناسی ۸۰
- فصل ۲: دینامیک ۹۴
- فصل ۳: نوسان ۱۰۵
- فصل ۴: موج ۱۱۴
- فصل ۵: فیزیک اتمی و هسته ای ۱۲۵





سخن مولف

دوست عزیزم سلام .

در همه‌ی سال‌های تدریسم خیلی دانش‌آموزان با استعدادی داشتم که در طول سال هم عملکرد خیلی خوبی در امتحان‌ها و آزمون‌ها داشتن ولی اکثراً سر جلسه کنکور یا توی امتحانات نهایی نمی‌تونستن همون نتیجه را تکرار کنند. مشکل اصلی (که شاید خودت هم باهاش مواجه شده باشی) زمانی هست که قراره توی امتحانات کلی یا آزمون‌های جامع شرکت کنند. در واقع بچه‌ها وقتی با حجم زیاد مطلب روبرو می‌شن عملکردشون خیلی ضعیف‌تر میشه .

چیزی که باید بدونی این هست که جمع‌بندی مطالب تکنیک خاص خودشو داره. برای جمع‌بندی باید سعی کنی در زمان کمی که داری همه‌ی مطالب کلیدی و سوال خیز رو مرور کنی؛ چه برای کنکور چه برای امتحانات نهایی که الان به اندازه‌ی خود کنکور مهم هستن .

کتابی که الان در اختیارت تمام مفاهیم و نکات مهم را به طور کامل ولی خلاصه و طبقه‌بندی شده واست آماده کرده. برنامه‌ی مطالعاتی پیشنهادی فیزیک هم که بر مبنای همین کتابه می‌تونی از صفحه‌ی مجازی دیجی ماز برداری .

یادت باشه اگه خدا آرزویی تو ذهنت گذاشته حتماً توان رسیدن به اون آرزو رو در تو دیده فقط کافیه شروع کنی .

سینا بگی . شکوفه باران ۱۴۰۳



فیزیک دهم



فصل ۱ فیزیک دهم / یک تست در کنکور

فیزیک و اندازه گیری

خلاصه اول

- ▶ انواع کمیت ها
- ▶ انواع یکاها و سازگاری آنها

خلاصه دوم

- ▶ معرفی پیشوندها
- ▶ ضریب تبدیل
- ▶ روش تبدیل زنجیره ای
- ▶ روش سریع تر تبدیل واحدها

خلاصه سوم

- ◀ تعریف چگالی $\rho = \frac{m}{V}$
- ◀ نمودارهای مهم چگالی

خلاصه چهارم

معادله ی حجم حفره ی توخالی

- ◀ حجمی که مسئله می دهد $V =$ ظاهری
- ◀ حجمی که از رابطه $\frac{m}{\rho}$ به دست می آید $V =$ واقعی
- ◀ واقعی $- V =$ ظاهری $V =$ حفره

خلاصه پنجم

محاسبه چگالی آلیاژ یا مخلوط

$$P_T = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

$$P_T = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

$$P_T = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots$$



فصل اول: فیزیک و اندازه گیری

خلاصه اول: انواع کمیت ها، یکاها و سازگاری آنها



- ۱-۱) **کمیت و بررسی انواع آن:** به هر پارامتر قابل اندازه گیری کمیت گفته می شود که در زیر و در دو دیدگاه مختلف به بررسی آن می پردازیم:
- الف) دیدگاه اول**
- کمیت های اصلی: کمیت هایی که به طور مستقل تعریف می شوند و عبارتند از: **طول، جرم، زمان، دما، شدت جریان، شدت روشنایی، مقدار ماده**
- کمیت های فرعی: کمیت هایی که با استفاده از کمیت های اصلی تعریف شده و تعریف مستقل ندارند **(به غیر از کمیت های بالا مابقی کمیت ها فرعی اند)**
- ب) دیدگاه دوم**
- کمیت های نرده ای: کمیت هایی که فقط اندازه دارند مثل **دما، کار، مسافت طی شده، ...**
- کمیت های برداری: کمیت هایی که علاوه بر اندازه دارای جهت نیز می باشند مثل **نیرو، جابه جایی، سرعت، ...**
- ۱-۲) **تعریف یکا و بررسی انواع آن**
- به مقدار مشخصی از هر کمیت یکا گفته می شود که به دو دسته ی زیر تقسیم بندی می شود:
- یکاهای اصلی:** یکای مربوط به کمیت های اصلی را گویند که عبارتند از **کیلوگرم (kg)، متر (m)، ثانیه (s)، کلوین (k)، آمپر (A)، کاندلا (cd)، مول (mol)**
- انواع یکاها**
- یکاهای فرعی: به غیر از یکاهای بالا بقیه یکاهای (واحدها) دیگر فرعی اند مثل **نیوتن، مترمربع، پاسکال، ...**

نکته: در مورد کمیت ها دانستن سه نکته ی زیر مهم است:

- الف) همه کمیت ها دارای یکای مشخص نیستند مانند کمیت بازده (راندمان) که یکا ندارد (ب) اغلب کمیت های اصلی نرده ای می باشند.
- ج) هر کمیت جهت دار الزاماً برداری نیست مثل جریان الکتریکی که جهت دارد اما چون از جمع برداری پیروی نمی کند، جزء کمیت های نرده ای به حساب می آید

برای درک بیشتر: سلام به همگی رفقای عزیزم. شب بچه ها شروع فیزیک دهم همانطور که دیدیم با یک سری نکات حفظی هست اما یادقون خره ها که همین مطالب هم توی کنکور و هم امتحانات پرمیده شده پس کامل یادشون بگیرین. از طرفی یک تیپ مسئله هم داره که در زیر با هم بررسی می کنیم. آماده اید؟؟؟

؟ **Q1** یکای هر یک از کمیت های زیر را بر حسب یکاهای اصلی بنویسید

همانطور که می بینید در کسر به دست آمده تمام یکاها اصلی اند $\Rightarrow F = ma \Rightarrow N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$: نیرو (الف)

ب) کار $W = Fd \Rightarrow j = N \cdot m \xrightarrow{\text{طبق قیاس بالا}} j = \frac{kg \cdot m}{s^2} (m) = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$

ج) فشار $P = \frac{F}{A} \Rightarrow Pa = \frac{kg \cdot \frac{m}{s^2}}{m^2} = \frac{kg}{m \cdot s^2}$

؟ **Q2** در رابطه ی $F = BIL$ اگر F نماد نیرو، I نماد جریان و L نماد طول باشد آنگاه یکای کمیت B را بر حسب یکاهای اصلی بنویسید

طبق رابطه ی داده شده ابتدا می نویسیم: $F = BIL \Rightarrow B = \frac{F}{IL}$

واحد: $B = \frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{A \cdot m} = \frac{kg}{A \cdot s^2}$

مپس یکاهای هر کمیت را بر حسب یکاهای اصلی می نویسیم:

؟ **Q3** در معادله ی $S = Dt - Et^2$ اگر S نماد مسافت طی شده و t نماد زمان حرکت باشد آنگاه یکای E چیست؟

بر طبق سازگاری یکاها اگر بخواهیم تساوی برقرار باشد باید واحد (یکای) طرفین معادله یکسان باشد و چون سمت چپ معادله مسافت داریم پس یکای سمت چپ معادله متر (m)

است لذا یکای سمت راست نیز باید m باشد و بر این اساس یکای D و E چنین می شود:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{یکای } D = m \Rightarrow (Dt) \times s = m \Rightarrow D \text{ یکای } = \frac{m}{s} \\ \text{یکای } E = m \Rightarrow (Et^2) \times s^2 = m \Rightarrow E \text{ یکای } = \frac{m}{s^2} \end{array} \right.$$



خلاصه دوم: آشنایی با پیشوندها، روش تبدیل زنجیره‌ای



معرفی پیشوندها: پیشوندهای مهم و پرکاربرد در سؤالات به شرح جدول زیر است:

نام	ضریب	نماد	نام	ضریب	نماد
پیشوند			پیشوند		
دسی	$10^{-1} = 0/1$	d	دکا	$10^1 = 10$	da
سانتی	$10^{-2} = 0/01$	c	هکتو	$10^2 = 100$	h
میلی	$10^{-3} = 0/001$	m	کیلو	$10^3 = 1000$	k
میکرو	10^{-6}	μ	مگا	10^6	M
نانو	10^{-9}	n	گیگا (جیگا)	10^9	G
پیکو	10^{-12}	p	ترا	10^{12}	T

البته لازم به ذکر است پیشوندهای دیگری نیز وجود دارند اما سؤالات از موارد ذکر شده در بالا است و نیازی به یادگیری بقیه پیشوندها نیست

۲۰۲ ضریب تبدیل: کسری است که حاصل آن برابر یک، صورت و مخرج آن از جنس یک کمیت ولی با پیشوندهای مختلف است. از ضرایب تبدیل برای تغییر یکا در اعداد و کسرها استفاده می‌شود. در زیر به ذکر دو نمونه از ضرایب تبدیل پرداخته‌ایم:

$$\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1 \quad \frac{10^0 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 1$$

۲۰۳ روش تبدیل زنجیره‌ای: عوض کردن یکای اعداد و کسرها با استفاده از ضرایب تبدیل را روش زنجیره‌ای گویند که در زیر دو نمونه از آن‌ها را بیان کرده‌ایم:

الف) $6 \text{ km} \rightarrow ? \text{ cm}$

$$6 \text{ km} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}} = 6 \times 10^5 \text{ cm}$$

ب) $90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \rightarrow ? \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ج) $18 \frac{\text{gr}}{\text{lit}} \rightarrow ? \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$

$$18 \frac{\text{gr}}{\text{lit}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ gr}} \times \frac{1 \text{ lit}}{1000 \text{ cm}^3} = 18 \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

دقت کنید در روش تبدیل زنجیره‌ای، ضرایب تبدیل به گونه‌ای نوشته می‌شود که واحدها با یکدیگر خط بخورد و در نهایت فقط واحدهای خواسته شده در سؤال باقی بمانند.

نکته: برای حجم در سؤالات امتحان‌ها و کنکور سه واحد (یکا) پرکاربرد دارد که به شرح زیر است:

واحد اصلی (SI) $\rightarrow (m^3)$ مترمکعب ج	لیتر (lit) ب	سانتی‌مترمکعب (الف) (cm^3)
$1 m^3 = 10^6 cm^3$	$1 m^3 = 1000 lit$	$1 lit = 1000 cm^3$

که رابطه بین آن‌ها چنین است:

۲۰۴ روش سریعتر در تبدیل واحدها

می‌توانیم در سؤالات تبدیل یکاها به جای روش زنجیره‌ای از روش ساده‌تری نیز استفاده کنیم. در این روش ضریب یکاها را در طرفین معادله نوشته و به هنگام تبدیل توان ضریب اولی را منهای توان ضریب دوم می‌کنیم. به مثال‌های زیر دقت کنید:

الف) $27 \text{ hm} \rightarrow ? \text{ nm}$

$$27 \times 10^{2-(-9)} = 27 \times 10^{11} \text{ nm}$$

ب) $12 \frac{\text{dm}}{\text{ms}} \rightarrow ? \frac{\text{km}}{\mu\text{s}}$

$$12 \times \frac{10^{-1-(-2)}}{10^{-3-(-6)}} = 12 \times \frac{10^{-1+2}}{10^{-3+6}} = 12 \times 10^{-7} \frac{\text{km}}{\mu\text{s}}$$

برای درک بیشتر: شب می‌دیدیم به تبدیل واحدها. این مبحث پیش نیاز تمام فصل‌های فیزیک و مواد در بسیاری از فصل‌ها دیدیم دانش‌آموزان مطالب حل سؤال رو بزرگ اما به خاطر نداشتن تسلط در تبدیل واحدها جواب‌هایی روا اشتباه به دست می‌آید. ما پیشنهاد می‌دهیم به چه‌ها در مبحث تبدیل واحدها روش دوم هست چون سریعتر اما شب در زیر نمونه‌هایی که از روش زنجیره‌ای هم حل می‌کنیم تا تسلط شما روی دور روش بالا برده آماده‌اید؟؟؟



Q4 ؟ حاصل عبارت $60 \text{ mm} + 1/4 \text{ dm}$ برابر چند میکرومتر است؟

با استفاده از روش های زنجیره ای ابتدا هر یک از اعداد رو به میکرومتر تبدیل کرده سپس با هم جمع می کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} 60 \text{ mm} \times \frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} = 6 \times 10^4 \mu\text{m} \\ 1/4 \text{ dm} \times \frac{10^{-1} \text{ m}}{1 \text{ dm}} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} = 14 \times 10^4 \mu\text{m} \end{array} \right. \Rightarrow (6 \times 10^4 \mu\text{m}) + (14 \times 10^4 \mu\text{m}) = 20 \times 10^4 \mu\text{m} = \boxed{2 \times 10^5 \mu\text{m}}$$

Q5 ؟ یک قطعه چوب در حال سوختن است. اگر در هر ۱۵ دقیقه مقدار ۶ cm از طول درخت بسوزد آهنگ سوختن این قطعه چند میکرومتر بر ساعت است؟

می دانیم آهنگ تغییرات هر کمیت یعنی تغییر آن کمیت تقسیم بر زمان. حال آهنگ سوختن قطعه چوب با توجه به گفته طراح سؤال چنین است:

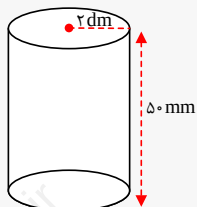
$$\text{آهنگ سوختن چوب} = \frac{6 \text{ cm}}{\Delta \text{ min}} \rightarrow \boxed{?} \frac{\mu\text{m}}{\text{h}}$$

$$\frac{6 \text{ cm}}{\Delta \text{ min}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = \boxed{72 \times 10^3 \frac{\mu\text{m}}{\text{h}}}$$

با استفاده از تبدیل زنجیره ای می توان نوشت:

Q6 ؟ حجم استوانه شکل مقابل چند سانتی متر مکعب است؟ ($\pi \approx 3$)

با روش دوم (سرعتر) ابتدا شعاع قاعده و ارتفاع استوانه را بر حسب cm می نویسیم:



$$\left\{ \begin{array}{l} r = 2 \text{ dm} \xrightarrow{10^{-1}} \text{ cm} = 2 \times 10^{+1} \text{ cm} = \boxed{20 \text{ cm}} \\ h = 50 \text{ mm} \xrightarrow{10^{-3}} \text{ cm} = 50 \times 10^{-1} = \boxed{5 \text{ cm}} \end{array} \right.$$

$$V = \pi r^2 \cdot h = 3 \times (20 \text{ cm})^2 \times (5 \text{ cm}) = 3 \times 400 \text{ cm}^2 \times 5 \text{ cm} = \boxed{6000 \text{ cm}^3}$$

سپس طبق رابطه ی حجم استوانه می نویسیم:

Q7 ؟ هر یک از تبدیل واحد های زیر را انجام دهید.

الف) $18 \frac{\text{ns}}{\text{mm}} \rightarrow \boxed{?} \frac{\text{Ts}}{\text{km}}$

$$18 \frac{\text{ns}}{\text{mm}} \xrightarrow{\begin{smallmatrix} 10^{-9} \\ 10^{-3} \end{smallmatrix}} \frac{\text{Ts}}{\text{km}} \Rightarrow 18 \times \frac{10^{-9-12}}{10^{-3-3}} = 18 \times \frac{10^{-21}}{10^{-6}} = \boxed{18 \times 10^{-15} \frac{\text{Ts}}{\text{km}}}$$

ب) $18 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{ng}} \rightarrow \boxed{?} \frac{\text{cm}^2}{\text{dg}}$

$$18 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{ng}} \xrightarrow{\begin{smallmatrix} 10^{-12} \\ 10^{-9} \end{smallmatrix}} \frac{\text{cm}^2}{\text{dg}} \Rightarrow 18 \times \frac{10^{-12-(-4)}}{10^{-9-(-1)}} = 18 \times \frac{10^{-8}}{10^{-8}} = \boxed{18 \frac{\text{cm}^2}{\text{dg}}}$$

هم چنان با استفاده از روش سرعتر (دوم) در تبدیل واحدهای نویسیم:

خلاصه سوم : چگالی و مفاهیم اولیه آن



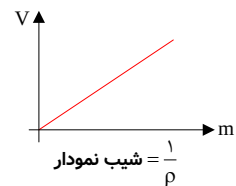
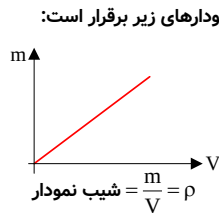
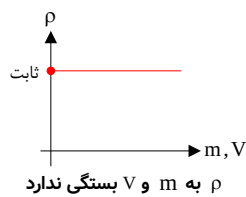
۳-۱ تعریف چگالی: برابر است با نسبت جرم به حجم مواد، کمیت نرده ای، نماد آن در مسائل ρ ، و می توان نوشت:

معرفی رابطه $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \text{واحد SI} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

واحدهای دیگر چگالی $\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times 1000 = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \frac{\text{gr}}{\text{lit}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{array} \right.$



۳۰-۲ نمودارهای چگالی: چگالی هر جسم فقط بستگی به جنس ماده دارد و با تغییر جرم و حجم مقدار آن تغییر نمی کند زیرا اگر جرم ماده ای (m) تغییر کند آنگاه حجم



از دو نمودار آخر درمی یابیم که هر چه نمودار به محور m نزدیک شود مقدار چگالی (ρ) بیش تر می شود و بالعکس.

نکته: در مسائل چگالی دو مدل جسم داریم، یکی توپر و دیگری توخالی که در زیر به بررسی حجم آنها می پردازیم:

اجسام توپر

$$\begin{cases} V \text{ مکعب} = a^3 \\ V \text{ استوانه} = \pi r^2 \cdot h \\ V \text{ کره} = \frac{4}{3} \pi r^3 \end{cases}$$

اجسام توخالی

$$\begin{cases} V \text{ استوانه توخالی} = \pi h (r_1^2 - r_2^2) \\ V \text{ کره توخالی} = \frac{4}{3} \pi (r_1^3 - r_2^3) \end{cases}$$

در روابط بالا r_1 و r_2 به ترتیب شعاع داخلی و خارجی اجسام هستند.

برای درک بیشتر: شب بچه ها می بینید چگالی هم خودش به طور اختصاصی توی کنگور سوال داشته و از طرفی مطالبش به شدت پیش نیاز فصل بعدی و چند فصل دیگر کنگور.

اما سطح سوالات کنگور در این مبحث بالاتر از سوالات کتاب درسی است. به همین علت در زیر باطل نمونه های جامع و قیپ های مختلف می خواهیم شما رو به اوج تسلط برسونیم.

آماده اید؟؟؟

Q8؟ چگالی هوای اتاقی $1/2 \frac{gr}{lit}$ و ابعاد آن $60 dm \times 5 m \times 300 mm$ است. جرم هوای درون اتاق چند کیلوگرم است؟

$$\begin{cases} 60 dm = 6 m \\ 300 mm = 0.3 m \end{cases} \Rightarrow V_{\text{اتاق}} = 6 \times 5 \times 0.3 = 9 m^3$$

ابتدا حجم اتاق را به دست می آوریم:

$$m = \rho v = 1/2 \frac{kg}{m^3} \times 9 m^3 = 4.5 kg$$

در آخر می دانیم که دو واحد $\frac{kg}{m^3}$ و $\frac{gr}{lit}$ برابرند و طبق رابطه ی چگالی می نویسیم:

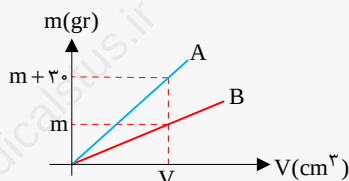
Q9؟ دو کتری آهنی A و B در اختیار داریم. اگر کتری A توپر و قطر آن 4 cm و کتری B توخالی به طوریکه شعاع خارجی و داخلی آن به ترتیب 4 cm و 1 cm باشد آنگاه جرم کتری

A چند برابر جرم کتری B است؟

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \Rightarrow 1 = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{\frac{4}{3} \pi (4^3 - 1^3)}{\frac{4}{3} \pi (4^3)} \Rightarrow 1 = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{63}{64}\right) \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{64}{63}$$

چون جنس دو کتری یکسان است لذا چگالی آن ها برابر می توان نوشت:

دقت کنید چون مسئله قطر کتری A را داده ابتدا شعاع آن را به دست آورده و سپس در فرمول حجم A قرار دادیم



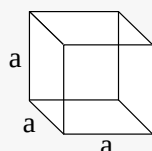
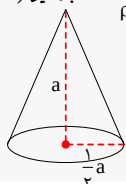
Q10؟ نمودار جرم در صلب حجم دو فلز A و B مطابق شکل زیر است. اگر چگالی فلز A، $2/5$ برابر چگالی فلز B باشد آنگاه:

الف) چگالی کدام فلز بیش تر است؟ فلز A، چون نمودار آن به محور جرم (m) نزدیک تر است

ب) مقدار m را به دست آورید.

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \xrightarrow{\text{طبق نمودار}} \frac{5}{2} = \frac{m+30}{m} \times 1 \Rightarrow 5m = 2m + 60 \Rightarrow m = 20 gr$$

Q11؟ ارتفاع مخروطی به چگالی ρ_1 برابر ضلع مکعبی به چگالی ρ_2 است. اگر شعاع قاعده ی مخروط نصف ضلع مکعب و جرم آنها برابر باشد آنگاه $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ معادله کنید ($\pi = 3$)



شکل سوال با توجه به اطلاعات داده شده به صورت زیر است:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{V_2}{V_1} = 1 \times \frac{\frac{1}{3} \pi \left(\frac{1}{2} a^2 \times a\right)}{a^3} = \frac{\frac{1}{3} \times 3 \left(\frac{1}{4} a^3\right)}{a^3} = \frac{1}{4}$$



Q12) ? $\frac{gr}{cm^3}$ را به آرامی و به طور کامل در ظرف پر از مایعی به چگالی $\frac{gr}{cm^3}$ فرو می بردم و مقداره $\frac{gr}{cm^3}$ از مایع بیرون می ریزد. جرم فلز چند گرم است؟

صم مایع بیرون ریخته شده با صم فلزی که داخل ظرف انداختیم برابر است پس می توان نوشت:

$$V_{\text{فلز}} = V_{\text{مایع}} \rightarrow \frac{V_{\text{فلز}}}{\rho_{\text{فلز}}} = \frac{m_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{مایع}}} = \frac{m_{\text{فلز}}}{\rho_{\text{فلز}}} \Rightarrow \frac{200}{2} = \frac{m}{8} \Rightarrow m_{\text{فلز}} = 800 \text{ gr}$$

خلاصه چهارم : محاسبه ی حجم حفره در اجسام توخالی



در اجسام حفره دار، دو نوع حجم داریم و برای محاسبه ی حجم حفره باید مراحل زیر را طی کنید:

- یا مسئله مستقیم عدد حجم را می دهد
 - یا مسئله ابعاد جسم را می دهد
- حجمی است که خود مسئله می دهد = $V_{\text{ظاهری}}$ (الف)

پس اگر مسئله ابعاد جسمی را بدهد و شما توسط آن ابعاد حجم جسم را حساب کنید این مقدار همان حجم ظاهری است

حجمی که توسط m و ρ به دست می آید همان حجم واقعی است $\Rightarrow$ حجمی است که از رابطه ی $V = \frac{m}{\rho}$ به دست می آید = $V_{\text{واقعی}}$ (ب)

ج)
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{صفر} = \text{حفره} = V \Rightarrow \text{جسم توپر است} \Rightarrow V_{\text{ظاهری}} = V_{\text{واقعی}} \\ \text{واقعی} - V_{\text{ظاهری}} = V_{\text{حفره}} \Rightarrow \text{جسم حفره دار است} \Rightarrow V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{واقعی}} \end{array} \right.$$

برای درک پیش تر: این مبحث از جمله مواردی است که از مفاهیم چگالی می توان برداشت کرد اگر چه تاکنون سوالاتی در کنکور نداشته است اما چون مامی خواهیم روی تمام

موارد تسلط عالی داشته باشیم از این مبحث هم دو سوال حل کنیم:

Q13) ? $\frac{gr}{cm^3}$ است. حجم حفره ی داخل جسم چند سانتی متر مکعب است؟ ($\pi = 3$)

محاسبه ی انواع حجم

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{\text{ظاهری}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} (3) (4)^3 = 4(64) = 256 \text{ cm}^3 \\ V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho} = \frac{500}{2/5} = 1250 \text{ cm}^3 \end{array} \right. \Rightarrow V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{واقعی}} = 256 \text{ cm}^3$$

Q14) ? درون یک قطعه طلا به حجم 12 cm^3 و جرم $199/5 \text{ gr}$ حفره ای وجود دارد. اگر چگالی طلا $19000 \frac{kg}{m^3}$ باشد، حجم حفره خالی چند سانتی متر مکعب است؟

عدد 12 cm^3 همان صم ظاهری جسم است که خود طراح سؤال داده و ما فقط باید صم واقعی جسم را محاسبه کنیم:

$$V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho} = \frac{199/5}{19} = \frac{190 + 9/5}{19} = 10/5 \text{ cm}^3 \Rightarrow V_{\text{حفره}} = 12 - 10/5 = 1/5 \text{ cm}^3$$

خلاصه پنجم : چگالی آلیاژ، مخلوط



ترکیب چند مایع را مخلوط و به ترکیب چند فلز، آلیاژ گفته می شود. حال در شکل زیر چند جسم را با هم مخلوط کرده و برای محاسبه چگالی آلیاژ یا مخلوط به دست

آمده می نویسیم:

$$\left[\frac{m_1}{V_1} \right] + \left[\frac{m_2}{V_2} \right] + \left[\frac{m_3}{V_3} \right] + \dots = \left[\frac{m_T}{V_T} \right]$$

بر طبق اصل پایستگی جرم ($m_T = m_1 + m_2 + \dots$) است و چون در اثر مخلوط کردن حجم نهائی تغییر نمی کند پس ($V_T = V_1 + V_2 + \dots$) می شود و در محاسبه ی

چگالی آلیاژ یا مخلوط می نویسیم:

$$\rho_T = \frac{m_T}{V_T} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

اگر جرم و چگالی مواد معلوم باشد:

$$\rho_T = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots}$$

اگر حجم و چگالی مواد معلوم باشد:

$$\rho_T = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$



برای درک بیشتر: این مبحث با وجود اینکه در کتاب درسی مسأله‌ای ندارد اما سابقه‌ی کنکوری داشته (تجربی خارج اه‌کا) به همین علت می‌تونه به ما یک گوشزد باشه که بازم این مبحث قوی کنکور ممکنه بیاد پس واسه این که آخرین مبحث این فصل رو هم عالی جمع‌بندی کنیم، چند تا نمونه سؤال بینیم با هم. آماده باشید بچه‌ها برای یادگیری، جمع‌بندی و اتمام اولین فصل فیزیک کنکور جردم؟؟؟

Q15 درون یک لیتر آب چند سانتی‌متر مکعب الکل بریزیم تا چگالی مظلوط ما درصد بیش‌تر از چگالی الکل بشود؟ (چگالی آب و الکل به ترتیب $1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ و $0.8 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ است)

چون در مسئله چگالی و حجم مایع‌ها مطرح است لذا از رابطه زیر بهره‌برده می‌نویسیم:

$$\rho_T = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow 1 / \rho_{\text{الکل}} = \frac{(1 \times 1000) + (0.8 V)}{1000 + V} \Rightarrow 0.88 = \frac{1000 + 0.8 V}{1000 + V} \Rightarrow 880 + 0.88 V = 1000 + 0.8 V \Rightarrow 0.08 V = 120 \Rightarrow V = 1500 \text{ cm}^3$$

دقت کنید در رابطه‌ی بالا ماده‌ی آب و ماده‌ی الکل در نظر گرفته شد

Q16 مظلوط از دو مایع A و B به چگالی‌های $4 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ و $12 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ درست می‌کنیم. اگر جرم ماده‌ی B، دو برابر جرم ماده‌ی A باشد. چگالی مظلوط چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

چون جرم و چگالی مواد اولیه در سؤال معلوم است پس می‌نویسیم:

$$\rho_T = \frac{\frac{m_A + m_B}{\rho_A + \rho_B}}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} \xrightarrow{m_B = 2m_A} \rho_T = \frac{m + 2m}{\frac{m}{4} + \frac{2m}{12}} = \frac{3m}{\frac{\Delta m}{12}} = \frac{36}{\Delta} = 720 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 720 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

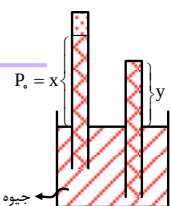


فصل ۲ فیزیک دهم / دو تست در کنکور

خلاصه چهارم

نیروی وارد بر انتهای لوله

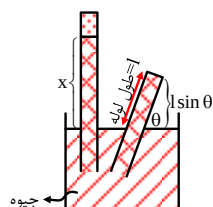
- لوله را بیشتر فرو ببریم



$$P_1 = x$$

$$P = \frac{(x - y) \text{ cmHg}}{\Delta h} \Rightarrow F = \rho g (x - y) A \rightarrow \text{سطح مقطع لوله}$$

- لوله را کج کنیم



$$P = \frac{(x - l \sin \theta) \text{ cmHg}}{\Delta h}$$

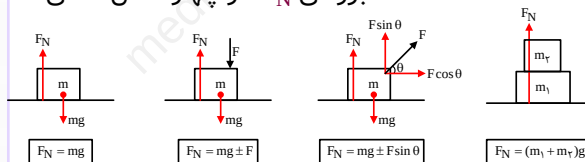
$$F = \rho g (x - l \sin \theta) A$$

فیزیک و فشار و ویژگی های مواد

خلاصه اول

- رابطه محاسبه فشار جامدات $P = \frac{F_N}{A}$

- بررسی F_N در چهار شکل اصلی



- محاسبه فشار مکعب و استوانه

خلاصه دوم

- محاسبه فشار مایع

$$P_{\text{مایع}} = \rho gh \quad \begin{matrix} h = \text{عمق نقطه} \\ \rho = \text{چگالی} \end{matrix}$$

$$\Delta P = \rho g (\Delta h) \quad \text{اختلاف فشار دو نقطه}$$

- انواع فشار در مایعات $P = P_0 + \rho gh$

- نیروی وارد از طرف مایع $F = \rho ghA$

خلاصه سوم

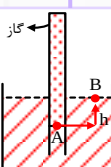
- تبدیل cmHg به پاسکال و بالعکس

$$p_{\text{مایع}} = \rho gh \quad \text{گیوه}$$

خلاصه پنجم

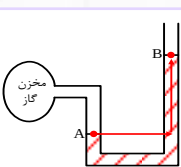
تکنیک مبدأ و مقصد

- بارومتر



$$P_A - \rho gh = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} - \rho gh = P_B$$

- مانومتر



$$P_A - \rho gh = P_B \Rightarrow P_{\text{مخزن گاز}} - \rho gh = P_B$$

خلاصه ششم

لوله U شکل

- تیپ اول لوله های U شکل
- تیپ دوم لوله های U شکل
- تیپ سوم لوله های U شکل

خلاصه هفتم

- تعریف اصل برنولی

- (V) حجم مایع
- (A) سطح مقطع
- (V') تندى مایع

$$\frac{V}{t} = AV' \quad \text{آهنگ شارش حجمی مایع}$$

$$A_1 V'_1 = A_2 V'_2 \quad \text{معادله پیوستگی مایع}$$



فصل دوم: فشار و ویژگی های ماده

خلاصه اول: فشار جامدات

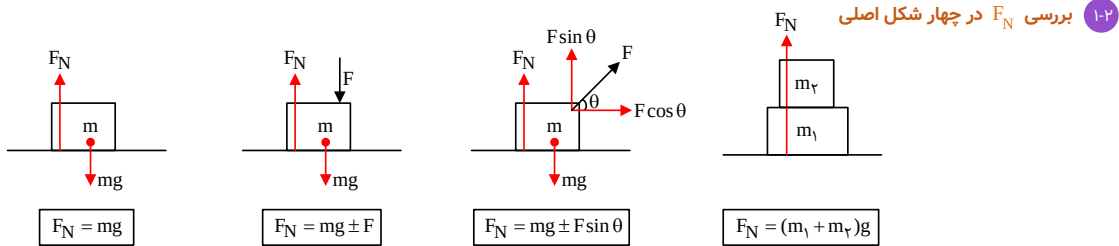


۱-۱) **فشار جامدات:** برابر است با نسبت نیروی عمودی تکیه گاه به مساحت تماس جسم، کمیت نرده ای، نماد آن P ، و از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$P = \frac{F_N}{A}$$

نیروی عمودی سطح
فشار جسم جامد (۱)
واحد های فشار (۲)
سطح تماس جسم

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{N}{m^2} = pa \rightarrow SI \text{ واحد} \\ atm \text{ یا } bar \Rightarrow (1 atm = 10^5 pa) \\ cmHg \text{ یا } mmHg \end{array} \right.$$



۱-۳) **فشار مکعب و استوانه:** می خواهیم در این قسمت فشار دو جسم پر کاربرد در سوالات یعنی استوانه و مکعب را با هم بررسی کنیم:

$$P = \frac{mg}{A} = \frac{(\rho v)g}{A} = \frac{\rho(Ah)g}{A} = \rho hg$$

اگر جرم داده شود اگر چگالی داده شود

$\left\{ \begin{array}{l} \text{ضلع مکعب} \rightarrow h \\ \text{ارتفاع استوانه} \rightarrow h \end{array} \right.$

برای درک پیش تر: دوستان عزیز توجه داشته باشید مباحث این فاصله پیش نیاز بسیاری از سوالات مباحث دیگر است و اگر چه در کتاب درسی سؤال از آن نیامده اما در کنکور

مسابقه سؤال داشته پس بر دهم سراغ حل قیپ سؤالاش و یک شروع طوفانی از فصل فشار آماده اید؟؟

۱) دو استوانه توپر به هم وزن A و B روی سطح افقی کنار هم قرار دارند. اگر شعاع قاعده ی استوانه B دو برابر شعاع قاعده ای استوانه A باشد، فشار حاصل از استوانه ی A چند برابر فشار حاصل از استوانه ی B است؟

$$P = \frac{mg}{A} = \frac{mg}{\pi r^2} \rightarrow \text{ثابت} \rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 = \left(\frac{2r_A}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 4$$

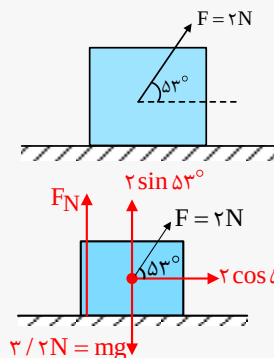
طبق رابطه ی فشار می توانیم بنویسیم:

۲) مکعب مستطیلی به ابعاد $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}$ و با چگالی $\frac{g}{\text{cm}^3}$ روی سطح افقی قرار دارد. بیشترین فشاری که این مکعب می تواند بر سطح وارد کند، چند پاسکال است؟

می دانیم بیشترین فشار مکعب بر سطح زیرین خود در حالتی است که آن را از طرف کوچکترین وجه روی سطح افقی بذاریم پس می توان نوشت:

$$P_{\max} = \frac{mg}{A_{\min}} = \frac{(\rho V)g}{A_{\min}} = \frac{3000 \times (0/2 \times 0/1 \times 0/6) \times 10}{(0/6 \times 0/1)} = 6000 \text{ pa}$$

۳) مطابق شکل، نیروی $F = 2 \text{ N}$ بر مکعبی به ضلع 4 cm که از ماده ای به چگالی $\frac{g}{\text{cm}^3}$ ساخته شده است، وارد می شود و مکعب به حالت سکون روی سطح افقی قرار دارد. فشاری که مکعب بر سطح زیرین خود وارد می کند، چند پاسکال است؟ $(\sin 53^\circ = 0/8, g = 10 \frac{N}{kg})$



$$m = \rho v = (\Delta)(4^3) = \Delta(64) = 320 \text{ gr} = 0/32 \text{ kg}$$

ابتدا توسط ضلع و چگالی مکعب جرم آن را به دست می آوریم:

مپس نیروهای وارد به جسم را رسم کرده و از روی نیروهای رسم شده F_N را به دست می آوریم:

$$F_N = mg - 2 \sin 53^\circ = 3/2 - 2(0/8) = 1/6 \text{ N}$$

$$P = \frac{F_N}{A} = \frac{1/6}{(4 \times 10^{-2})^2} = \frac{1/6}{16 \times 10^{-4}} = \frac{10^4}{16} = 625 \text{ pa}$$

در آخر طبق رابطه ی $P = \frac{F_N}{A}$ فشار جسم بر سطح افقی را حساب می کنیم:



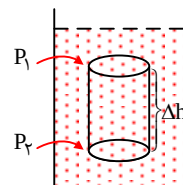
خلاصه دوم: فشار مایعات و انواع آن/نیروی وارد از طرف مایع



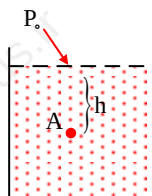
۲-۱ رابطه محاسبه فشار مایع $P = \rho gh$

عمق نقطه چگالی مایع

۲-۲ اختلاف فشار بین دو عمق مختلف $\Delta P = \rho g(\Delta h)$



۲-۳ انواع فشار در مایعات: در هر نقطه درون مایع یک فشار ناشی از مایع و یک فشار هوا داریم که مجموع آن‌ها همان فشار کل می‌شود که در زیر رابطه محاسبه و نمودار آن را می‌بینید:



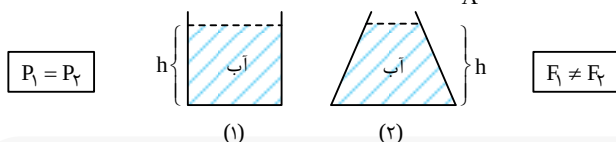
$$\begin{cases} P_{\text{مایع}} = \rho gh \\ P_{\text{کل}} = \rho gh + P_0 \end{cases}$$



۲-۴

نیروی وارد از طرف مایع

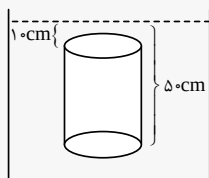
نیروی برخلاف فشار به سطح مقطع و شکل ظرف بستگی دارد $P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \Rightarrow F = \rho gh(A) \rightarrow$



برای درک بیشتر: در مباحث مربوط به این خلاصه قسمت انواع فشار کل در مایعات مهم تره چون هم داخل کتاب سؤال اومده انرش هم توی کنگور اما ما از تئیه قسمت های

دیگه هم تنها سؤال حل می‌کنیم تا تسلطمون روی تمام موارد عالی باشه. آماده اید؟؟؟

۱۷N استوانه ای به سطح قاعده ای 50 cm^2 درون مایعی مطابق شکل زیر وجود دارد اگر اختلاف نیرو وارد به سطح قاعده ای پائینی و بالایی استوانه 17 N باشد آنگاه



$$\Delta F = \rho g(\Delta h)A \Rightarrow \rho = \frac{\Delta F}{g(\Delta h)A} = \frac{17}{10 \times 10^{-4} \times 50 \times 10^{-4}} = 3400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

مطلوبست تعیین موارد زیر: $(P_0 = 10^5 \text{ pa}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

الف) چگالی مایع چند واحد SI است؟

$$\Delta P = \frac{\Delta F}{A} = \frac{17}{50 \times 10^{-4}} = 3400 \text{ pa} = 3.4 \text{ kpa}$$

ب) اختلاف فشار وارد به قاعده پائینی و بالایی استوانه چند پاسکال است؟

$$P = P_0 + \rho gh = 10^5 + (3400 \times 10 \times \frac{1}{10}) = 104200 \text{ pa}$$

ج) فشار کل وارد به قاعده پائینی چند پاسکال است؟

۱۵ سانتی متری مایعی فشار هه آنیلوپاسکال و در عمق ۲۰ سانتی متری آن فشار ۱۰ کیلو پاسکال باشد، فشار هوادر محیط چند کیلو پاسکال است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

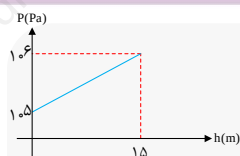
طبق رابطه ی فشار یک بار برای عمق ۵ cm و یک بار برای عمق ۲۰ cm می‌توان نوشت:

$$P = P_0 + \rho gh \begin{cases} 100 \times 10^3 = P_0 + \rho \times 10 \times \frac{5}{100} \\ 106 \times 10^3 = P_0 + \rho \times 10 \times \frac{20}{100} \end{cases} \xrightarrow[\text{رابطه}]{\text{تقریب دو}} 6000 = \rho \times 10 \times (\frac{15}{100}) \Rightarrow \rho = 4000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$100 \times 10^3 = P_0 + (4000 \times 10 \times \frac{5}{100}) \Rightarrow P_0 = 98000 \text{ pa} = 98 \text{ kpa}$$

در آخر با جایگذاری مقدار ρ در یکی از روابط بالا P_0 را محاسبه می‌کنیم:

دقت کنید این سؤال را به روش کتاب درسی حل کردیم و در سؤال بعد روش تستی آن را نیز بیان می‌کنیم.

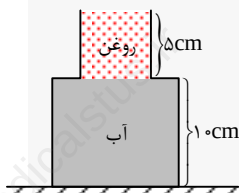


Q7؟ نمودار فشار کل در عمق ۱۵ متری مایعی مطابق شکل زیر است. فشار کل در عمق ۱۵ متری مایع چند اتمسفر است؟

طبق نمودار اگر ۱۵ م از سطح مایع پایین رویم فشار (۹ × ۱۰^۵ - ۱۰^۵) = ۸ × ۱۰^۵ pa زیاد می شود پس اگر ۵ م پایین رویم (۱/۳ حالت قبل) فشار ۳ × ۱۰^۵ pa بیش تر از سطح مایع

(P) می شود پس: $P_{\text{کل}} = 1.05 \times 10^5 + (3 \times 10^5) = 4 \times 10^5 \text{ pa}$

Q8؟ در شکل زیر، ظرف از دو قسمت استوانه ای تشکیل شده است که سطح مقطع استوانه ها ۱۰ cm^۲ و ۵۰ cm^۲ است. نیروی که از طرف مایع ها بر کف ظرف وارد می شود.



چند نیوتن است؟ (چگالی روغن ۸۰۰ kg/m^۳ و آب ۱۰۰۰ kg/m^۳ است)

چون سؤال نیروی وارد از طرف مایع بر کف ظرف را می خواهد لذا P را در نظر نمی گیریم و می نویسیم:

طبق رابطه $F = pghA$ می نویسیم: $F_{\text{کف ظرف}} = F_{\text{آب}} + F_{\text{روغن}}$
 $F_{\text{کف ظرف}} = (1.05 \times 10^5 \times \frac{1}{10} \times 50 \times 10^{-4}) + (800 \times 10 \times \frac{5}{100} \times 50 \times 10^{-4}) = 5 + 2 = 7 \text{ N}$

Q9؟ در یک ظرف استوانه ای شکل به مساحت مقطع ۲۰ gr، ۵ cm^۲ از مایعی به چگالی ۵۰ gr، ۱۰۰۰ kg/m^۳ از مایعی به چگالی ۲ gr/cm^۳ می ریزیم. در این صورت فشار در

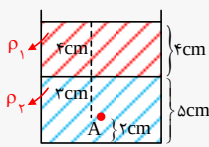
فاصله ۲ cm از کف ظرف چند کیلو پاسکال است؟ (مایعات با هم مخلوط نمی شوند و P_{کل} = ۱۰^۵ pa است)

ابتدا طبق رابطه $m = \rho V = \rho Ah$ جرم مایعات داده شده را به ارتفاع آن ها تبدیل می کنیم

$h = \frac{m}{\rho A}$

شکل مایع ها در طرف چپین می شود

$h_1 = \frac{2}{1 \times 5} = 4 \text{ cm}$
 $h_2 = \frac{5}{2 \times 5} = 5 \text{ cm}$

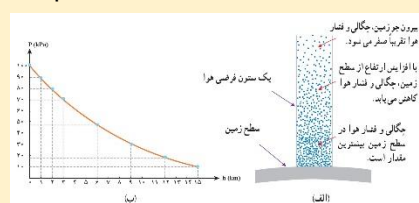


دقت کنید چون $\rho_2 > \rho_1$ است مایع ρ_2 در طرف ته نشین می شود و طبق شکل بالا فشار در فاصله ۲ cm از کف ظرف (نقطه A) چنین می شود:

$P = P_0 + P_1 + P_2 = P_0 + \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 = 1.05 \times 10^5 + (1000 \times 10 \times \frac{4}{100}) + (2000 \times 10 \times \frac{5}{100}) = 1.05 \times 10^5 + 400 + 1000 = 1.06 \times 10^5 \text{ pa} = 1.06 \text{ kpa}$

نکته: الف) طبق نمودار زیر می دانیم با افزایش ارتفاع از سطح زمین چون تعداد و چگالی ذرات هوا کم می شود در نتیجه فشار هوا کاهش می یابد

ب) حال فرض کنید در محلی که فشار هوا ۱ atm است یک ستون فرضی به سطح مقطع ۱ m^۲ از کنار دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین وجود دارد آنگاه جرم هوای



$P_0 = \frac{mg}{A} \Rightarrow 1.05 = \frac{m \times 10}{1} \Rightarrow m = 1.05 \times 10^5 \text{ kg} = 105 \text{ TON}$

موجود در آن چنین می شود:

برای درک پیش تر: مطلب گفته شده در نکته بالا در نظام جدید تازه به کتاب درسی اضافه شده و مسأله کنکوری نداشته اما فک یک مدل سؤال می گویند از این نکته طرح کنند که

الان با هم بررسی می کنیم تا آنکه سؤالی ارزش مطرح شد غافلگیر نشیم. بریم؟؟

Q9؟ اگر فشار هوا در سطح دریای آزاد ۱ atm باشد، چند درصد جرم هوایی که این فشار را تأمین می کند در ستون فرضی به مقطع ۲ m^۲ تا ارتفاع ۱۰ km از این ستون فرضی

وجود دارد؟ (فشار هوا در ارتفاع ۱۰ km برابر ۲۵ kpa است)

ابتدا جرم کل هوای موجود در ستون فرضی را حساب می کنیم:

$P_0 = \frac{mg}{A} \Rightarrow 1.05 = \frac{m \times 10}{2} \Rightarrow m = 2 \times 10^5 \text{ kg} = 200 \text{ TON}$

می دانیم فشار در ارتفاع ۱۰ km از سطح زمین ناشی از جرم هوایی است که بالای این ارتفاع است که برابر می شود با:

$P = \frac{mg}{A} \Rightarrow 25 \times 10^3 = \frac{m \times 10}{2} \Rightarrow m = 5 \times 10^3 \text{ kg} = 5 \text{ TON}$

۱۰ km ۵ TON ۱۰ km
 ۱۵ TON



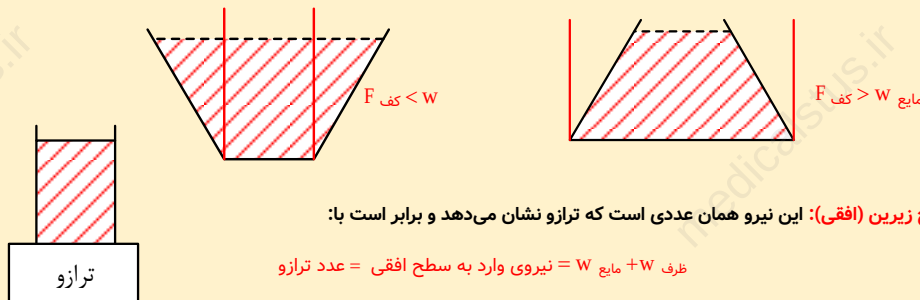
همانطور که در شکل بالا نشان دادیم تا ارتفاع ۱۰ km از سطح زمین ۱۵ TON هوا وجود دارد که این مقدار ۷۵ درصد از جرم کل هوای موجود در

$$\text{مستون فرضی است} \left(\frac{15 \text{ TON}}{20 \text{ TON}} = \frac{3}{4} \text{ یا } 75\% \right)$$



نکته: ما در این نکته می‌خواهیم به بررسی انواع نیرو از طرف مایع بپردازیم:

۱- **نیروی مایع بر کف ظرف:** برای محاسبه این نیرو باید داخل ظرف استوانه که سطح مقطع آن برابر با سطح مقطع کف ظرف است، بسازیم. حال اگر حجم استوانه ساخته شده از حجم ظرف بیش‌تر باشد آنگاه (مایع $F > W$) و اگر حجم استوانه کمتر باشد آنگاه (مایع $F < W$) می‌شود. به شکل‌های زیر دقت کنید:



۲- **نیروی مایع بر سطح زیرین (افقی):** این نیرو همان عددی است که ترازو نشان می‌دهد و برابر است با:

$$\text{طرف} + W + \text{مایع} = W \text{ نیروی وارد به سطح افقی} = \text{عدد ترازو}$$

خلاصه سوم: تبدیل cmHg به پاسکال / تبدیل مایعات به یکدیگر



۳-۱ **تبدیل cmHg به پاسکال:** برای درک بهتر این قسمت به مثال زیر توجه کنید:

مثلاً ۲۰ cmHg یعنی چی؟ ← یعنی در ظرف تا ارتفاع ۲۰ cm جیوه وجود داشته باشد و شما باید فشار ناشی از آن مایع را حساب کنید.

$$P = (\rho_{\text{جیوه}})gh = 13600 \times 10 \times \frac{2}{10} = 27200 \text{ pa}$$

۳-۲ **تبدیل پاسکال به cmHg:** مجدد برای فهم بیش‌تر این مطلب به مثال زیر دقت کنید:

اگر بخواهیم متوجه شویم ۴۰ / kpa معادل چند cmHg است ← یعنی سؤال P را داده و (جیوه h) را می‌خواهد ← پس می‌توان نوشت:

$$P = (\rho_{\text{جیوه}})gh \Rightarrow 40 \times 10^3 = 13600 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.29 \text{ m} = 29 \text{ cm}$$



نکته: از موارد بالا می‌توان دریافت که:

یعنی (جیوه h) داده شده و فشار آن را می‌خواهند $\text{cmHg} \Rightarrow \text{pa}$
 یعنی فشار ستون جیوه داده شده و (جیوه h) را می‌خواهند $\text{pa} \Rightarrow \text{cmHg}$
 فشار برحسب cmHg یعنی همان ارتفاع جیوه

۳-۳ **تبدیل مایعات به یکدیگر:**

با فرض آن که چگالی آب، روغن و جیوه به ترتیب $\frac{gr}{cm^3}$ ، $\frac{gr}{cm^3}$ و $\frac{gr}{cm^3}$ باشد مبحث را شروع می‌کنیم:

$$20 \text{ cmHg} \xrightarrow{\text{تبدیل به روغن}} : \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 20 \times 1 = h \times 0.8 \Rightarrow h = 25 \text{ cm}$$

$$68 \text{ cmHg} \xrightarrow{\text{تبدیل به جیوه}} : \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 68 \times 1 = h \times 13/6 \Rightarrow h = 6 \text{ cm}$$

از موارد بالا نتیجه می‌گیریم هر چه چگالی مایع بیش‌تر باشد ارتفاع ستون آن کم‌تر است و بالعکس

برای درک بیش‌تر: از بین واحدهای مختلف فشار، سانتی‌متر جیوه (cmHg) بسیار پرکاربرد بوده و ما شاهد طرح بسیاری سؤال کنکور از این مبحث هستیم. آنکه قرار بشه از ابتدای فصل فشار سؤال در کنکور طرح بشه شانس این فاصله از مابقی بیش‌تر است. از طرفی برای پاسخگویی به سؤالات مابقی مباحث این فصل تا انتها به کار برد این واحد بسیار نیاز داریم. برچسب‌ها و تسلط شما مثال‌های درجه یک و فصل حل کنیم:



Q10. فشار در عمق h از دریاچه ۱ سانتی متر جیوه است. اگر فشار هوا ۷ سانتی متر جیوه باشد، چند متر است؟
 $(g = 10 \frac{N}{kg}, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{gr}{cm^3}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{gr}{cm^3})$

$$P_{\text{کل}} \Rightarrow 100 \text{ cmHg} = P_{\text{میع}} = P + P_{\text{جیوه}} \Rightarrow 100 \text{ cmHg} = P + 70 \text{ cmHg} \Rightarrow P_{\text{میع}} = 30 \text{ cmHg}$$

از عبارت بالا درمی یابیم که ارتفاع h از آب معادل ۳۰ cmHg است پس می توان نوشت:

$$\rho_{\text{آب}} h = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times h = 13.6 / 6 \times 30 \Rightarrow h = 68 \text{ cm} = \boxed{0.68 \text{ m}}$$

Q11. در یک لوله ای استوانه ای که مساحت قاعده ی آن 2 cm^2 است، ۱۳۶ گرم جیوه و ۱۲ گرم آب می ریزیم. اگر چگالی جیوه و چگالی آب به ترتیب $13.6 \frac{gr}{cm^3}$ و $1 \frac{gr}{cm^3}$ باشد، فشار در ته لوله چند پاسکال است؟
 $(P_0 = 76 \text{ cmHg}, g = 10 \frac{m}{s^2})$

$$h = \frac{m}{\rho A} \begin{cases} h_{\text{جیوه}} = \frac{136}{13.6 \times 2} = 2.5 \text{ cm} \\ h_{\text{آب}} = \frac{12}{1 \times 2} = 6 \text{ cm} \end{cases} \xrightarrow{\text{تبدیل به ارتفاع جیوه}} 2.5 \times 13.6 + 6 \times 1 = h \times 13.6 / 6 \Rightarrow \boxed{h = 2 \text{ cm}}$$

مپس ارتفاع کل جیوه درون ظرف ۴ cmHg می شود پس می توان نوشت:

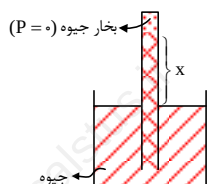
$$P_{\text{کل}} = P_0 + P_{\text{جیوه}} = 76 \text{ cmHg} + 4 \text{ cmHg} = 80 \text{ cmHg} \xrightarrow{\text{تبدیل به پاسکال}} P = \rho_{\text{جیوه}} gh = 13600 \times 10 \times \frac{1}{100} = \boxed{10880 \text{ pa}}$$

خلاصه چهارم: نیروی وارد به انتهای لوله بسته



۴-۱) آزمایش توریچلی:

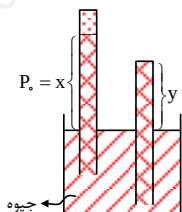
این آزمایش برای محاسبه ی فشار هوا و در کنار دریاهای آزاد انجام می گیرد و طبق این آزمایش لوله باریک و بلندی را در یک ظرف محتوی جیوه فرو برده سپس مشاهده می شود ارتفاع جیوه درون لوله به اندازه فشار هوا (P_0) محیط بالا می آید:



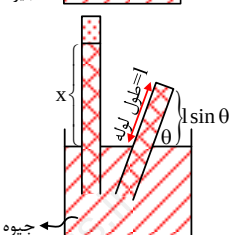
$$P_0 = x(\text{cmHg}) \Rightarrow \text{یعنی جیوه باید در لوله به ارتفاع } x \text{ از سطح مایع برسد}$$

۴-۲) به دو روش به انتهای لوله بسته فشار و نیرو وارد می شود:

الف) لوله را بیش تر در ظرف فرو ببریم



$$P = \frac{(x-y) \text{ cmHg}}{\Delta h} \Rightarrow F = \rho g \frac{(x-y) A}{\Delta h} \rightarrow \text{سطح مقطع لوله}$$

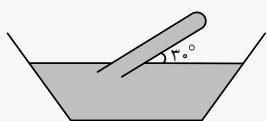


$$P = \frac{(x - l \sin \theta) \text{ cmHg}}{\Delta h} \quad F = \rho g \frac{(x - l \sin \theta) A}{\Delta h}$$

ب) لوله را در ظرف کج کنیم:

برای درک بیشتر: سوالات این مبحث برگرفته از قنایع مربوط به آزمایش توریچلی است به همین علت ناظر اهمیت بوده و یک نمونه از تست های جامع و فنی رو با هم حل کنیم:

Q12. در شکل زیر، لوله ای که مساحت انتهای آن 2 cm^2 است، درون جیوه قرار گرفته است. اگر نیرویی که به انتهای بسته لوله از طرف جیوه وارد می شود، برابر $6/8 \text{ N}$ باشد،



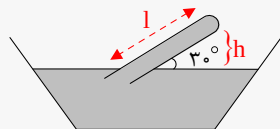
طولی از لوله که خارج از جیوه قرار دارد، چند سانتی متر است؟
 $(g = 10 \frac{m}{s^2}, P_0 = 76 \text{ cmHg}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{gr}{cm^3})$

اجدا فشار وارد بر انتهای لوله را در صلب پاسکال و مپس بر صلب cmHg به دست می آوریم:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{6/8}{2 \times 10^{-4}} = 3/4 \times 10^4 \text{ pa} \xrightarrow{\text{تبدیل به cmHg}} h_{\text{جیوه}} = \frac{P}{\rho_{\text{جیوه}} g} = \frac{3/4 \times 10^4}{13600 \times 10} = \frac{1}{4} \text{ m} = \boxed{25 \text{ cm}}$$



فشار به دست آمده، فشار وارده انتهای لوله است به همین علت ارتفاع جیوه درون لوله چنین می شود:



$$\begin{cases} P_{\text{لوله}} = P_0 - h \Rightarrow 75 = 75 - h \Rightarrow h = 50 \text{ cm} \\ \sin 30^\circ = \frac{h}{l} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{50}{l} \Rightarrow l = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m} \end{cases}$$

خلاصه پنجم: تکنیک مبدا و مقصد/بارومتر-مانومتر



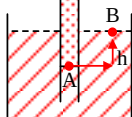
۵-۱ تکنیک مبدا و مقصد

این تکنیک بیش تر در مسائل بارومتر و مانومتر برای محاسبه ی فشار گاز یا فشار پیمانه ای آن استفاده می شود و بدین صورت است که:
(الف) ابتدا دو نقطه در سطوح مایع در نظر گرفته که فشار بر سر یکی همان فشار هوای آزاد (P_0) و فشار بر سر دیگری برابر فشار گاز باشد.
(ب) مسیری بین دو نقطه در نظر می گیریم (مسیر مایل نباشد)
(ج) اگر در مایع پائین رویم فشار به اندازه ی ρgh زیاد، اگر بالا رویم فشار به اندازه ی ρgh کم و اگر در همان مایع حرکت کنیم فشار ثابت است.

۵-۲ بارومتر - مانومتر

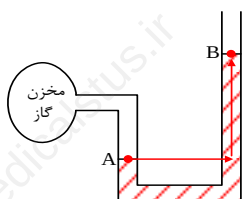
بارومتر لوله باریک و بلند برای محاسبه ی فشار هوا است و ما در زیر می خواهیم با استفاده از تکنیک بالا فشار گاز جمع شده در لوله را محاسبه می کنیم:

گاز



$$P_A - \rho gh = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} - \rho gh = P_0$$

مانومتر لوله U شکل محتوی جیوه که برای محاسبه ی فشار مخازن گاز استفاده می شود. پس با استفاده از روش تکنیک مبدا و مقصد فشار مخزن را به دست می آوریم



$$P_A - \rho gh = P_B \Rightarrow P_{\text{مخزن گاز}} - \rho gh = P_0$$

نکته ۱:

- برحسب P_a بخواهد ← تمام موارد (فشار مایعات، فشار هوا) در SI جایگذاری می شود.

در موارد بالا اگر فشار گاز یا همان مخزن گاز را

- برحسب cmHg بخواهد ← تمام موارد (فشار مایعات، فشار هوا) باید به جیوه تبدیل شود.

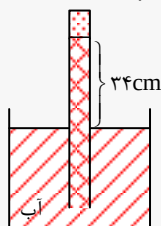
نکته ۲:

$$\text{فشار پیمانه ای} = P_{\text{مخزن}} - P_0 = \pm \rho gh$$

فشار پیمانه ای یعنی اختلاف فشار گاز با فشار هوا پس داریم:

برای درک پیش تر: این مبحث به شدت مورد توجه کتاب درسی هست و سوالات بسیاری در خود کتاب درسی و کنکور از آن طرح شده است. فقط برای پاسخ به آن ها می بایست مطالب خلاصه چهار روزه خوبی یاد گرفته باشیم. بریم با هم تیپ های مختلف رو حل کنیم، که آماده بشیم برای اومدن تست احتمالی.

Q۱۳ در شکل روده رو فشار گاز جمع شده در انتهای لوله ۷۲ cmHg است. چگالی آب و جیوه به ترتیب $1 \times 10^3 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ و $13.6 \times 10^3 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ است. فشار هوا چند cmHg است؟

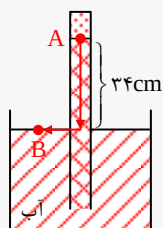


ابتدا ۳۴ cm از ستون آب که در شکل نشان داده شده است را به جیوه تبدیل می کنیم:

$$\rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 34 = 13.6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 2.5 \text{ cm}$$

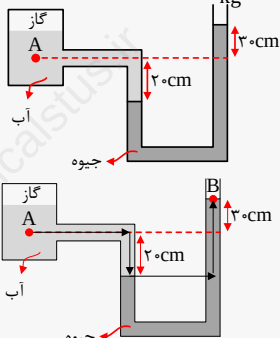


مپس با استفاده از تکنیک مبدأ و مقصد مسیر بین دو نقطه را رسم کرده و مپس می نویسیم:



$$P_A + \rho gh = P_B \Rightarrow P_A + \rho gh = P_B + \rho_{Hg} h \Rightarrow P_A = P_B + \rho_{Hg} h - \rho gh$$

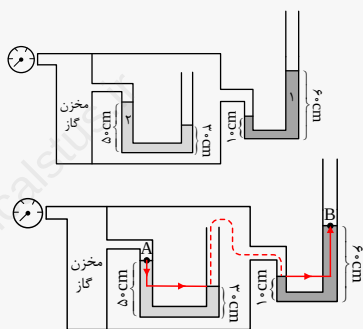
Q14) در شکل زیر، فشار در نقطه A چند کیلو پاسکال است؟ (فشار هوا 10^5 پاسکال، چگالی جیوه $13600 \frac{kg}{m^3}$ و چگالی آب $1000 \frac{kg}{m^3}$ و $g = 10 \frac{N}{kg}$)



طبق تکنیک مبدأ و مقصد مسیر بین دو نقطه را رسم کرده و مپس می نویسیم:

$$P_A + (\rho gh)_{\text{آب}} - (\rho gh)_{\text{جیوه}} = P_B \Rightarrow P_A + (10^3 \times 10 \times \frac{3}{10}) - (13600 \times 10 \times \frac{5}{10}) = 10^5 \Rightarrow P_A + 3kpa - 68kpa = 10^5 kpa \Rightarrow P_A = 167kpa$$

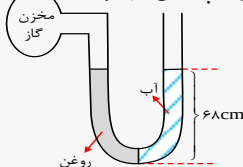
Q15) در شکل زیر چگالی مایع های (1) و (2) به ترتیب $2 \frac{g}{cm^3}$ و $3 \frac{g}{cm^3}$ است. فشار منحنی چه عددی را بر حسب پاسکال نشان می دهد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



ابتدا در شکل طبق تکنیک مبدأ و مقصد مسیر برای حرکت از A به B در نظر می گیریم مپس می نویسیم:

$$\begin{cases} P_A + \rho_1 gh_1 - \rho_2 gh_2 = P_B \Rightarrow P_{\text{منحنی}} + (3000 \times 10 \times \frac{2}{10}) - (2000 \times 10 \times \frac{5}{10}) = P_B \\ P_{\text{منحنی}} + 6000 - 10000 = P_B \Rightarrow \text{عدد فشار منحنی} = P_B - P_{\text{منحنی}} = 4000pa \end{cases}$$

Q16) مطابق شکل زیر، درون لوله ای با شکلی که به یک مخزن گاز متصل است، حجم مساوی از آب و روغن قرار دارد. فشار پیمانه ای مخزن گاز چند میلی متر جیوه است؟

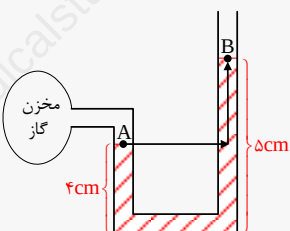


$$(g = 10 \frac{m}{s^2}, \rho_{\text{روغن}} = 0.8 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3})$$

چون طراح سؤال فشار پیمانه ای را بر حسب میلی متر جیوه می خواهد لذا ابتدا طول ستون مایعات داده شده در شکل را به جیوه تبدیل می کنیم:

$$\begin{cases} \text{تبدیل آب به جیوه} \Rightarrow 68 \times 1 = h \times 13.6 / 1 \Rightarrow h = 5cm \\ \text{تبدیل روغن به جیوه} \Rightarrow 68 \times 0.8 = h \times 13.6 / 1 \Rightarrow h = 4cm \end{cases}$$

حال شکل سؤال را مجدداً رسم کرده و طبق تکنیک مبدأ و مقصد فشار پیمانه ای را معاینه می نماییم:

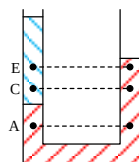


$$P_A = 1cmHg = P_B \Rightarrow P_{\text{مخزن}} - 1cmHg = P_B$$

$$P_g = P_{\text{مخزن}} - P_B = 1cmHg = 10mmHg$$



خلاصه ششم: مسائل لوله-های U شکل

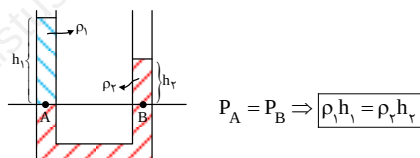


مقایسه فشار در نقاط مختلف لوله‌ی U شکل

- اگر دو نقطه هم تراز داخل یک مایع نباشند آنگاه بالای هر نقطه که ارتفاع مایع بیشتر باشد، فشار بیشتر است.
- اگر دو نقطه هم تراز داخل یک مایع نباشند آنگاه بالای هر نقطه که ارتفاع مایع بیشتر باشد، فشار بیشتر است.
- در نقاط هم تراز که داخل یک مایع نیستند هر چه ارتفاع از کف طرف بیشتر باشد، اختلاف فشار هم بیشتر می‌شود.

تیپ اول لوله‌های U شکل

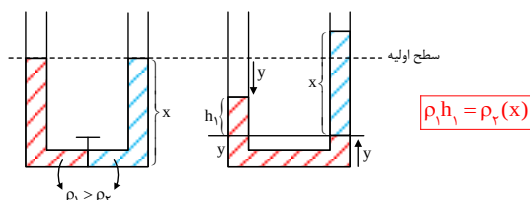
در این دسته مسائل شکل سؤال آماده و تمام مایع‌های گفته شده در سؤال در شکل وجود دارد ← پس خط تراز مایع‌ها رسم شده و فشار طرفین مساوی قرار داده می‌شود.



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

تیپ دوم لوله‌های U شکل

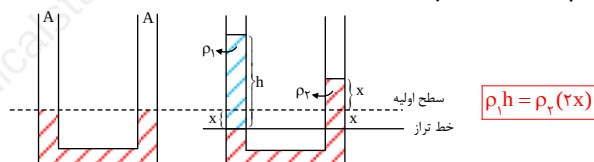
در این مسائل شیر رابط وجود دارد و باید بتوانیم شکل مجموعه را بعد از باز شدن شیر رابط رسم کنیم که برای این رسم توجه به دو نکته زیر حائز اهمیت است:



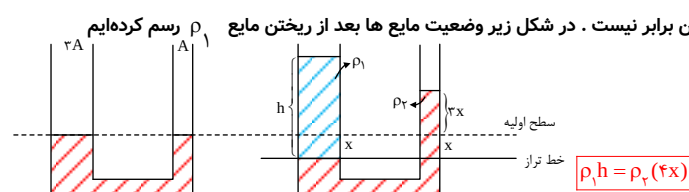
الف) بعد از باز کردن شیر رابط مایعی که چگالی بیش‌تر دارد پائین می‌آید.
ب) مایعی که بالا می‌رود (چگالی کمتر) طول ستونش ثابت می‌ماند.

تیپ سوم لوله‌های U شکل:

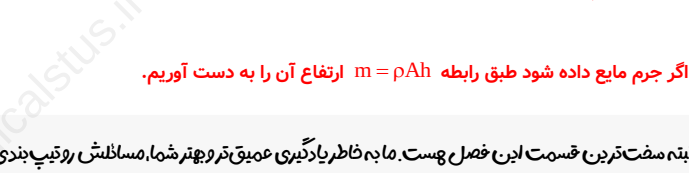
در این حالت شکل سؤال آماده نیست و در مسئله مایع‌هایی هست که در شکل وجود ندارد ← ما باید بتوانیم شکل مجموعه را بعد از ریختن مایع دیگر درست رسم کنیم مثلاً در شکل زیر مایع به چگالی ρ_1 را از لوله سمت چپ به شکل اضافه کرده‌ایم و شکل مجموعه چنین می‌شود:



دقت کنید بعد از ریختن مایع ρ_1 آنگاه مایع قرمز رنگ در طرف چپ کمی پایین آمده و در طرف دیگر همان اندازه بالا می‌رود



شکل زیر نیز همان تیپ سوم است، فقط سطح مقطع لوله‌ها در طرفین برابر نیست. در شکل زیر وضعیت مایع‌ها بعد از ریختن مایع ρ_1 رسم کرده‌ایم



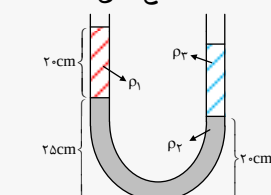
توجه کنید در شکل بالا چون سطح مقطع لوله سمت چپ ۳ برابر سمت راست است وقتی مایع ρ_1 در این لوله به اندازه x پائین می‌آید در طرف دیگر مایع به اندازه $\frac{x}{3}$ بالا می‌رود



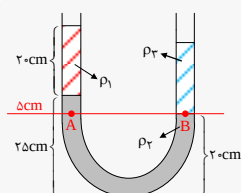
نکته: دقت شود اگر در مسائل حجم مایع داده شود طبق رابطه $V = Ah$ و اگر جرم مایع داده شود طبق رابطه $m = \rho Ah$ ارتفاع آن را به دست آوریم.

برای درک بیشتر: شب رسیدیم به لوله‌های U شکل که مهم‌ترین و البته سفت‌ترین قسمت این فصل هست. ما به خاطر یادگیری عمیق‌تر و بهتر شما، مسائلی رو قیپ بندی کردیم و دقیقاً گفتیم در هر تیپ باید چیکار کنیم فقط کافیه از هر تیپ یک نمونه مسئله هم حل کنیم تا غول فشار رو هم از پا در بیاریم. آماده‌اید وام‌سی غول آش‌؟؟

در شکل زیر، سه مایع مخلوط نشدن به چگالی‌های $\rho_1 = 0.8 \frac{g}{cm^3}$, $\rho_2 = 2 \frac{g}{cm^3}$, $\rho_3 = 1.2 \frac{g}{cm^3}$ و مایع سوم با چگالی ρ_3 به حالت تعادل قرار دارند. اگر سطح مقطع لوله $2 cm^2$ باشد، جرم مایع سوم چند گرم است؟



این مسئله چون تیپ اولی هست لذا مزج‌دانی را رسم کرده و فشار طرفین را برابر قرار می‌دهیم:

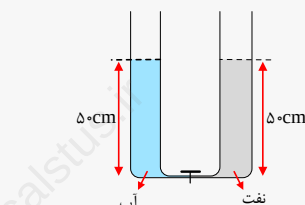


$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 h_1 + \rho_1 h_r = \rho_2 h_r \Rightarrow 2 / 4(\Delta) + 0 / 8(20) = \rho_2 h_r \Rightarrow \boxed{\rho_2 h_r = 28}$$

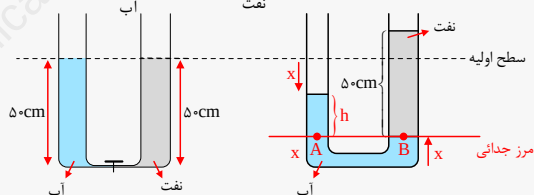
حال چون مسئله جرم مایع سووم را می خواهد می نویسیم:

$$m_r = \rho_2 A h_r = (\rho_2 h_r) A = 28 \times 2 = \boxed{56 \text{ gr}}$$

Q18) در شکل روده رو قطر قاعدی دو استوانه برابر است اگر شیر ارتباط بین دو طرف را باز کنیم سطح آب چند سانتی متر پایین می آید؟ (چگالی آب و نفت به ترتیب $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است.)



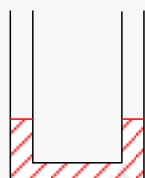
چون در شکل شیر رابط وجود دارد لذا مسئله قیپ دوم است و ما باید شکل مجموعه را بعد از باز کردن شیر رابط رسم کنیم:



$$\begin{cases} P_A = P_B \Rightarrow h \times 1 = 50 \times 0.8 \Rightarrow h = 40 \text{ cm} \\ 2x + h = 50 \Rightarrow x = \boxed{5 \text{ cm}} \end{cases}$$

مطابق شکل بالا سطح آب در لوله سمت چپ به اندازه x پایین می آید که برابر 5 cm است

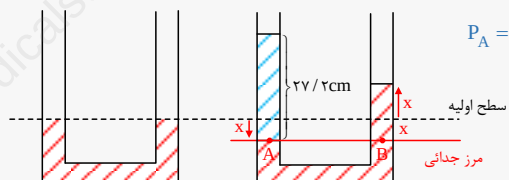
Q19) در شکل مقابل، سطح مقطع لوله ای لا شکل در هر دو طرف لوله چند سانتی متر می شود؟ (از ابعاد تعادل، اختلاف ارتفاع سطح جیوه در دو طرف لوله چند سانتی متر می شود؟ $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)



$$m = \rho A h \Rightarrow h = \frac{m}{\rho A} = \frac{54 / 4}{1 \times 2} = \boxed{27 / 2 \text{ cm}}$$

اینجا قوسم جرم آب، مقدار ارتفاع آن را در لوله صاب می کنیم:

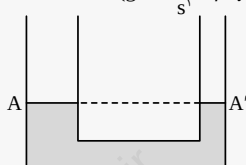
چون قرار هست مایعی به شکل اضافه شود لذا مسئله قیپ سوم لوله های لا شکل است و ما شکل مجموعه را بعد از ریختن مایع دوم رسم می کنیم:



$$P_A = P_B \Rightarrow 27 / 2 \times 1 = (2x) \times 13.6 / 6 \Rightarrow \boxed{x = 1 \text{ cm}}$$

اختلاف سطح جیوه در طرفین لوله $2x$ است که برابر 2 cm می شود

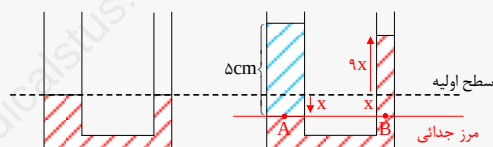
Q20) در لوله ای استوانه ای مربوط به هم تا سطح AA' آب وجود دارد و قطر قاعدی یکی از استوانه ها 3 cm برابر قطر قاعدی دیگری است. اگر از لوله سمت چپ تا ارتفاع 5 cm سانتی متر نفت اضافه کنیم، آب در لوله ای باریک چند سانتی متر نسبت به حالت اول بالا می رود؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ، $\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)



چون قطر لوله سمت چپ 3 cm برابر قطر لوله سمت راست است لذا سطح مقطع آن طبق رابطه $A = \pi r^2$ برابر می شود و شکل

مجموعه بعد از ریختن نفت چنین است:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_{\text{نفت}} (\Delta \text{ cm}) = \rho_{\text{آب}} (10x) \Rightarrow 0.8 \times 5 = 1(10x) \Rightarrow \boxed{x = 0.4 \text{ cm}}$$

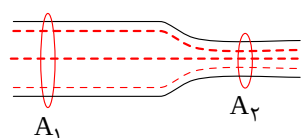


آب در لوله سمت راست نسبت به سطح اولیه $9x$ بالا می رود که حاصل می شود: $9 \times 0.4 = \boxed{3.6 \text{ cm}}$

خلاصه هفتم: اصل برنولی



7-1) **تعریف اصل برنولی:** بیان می کند در مسیر حرکت مایع با افزایش فشار، تندی مایع کاهش می یابد و بالعکس. کاربرد این اصل در شکل روبه رو منجر به نتیجه ی



در مقطع A_1 { فشار مایع زیاد
تندی مایع کم

در مقطع A_2 { فشار مایع کم
تندی مایع زیاد

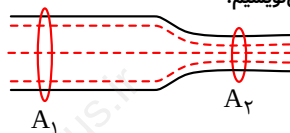
زیر می شود:



۷-۲ آهنگ شارش حجمی مایع: برابر است با حجم مایع شارش شده در واحد زمان پس می توان نوشت:

$$\text{آهنگ شارش حجمی} = \frac{\text{حجم مایع جابه‌جا شده}}{\text{زمان}} = \frac{V}{t} = AV'$$

$V =$ حجم مایع جابه‌جا شده
 $A = \pi r^2$ = سطح مقطع ظرف
 $V' =$ تندى مایع



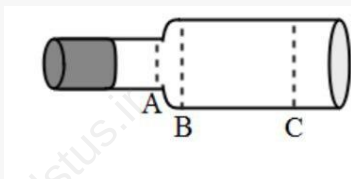
۷-۳ معادله پیوستگی مایع: بر طبق این معادله آهنگ شارش حجمی مایع از هر مقطع ظرف با مقطع دیگر برابر است و می‌نویسیم:

$$A_1 V'_1 = A_2 V'_2 \Rightarrow \frac{V'_1}{V'_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

از روابط بالا نتیجه می‌شود که تندى مایع (V') با سطح مقطع ظرف (A) رابطه عکس دارد یعنی در قسمت قطورتر ظرف تندى مایع کم می‌شود و بالعکس.

برای درک بیشتر: شب بچه‌ها رسیدیم به آخرین مبحث فصل فشار یعنی اصل برنولی. مطالب خلاصه بالا در نظام جدید تازه به کتاب درسی اضافه شده و مشاهد می‌شود. چندین کنکور نشان داده این مبحث خیلی مورد توجه طراحان هست. مؤلفاتش قاطبیت ترکیب با مفهوم جابه‌جائی و سرعت روداره اما غالباً سؤالاش اختصاصی هست و سطح آسونی دارند و شما را به زحمت نمی‌اندازد. مادر زیر مهم‌ترین تیپ سؤال‌های این مبحث را با هم ط می‌کنیم تا فصل فشار را به بهترین شکل جمع‌بندی کنیم. آماده‌اید بچه‌ها؟؟؟

Q۲۱: لوله‌ی پرازان آب مطابق شکل آب از چپ به راست در جریان است. جاهای خالی زیر را با کلمه مناسب کامل کنید و دلیل آن را بنویسید.



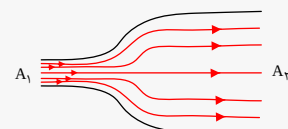
الف) تندى آب از B تا C (ثابت) است. ← چون سطح مقطع ظرف ثابت است

ب) از A تا B فشار آب در حال افزایش است. ← چون فشار با سطح مقطع رابطه مستقیم دارد

ج) از A تا B آب افزایش می‌یابد. ← چون سطح مقطع ظرف بزرگ‌تر می‌شود

د) از A تا C (تندی) آب در حال کاهش است. ← چون با افزایش سطح مقطع تندى کم می‌شود

Q۲۲: مطابق شکل زیر درون لوله‌ای افقی با دو سطح مقطع متفاوت آب با جریان لایه‌ای و پایدار حرکت کرده و به دو لوله‌ی پرازان آب است. اگر انرژی جنبشی یک گرم آب در قسمت سمت چپ لوله ۱۶ برابر انرژی جنبشی یک گرم آب در قسمت سمت راست لوله باشد، قطر سطح مقطع سمت راست لوله چند برابر قطر سطح مقطع قسمت چپ آن است؟ طبق رابطه‌ی انرژی جنبشی نسبت سرعت در سطح مقطع‌ها را به دست می‌آوریم:

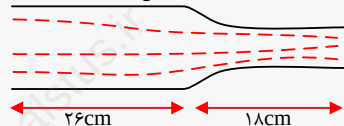


$$k_1 = 16 k_2 \Rightarrow \frac{1}{2} m V_1^2 = 16 \left(\frac{1}{2} m V_2^2 \right) \Rightarrow V_1 = 4 V_2$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{V_1}{V_2} = 4 \Rightarrow \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 = 4 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 2 \Rightarrow \frac{D_2}{D_1} = 2$$

طبق معادله پیوستگی چون تندى مایع با سطح مقطع ظرف رابطه عکس دارد لذا می‌نویسیم:

Q۲۳: مقداری آب مطابق شکل زیر طی یک جریان لایه‌ای و یکنواخت از قسمت چپ لوله به قطر ۱۲ cm با سرعت ۷ وارد و از قسمت نازک‌تر به شعاع ۲ cm با سرعت V' خارج می‌شود. اگر کل مدت زمان ورود تا خروج آب ۷ ثانیه باشد، $V + V'$ کدام است؟



قطر قسمت چپ ۱۲ cm پس شعاع آن ۶ cm است که سه برابر شعاع قسمت نازک‌تر ظرف می‌باشد پس طبق معادله پیوستگی می‌توان نوشت:

$$\frac{V'}{V} = \frac{A}{A'} = \left(\frac{r}{r'} \right)^2 = \left(\frac{6}{2} \right)^2 = 9 \Rightarrow V' = 9V$$

حال چون حرکت آب یکنواخت است طبق مدت زمان حرکت آب می‌نویسیم:

$$t + t' = v s \Rightarrow \frac{\Delta x}{V} + \frac{\Delta x'}{V'} = 7 \Rightarrow \frac{26}{V} + \frac{18}{9V} = 7 \Rightarrow \frac{26}{V} + \frac{2}{V} = 7 \Rightarrow \frac{28}{V} = 7 \Rightarrow V = 4 \frac{m}{s} \Rightarrow V + V' = 4 + 9(4) = 40 \frac{m}{s}$$



فصل ۳ فیزیک دهم / دو تست در کنکور

کار و انرژی

خلاصه اول

رابطه انرژی جنبشی $\leftarrow k = \frac{1}{2} m V^2$

روابط مقایسه انرژی جنبشی

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

$$\Delta k = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2)$$

خلاصه دوم

رابطه محاسبه کار $\leftarrow w = Fd \cos \theta$

قضیه کار کل $w_T = w_1 + w_2 + \dots$ یا

$$w_T = F_T d$$

کار نیروی وزن $\leftarrow W_{\text{وزن}} = mg(\Delta h)$

$\Delta h =$ تغییر مکان عمودی جسم

خلاصه پنجم

- توان کل
- توان تلف شده
- توان مفید

بازده راندمان

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{مفید}}} = \frac{E_{\text{کل}}}{E_{\text{کل}}}$$

خلاصه سوم

رابطه کار و انرژی جنبشی $\leftarrow w_T = \Delta k$

علامت کار کل

خلاصه چهارم

تعریف انرژی مکانیکی $\leftarrow E = k + U = \frac{1}{2} m V^2 + mgh$

قانون پایستگی انرژی مکانیکی



بررسی حرکت آونگ

ارتفاع آونگ h $h = l(1 - \cos \alpha)$

طول آونگ l



فصل سوم: کار و انرژی

خلاصه اول: انرژی جنبشی



۱-۱ تعریف و معرفی رابطه: به انرژی اجسام در حال حرکت گفته می‌شود که طبق رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

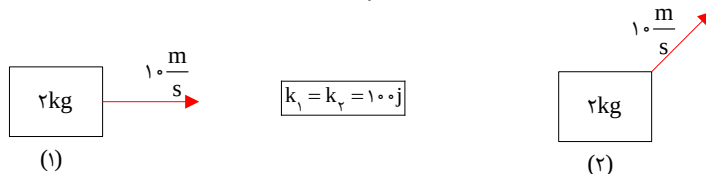
نمودار انرژی جنبشی برحسب سرعت چنین می‌شود

$$k = \frac{1}{2}mv^2$$

رابطه محاسبه

جرم جسم (kg) → تندى جسم ($\frac{m}{s}$)

تذکر: در رابطه‌ی بالا چون v تندى جسم است لذا v و به دنبال آن انرژی جنبشی اجسام به جهت حرکت آن‌ها بستگی ندارد. به شکل‌های زیر دقت کنید:



روابط مهم مقایسه انرژی جنبشی ۱-۲

اگر در سؤال چند برابر شدن انرژی جنبشی یا درصد مطرح باشد:

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

اگر در سؤالات کاهش یا افزایش انرژی جنبشی مطرح باشد:

$$\Delta k = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

برای درک بیشتر: شب چه‌ها رسیدیم به اولین میث این فصل!!! انرژی جنبشی هم قوی‌های اخیر سؤال اختصاصی داشته (مثل قهرمانی که ۱۰۰ ریاضی ۱۰۰ هم پیش

نیاز تقریباً تمام مباحث دیگر این فصل هست. اما غالب مؤالاش سطح آسونی دارند و با حل مثال‌های زیر تسلطتون روی این میث کامل میشه:

Q۱ ماهواره‌ای به جرم 200 kg با قندی ثابت $2/5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ به دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی این ماهواره چند مگاژول است؟

تندی ماهواره را به $\frac{m}{s}$ تبدیل می‌کنیم که می‌شود $(V = 2/5 \times 10^3 \frac{m}{s})$ سپس طبق رابطه‌ی انرژی جنبشی می‌نویسیم:

$$k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (2/5 \times 10^3)^2 = 100 \times 6/25 \times 10^6 \text{ J} = 625 \text{ MJ}$$

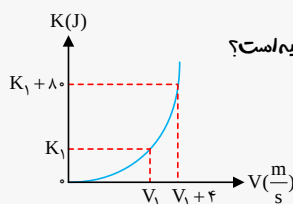
Q۲ جرم جسمی را به درصد افزایش می‌دهیم و از اندازه‌ی سرعت آن به درصد کم می‌کنیم. در این حالت انرژی جنبشی آن چگونه تغییر می‌کند؟

چون در مسئله درصد تغییرات کمیت‌های مختلف مطرح است پس می‌نویسیم:

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{1/5 m_1}{m_1} \times \left(\frac{8/5 v_1}{v_1}\right)^2 = 1/5 \times 64/25 = 64/125$$

از حاصل به دست آمده متوجه می‌شویم انرژی جنبشی جسم ۶۴ درصد کم می‌شود

Q۳ در شکل زیر، نمودار انرژی جنبشی جسمی به جرم $2/5$ کیلوژرم برحسب قندی آن نشان داده شده است. V_1 چند متر بر ثانیه است؟



طبق نمودار روده رو اگر سرعت جسم $4 \frac{m}{s}$ زیاد شود انرژی جنبشی آن ۸۰ ژول افزایش می‌یابد پس می‌نویسیم:

$$\Delta k = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow 80 = \frac{1}{2} \left(\frac{5}{2}\right) (2v_1 + 4)^2 \Rightarrow 16 = 2v_1 + 4 \Rightarrow v_1 = 6 \frac{m}{s}$$

دقت شود در رابطه‌ی بالا برای معامبه‌ی عبارت $(v_2^2 - v_1^2)$ از اتحاد مزدوج استفاده کردیم

خلاصه دوم: مفهوم کار و رابطه محاسبه آن/کار نیروی وزن

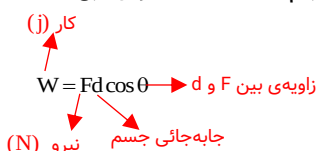


۲-۱ مفهوم کار و رابطه محاسبه‌ی آن: هر گاه به جسمی نیرویی وارد شود و جسم در راستای نیروی وارد شده حرکت کند گوئیم کار انجام شده است که مقدار آن طبق

رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

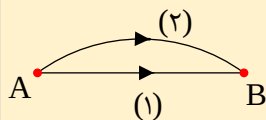
علامت کار

- هم جهت $d, F \Rightarrow \cos \theta > 0 \Rightarrow W > 0$
- خلاف جهت $d, F \Rightarrow \cos \theta < 0 \Rightarrow W < 0$
- عمود بر هم $d, F \Rightarrow \cos \theta = 0 \Rightarrow W = 0$



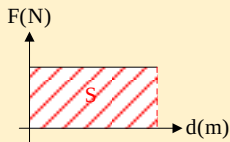


نکته: در شکل زیر چون نقطه شروع و پایان حرکت یکسان است. لذا جابه جایی یکسان و می نویسیم:



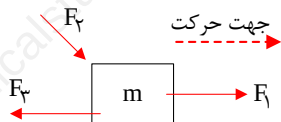
$$\left\{ \begin{array}{l} d_1 = d_2 \\ \text{اگر در هر دو مسیر } F \text{ هم ثابت باشد} \end{array} \right. \Rightarrow W_1 = W_2$$

نکته: مساحت زیر نمودار نیرو - جابه جایی برابر کار انجام شده بر روی جسم است.



$$S = Fd = W$$

قضیه کار کل: بیان می کند اگر به جسمی چندین نیرو وارد شود آنگاه کار کل نیروهای وارد به جسم برابر با جمع جبری کار تک تک نیروهاست.



$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 + \dots \quad (\text{علامت ها حتماً در نظر گرفته شود})$$

$$\begin{array}{l} W_1 > 0 \\ W_2 > 0 \\ W_3 < 0 \end{array}$$

نکته: در روش دیگر برای محاسبه کار کل نیروهای وارد بر جسم می توانیم ابتدا برآیند نیروهای وارد به جسم را حساب کرده سپس کار نیروی برآیند را محاسبه کنیم یعنی:

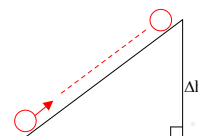
$$W_T = F_T d \cos \theta$$

کار نیروی وزن

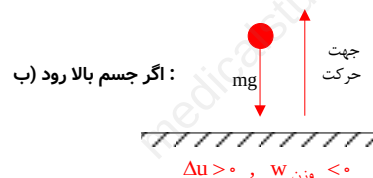
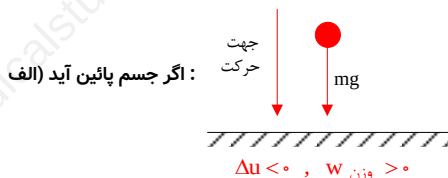
از نظر اندازه با تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم برابر ولی از نظر علامت قرینه آن است پس می توان نوشت:

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta u = -mg(\Delta h)$$

Δh تغییر مکان عمودی جسم



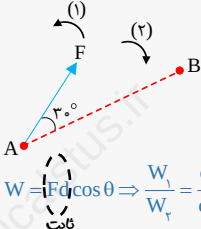
حال در تعیین علامت کار نیروی وزن با توجه به جهت حرکت جسم می گوئیم:



برای درک پیش تر: در مباحث این خلاصه ما شاهد سؤال اختصاصی نیستیم (به جز نیروی وزن) و بیش تر مطالب آن زیربنای بقیه مباحث فصل کار و انرژی است. پس بدین که

باطل چند تا مثال مهم پایدی خودمون رو در این فصل قوی کنیم:

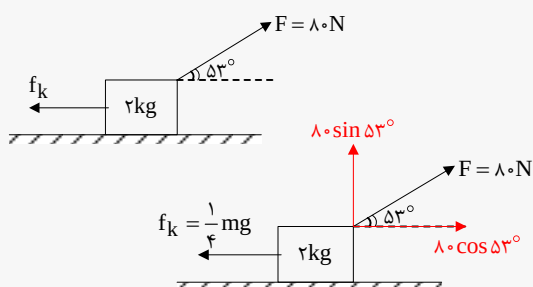
Q4: در شکل روبرو کار نیروی $\vec{F}$ در هنگام جابه جایی برپاره خط AB برابر $5\sqrt{3} \text{ J}$ است. نیروی F چند درجه و در چه جهتی دوران کند تا کار آن در همان جابه جایی Δl شود؟



در این سؤال اندازه نیروی F و مقدار d ثابت است پس می نویسیم:

$$W = Fd \cos \theta \Rightarrow \frac{W_1}{W_2} = \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} \Rightarrow \frac{5\sqrt{3}}{-5} = \frac{\cos 30^\circ}{\cos \theta_2} \Rightarrow -\sqrt{3} = \frac{\cos 30^\circ}{\cos \theta_2} \Rightarrow \cos \theta_2 = \frac{-1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \theta_2 = 120^\circ \Rightarrow \text{پس نیروی } F \text{ باید } 90^\circ \text{ در جهت (1) دوران کند}$$

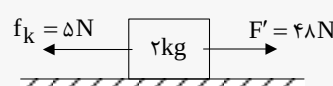
Q5: در شکل زیر جسم تحت اثر نیروی F به اندازه 5 m در سمت راست جابه جا می شود. اگر نیروی وزن جسم 8 N برابر نیروی اصطکاک وارده به آن باشد آنگاه:



$$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \cos 53^\circ = 0.6)$$

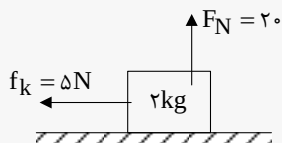
الف) کار کل نیروهای وارد به جسم چند ژول است؟

ابتدا نیروی F را تجزیه کرده و سپس به دوروش کار کل نیروهای وارد به جسم را به دست می آوریم:





$$\left\{ \begin{array}{l} \text{قضیه کار کل: } W_T = W_{F'} + W_f = (48 \times 5 \times \cos 0^\circ) + (5 \times 5 \times \cos 180^\circ) = 240 - 25 = 215 \text{ J} \\ \text{مغایبی نیروی: } F_T = 48 - 5 = 43 \text{ N} \Rightarrow W_T = F_T d = 43 \times 5 = 215 \text{ J} \end{array} \right.$$



$$W_{\text{سطح}} = W_{F_N} + W_{f_k} = f_k d \cos 180^\circ = 5 \times 5 \times (-1) = -25 \text{ J}$$

ب) کار نیروی سطح در این جابه جایی چند ژول است؟

می دانیم که از طرف سطح (کلیه گاه) دو نیروی عمودی سطح و اصطکاک وارد می شود که می توان نوشت:

دقت کنید چون F_N بر راستای حرکت عمود است کار آن صفر شود. $W_{\text{سطح}} = W_{f_k}$ است.

Q1 ? شصتی جسمی به جرم 4 kg را در صفحه ی مفتحات از نقطه ی A (4 m, -2 m) به نقطه ی B (6 m, 8 m) می برد کار نیروی وزن در این جابه جایی چند ژول است؟

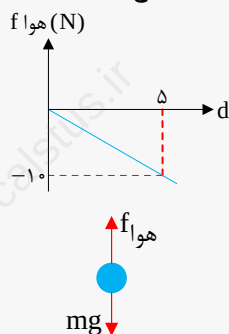
$$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

چون در رابطه ی $W = mg(\Delta h)$ مقدار Δh تغییر مکان عمودی جسم است لذا می توان نوشت:

$$\Delta h = \Delta y = y_B - y_A = 8 - (-2) = 10 \text{ m} \Rightarrow W_{\text{وزن}} = -mg(\Delta h) = -40(10) = -400 \text{ J}$$

دقت کنید چون جسم بالا می رود (مقدار y زیاد شده) لذا کار نیروی وزن منفی است

Q2 ? جسمی به جرم 4 kg از بالای برجی به سمت پایین پرتاب می شود اگر نمودار کار نیروی مقاومت هوای وارد به جسم بر حسب جابه جایی آن تا سطح زمین به صورت شکل زیر باشد کار کل نیروهای وارد به جسم در این جابه جایی چند ژول است؟



$$S = \frac{5 \times (-10)}{2} = -25$$

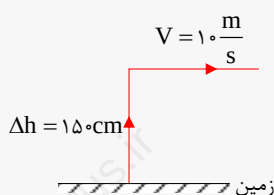
ابتدا با استفاده از مساحت زیر نمودار کار نیروی مقاومت هوا را حساب می کنیم:

مپس نیروهای وارد به جسم را رسم کرده و در آنرا قضیه کار کل می نویسیم:

$$W_T = W_{mg} + W_f = mg(\Delta h) + (-25) = 40(5) - 25 = 175 \text{ J}$$

دقت کنید مقدار Δh از روی نمودار به دست آوردیم $\Delta h = d = 5 \text{ m}$

Q3 ? شصتی گلوله ای به جرم m را از روی زمین برداشته، تا ارتفاع 150 cm بالا برده و آن را با سرعتی $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ پرتاب می کند اگر کار نیروی وزن W_{mg} و کار شص W_F باشد، کدام است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



$$\frac{W_{mg}}{W_F} \text{ کدام است؟ } (g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

مسیر حرکت گلوله مطابق شکل مطابق است پس در قسمت اخقی کار نیروی وزن صفر است و می نویسیم:

$$W_{mg} = -mg(\Delta h) = -m \times 10 \times 1.5 \text{ m} = -15 \text{ mJ}$$

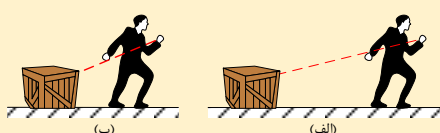
و اما کار نیروی شص در مسیر قائم چون بر نیروی وزن غلبه می کند برابر $mg(\Delta h)$ و در قسمت اخقی چون شص به جسم انرژی جنبشی می دهد لذا کار شص برابر $(k = \frac{1}{2} mv^2)$

$$W_F = mg(\Delta h) + \frac{1}{2} mv^2 = (m \times 10 \times 1.5) + \frac{1}{2} m(10)^2 = 65 \text{ mJ} \Rightarrow \frac{W_{mg}}{W_F} = \frac{-15 \text{ mJ}}{65 \text{ mJ}} = \frac{-3}{13}$$

می باشد پس می توان نوشت:

توجه کنید در قسمت قائم چون نیروی شص هم جهت با جابه جایی گلوله است لذا mgh برای شص مثبت است

نکته: مطابق شکل زیر هر چه طنابی که شخص با آن جسمی را می کشد بلندتر باشد، زاویه بین نیرو و جابه جایی کمتر شده $(\theta_1 > \theta_2)$ و در نتیجه $\cos \theta_1 < \cos \theta_2$ می شود.



$$W = Fd \cos \theta \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} \Rightarrow F_1 < F_2$$



خلاصه سوم : قضیه کار و انرژی



$$W_T = \Delta k$$

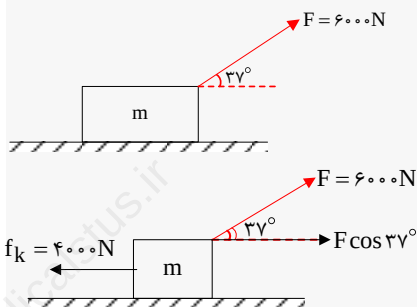
$$W_T = \Delta k \begin{cases} \text{انرژی جنبشی مطرح باشد} \\ \Delta k = k_f - k_i \\ \text{اندازه نیروها مطرح باشد} \\ \Delta k = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \end{cases} \quad W_T = \begin{cases} \text{کار نیروها مطرح باشد} \\ W_T = W_1 + W_2 + \dots \\ \text{اندازه نیروها مطرح باشد} \\ W_T = F_T d \end{cases}$$

علامت W_T : براساس علامت کار کل می توانیم تغییرات سرعت جسم را به صورت زیر بررسی کنیم:

$$W_T = \Delta k \begin{cases} W_T > 0 \Rightarrow \Delta K > 0 \Rightarrow \text{سرعت جسم زیاد شده} \\ W_T < 0 \Rightarrow \Delta K < 0 \Rightarrow \text{سرعت جسم کم شده} \\ W_T = 0 \Rightarrow \Delta K = 0 \Rightarrow \text{سرعت جسم ثابت است} \end{cases}$$

برای درک بیشتر: قضیه کار و انرژی از موارد سؤال فیزیک بسیار مهم این فصل است و قابلیت ترکیب مطالب آن با فصل های دیگر مثل الکتروسیته، دینامیک و... وجود دارد که در آینده در همین کتاب این دسته سؤالات رو بررسی می کنیم. حالا می خواهیم در زیر سؤالات اختصاصی آن فقط در فصل کار و انرژی رو با هم بررسی کنیم. آماده اید؟؟؟

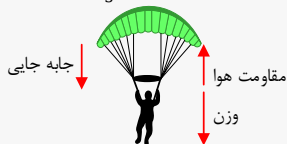
Q9 در شکل زیر، جرم کل جسم 37° است و جهت 37° ، نیروی ثابت 6000 N بر آن وارد می شود. اگر نیروی اصطکاک جنبشی که به جسم وارد می شود، 4000 N باشد و با این وضعیت، جسم در مسیر مستقیم و افقی 8 متر جابه جا شود. تغییر انرژی جنبشی جسم چند ژول است؟ ($\cos 37^\circ = 0.8$)



$$\Rightarrow f_k = 4000\text{ N} \quad F_x = 4800\text{ N} \Rightarrow F_T = 800\text{ N}$$

در نهایت طبق قضیه کار و انرژی می توان نوشت: $\Delta k = W_T \Rightarrow \Delta k = F_T (d) = 800 \times 8 = 6400\text{ J}$

Q10 چتربازی به جرم کل 100 kg از بالونی در ارتفاع 50 متر از سطح زمین با سرعتی به بزرگی $1/5\text{ m/s}$ به بیرون بالون می پرد. اگر او با سرعتی به بزرگی $4/5\text{ m/s}$ به زمین



برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چتر باز در طول مسیر سقوط چند کیلوژول است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)

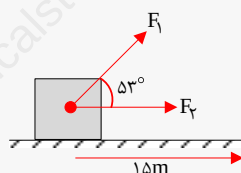
طبق قضیه کار و انرژی می توان نوشت:

$$W_T = \Delta k \Rightarrow W_{mg} + W_f = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \Rightarrow 100 \times 10 (50) + W_f = \frac{1}{2} \times 100 (4/5^2 - 1/5^2) \Rightarrow$$

اتحاد مندرج

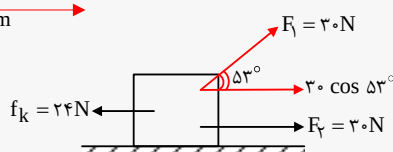
$$5000 + W_f = 50 (18) \Rightarrow 5000\text{ J} + W_f = 900\text{ J} \Rightarrow W_f = -4100\text{ J}$$

Q11 مطابق شکل، جسمی به جرم 16 kg را با استفاده از دو نیروی 30° نیوتونی F_1 و F_2 به اندازه 15 m به سمت راست جابه جا می کنیم. اگر تندی اولیه ی جسم 6 m/s و



نیروی اصطکاک در طول مسیر ثابت و برابر 24 N باشد، تندی نهایی جسم چند متر بر ثانیه می شود؟ ($\cos 30^\circ = 0.8$)

ابتدا با تجزیه ی نیروی F_1 تمام نیروهای مؤثر در حرکت جسم را رسم می کنیم:



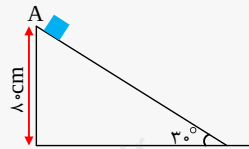
$$f_k = 24\text{ N} \quad F_x = 30 \cos 30^\circ = 25.98\text{ N} \quad F_T = (25.98 + 30) - 24 = 31.98\text{ N}$$



می پس با استفاده از قضیه کار و انرژی می توان نوشت:

$$W_T = \Delta k \Rightarrow E_T(d) = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \Rightarrow 24(15) = \frac{1}{2} (16) (v_f^2 - 36) \Rightarrow 45 = v_f^2 - 36 \Rightarrow 81 = v_f^2 \Rightarrow v_f = 9 \frac{m}{s}$$

در شکل زیر، جسمی به جرم ۵۰ گرم را از نقطه A رها می کنیم. جسم می لغزد و با تندی $3 \frac{m}{s}$ به سطح افقی می رسد. کار نیروی وزن و کار نیروی اصطکاک، در این جابه جایی،



$$(g = 10 \frac{N}{kg})$$

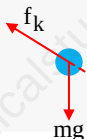
به ترتیب چند ژول است؟

$$W_{mg} = mg(\Delta h) = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.1 = +4J$$

با توجه به شکل کار نیروی وزن برابر است با:

با توجه به اینکه به جسم روی سطح شیب دار دو نیروی وزن و اصطکاک وارد می شود می توان نوشت:

$$W_T = \Delta k \Rightarrow W_{mg} + W_f = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \Rightarrow 4 + W_f = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} (9 - 0) \Rightarrow 4 + W_f = 2/25 \Rightarrow W_f = -1/25J$$



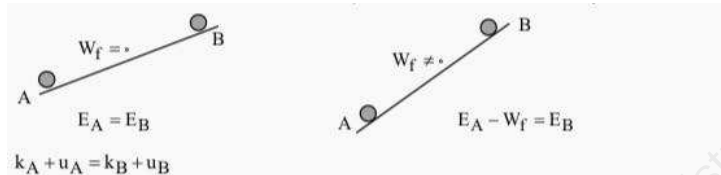
خلاصه چهارم: قانون پایستگی مکانیکی / انرژی درونی



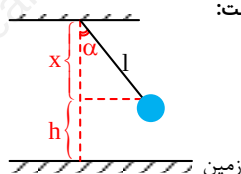
۴-۱ **تعریف انرژی مکانیکی:** برابر است با مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل اجسام، نماد آن E و طبق رابطه ی زیر به دست می آید:

$$E = k + u = \frac{1}{2} mv^2 + mgh$$

۴-۲ **قانون پایستگی انرژی مکانیکی:** بیان می کند در صورت نبودن اصطکاک میزان انرژی مکانیکی جسم ثابت است فقط با افزایش انرژی جنبشی مقدار انرژی پتانسیل کم می شود و بالعکس



۴-۳ **بررسی حرکت آونگ:** اگر آونگی را از راستای قائم ($u = 0$) مقداری منحرف کنیم آنگاه ارتفاع آن از سطح زمین به صورت زیر است:



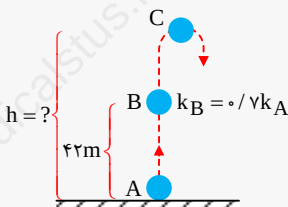
$$\begin{cases} \cos \alpha = \frac{x}{l} = x/l \cos \alpha \\ h = l - x = l - l \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow h = l(1 - \cos \alpha) \quad l = \text{طول آونگ}$$

رابطه به دست آمده در بالا برای ارتفاع آونگ در سوالات این قسمت بسیار مهم و کلیدی است و پس با رابطه ی $W_f = E_B - E_A$ مجهولات مسئله به دست می آید.

برای درک بیشتر: قانون پایستگی انرژی مکانیکی مهم ترین قسمت این فصل بوده و تقریباً هر سال یک سؤال در کنکور از آن داریم. سوالات این قانون در چهار تیپ پرتاب

جسم، مسیرهای منحنی، سطح شیب دار و آونگ مطرح می شود که در زیر می خواهیم به بررسی تک تک این تیپ سوالات بپردازیم. بریم واسه ی تسلط روی این قسمت مهم:

۴-۴ **گلوله ای از سطح زمین در راستای قائم رو به بالا پرتاب می شود و تا رسیدن گلوله به ارتفاع ۲۰ متری از سطح زمین، انرژی جنبشی آن ۲۰ درصد کاهش می یابد. این گلوله**



حداکثر ارتفاع چند متری از سطح زمین بالا می رود؟ (مقاومت هوا ناچیز است و $g = 10 \frac{m}{s^2}$)

مسیر حرکت گلوله را به صورت رو به رو رسم می کنیم و می پس می نویسیم:

$$\begin{cases} W_f = 0 \Rightarrow E_A = E_B \Rightarrow k_A + u_A = k_B + u_B \Rightarrow k_A = 0.7 k_A + u_B \\ 0.7 k_A = u_B \Rightarrow \frac{3}{10} (\frac{1}{2} m V_A^2) = \frac{1}{2} m \times 10 \times 42 \Rightarrow V_A^2 = 2800 \end{cases}$$

می پس رابطه ی قانون پایستگی را برای نقاط A و C به صورت زیر می نویسیم:

$$E_A = E_C \Rightarrow k_A + u_A = k_C + u_C \Rightarrow \frac{1}{2} m V_A^2 = mgh_C \Rightarrow \frac{1}{2} (2800) = 10 \cdot h_C \Rightarrow h_C = 140m$$



Q14? گلوله ای با جرم $80 \frac{m}{s}$ از سطح زمین پرتاب می شود و در ارتفاع 236 متری از سطح زمین با جرم $20 \frac{m}{s}$ به صفر می رسد. چند درصد انرژی جنبشی اولیه

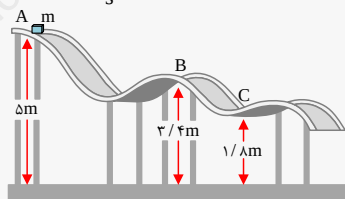
گلوله در اثر مقاومت هوا تلف شده است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

طبق سؤال ابتدا شکل مسئله را رسم کرده سپس به دلیل وجود اصطکاک قانون پایستگی انرژی مکانیکی را به صورت زیر می نویسیم:

$$\begin{cases} E_A - W_f = E_B \Rightarrow k_A + u_A - W_f = k_B + u_B \Rightarrow \\ (\frac{1}{2} \times m \times 6400) - W_f = (\frac{1}{2} \times m \times 400) + (m \times 10 \times 236) \Rightarrow W_f = 6400m \end{cases}$$

مقدار W_f به دست آمده همان انرژی جنبشی تلف شده است که نسبت آن نسبت انرژی اولیه چنین می شود: $\frac{W_f}{E_A} = \frac{6400m}{32000m} = 0.2$ یا 20%

Q15? جسمی به جرم m روی سطح بدون اصطکاک مطابق شکل زیر از نقطه A رها می شود. در نقطه C، چند برابر جرم آن در نقطه B است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



$$\begin{cases} E_A = E_C \Rightarrow k_A + u_A = k_B + u_B \Rightarrow k_B = u_A - u_B \Rightarrow \frac{1}{2} m V_B^2 = mgh(\Delta h_{AB}) \\ \Rightarrow V_B = \sqrt{2g(\Delta h_{AB})} = \sqrt{2 \times 10 \times (5 - 3/4)} = \sqrt{32} \end{cases}$$

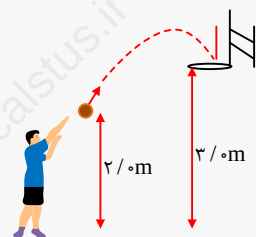
به طریق مشابه انرژی قانون پایستگی را برای نقاط A و C بنویسیم نگاه داریم:

$$V_C = \sqrt{2g(\Delta h_{AC})} = \sqrt{2 \times 10 \times (5 - 1/4)} = \sqrt{64} \Rightarrow \frac{V_C}{V_B} = \frac{\sqrt{64}}{\sqrt{32}} = \sqrt{\frac{64}{32}} = \sqrt{2}$$

Q16? در شکل زیر توپ با جرم $1 \frac{m}{s}$ پرتاب می شود. اگر کار نیروی مقاومت هوا تا رسیدن توپ به مبد، $-\frac{1}{8} K$ باشد، جرمی توپ در لحظه ورود به مبد، چند متر بر ثانیه

است؟ (K انرژی جنبشی اولیه و $g = 10 \frac{m}{s^2}$ است.)

اگر ارتفاع $2m$ از سطح زمین را نقطه A و لحظه ورود توپ به مبد را نقطه B بگیریم می توان نوشت:



$$\begin{aligned} E_A - W_f = E_B \Rightarrow k_A + u_A - (\frac{1}{8} k_A) &= k_B + u_B \xrightarrow[\text{از طرفین مقدار}]{\text{مضروب می شود } m} \\ \frac{1}{2} (64) + (10 \times 2) - \frac{1}{8} (\frac{1}{2} \times 64) &= \frac{1}{2} V_B^2 + (10 \times 3) \Rightarrow 18 = \frac{1}{2} V_B^2 \Rightarrow V_B = 6 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

Q17? جسمی روی یک سطح شیب دار آزادانه می لغزد و با جرم ثابت پایین می آید. برای این جسم کدام موارد درست است؟

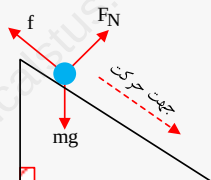
الف- کار نیروی که سطح به جسم وارد می کند، صفر است.

نادرست- کار نیروی سطح همان کار نیروی اصطکاک می شود که مقدارش صفر نیست ($W_{\text{سطح}} = W_{F_N} + W_f \Rightarrow W_{\text{سطح}} = W_f \neq 0$)

ب- انرژی مکانیکی جسم کاهش می یابد.

درست- چون با پائین آمدن جسم جرمی آن زیاد نمی شود (سؤال گفته ثابت می ماند) لذا در می یابیم مطابق شکل روبروی اصطکاک به جسم وارد می شود و انرژی مکانیکی آن

کم می شود



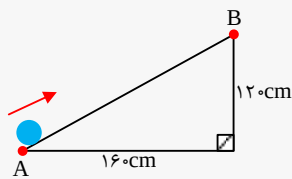
پ- کار نیروی خالص، برابر با کار وزن است.

$$\text{چون جرم ثابت است} \rightarrow \Delta k = 0 \Rightarrow W_T = 0$$

نادرست- زیرا:



Q18) در شکل زیر جسمی به جرم 2 kg را از پایین سطح شیبدار دارای اصطکاک با قتری اولیه $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به موازات سطح رو به بالا پرتاب می کنیم. اگر جسم در نقطه ای متوقف شود



آنگاه: $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ مقاومت هوا ناچیز است

$$\begin{cases} E_A - W_f = E_B \Rightarrow k_A + u_A - W_f = k_B + u_B \Rightarrow \\ \frac{1}{2} \times 2 \times (6)^2 - W_f = 2 \times 10 \times 1 / 2 \Rightarrow W_f = 12 \text{ J} \end{cases}$$

الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسم چند نیوتن است؟

حال طبق قضیه فیثاغورس طول سطح شیبدار (AB) را به دست می آوریم:

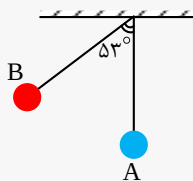
$$AB^2 = 120^2 + 160^2 \Rightarrow AB = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$$

$$W_f = f(d) \Rightarrow 12 = f(2) \Rightarrow f = 6 \text{ N}$$

$$E_B - W_f = E_A \Rightarrow u_B - 12 = k_A \Rightarrow (2 \times 10 \times 1 / 2) - 12 = \frac{1}{2} \times 2 V_A^2 \Rightarrow V_A = \sqrt{12} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ب) قتری جسم هنگام برخورد در نقطه ای چند متر بر ثانیه است؟

Q19) مطابق شکل زیر آونگی به طول 2 m را از راستای قائم به اندازه 53° درجه تا نقطه B منحرف کرده و سپس رها می کنیم. به موارد خواسته شده پاسخ دهید:



$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \cos 53^\circ = 0.6)$ مقاومت هوا ناچیز است

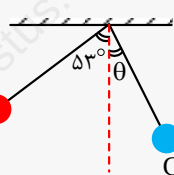
الف) بیش ترین سرعت گلوله در طول مسیر چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟

می دانیم راستای قائم آونگ نقطه ای مبدأ انرژی گرانشی است پس $u_A = 0$ و در این نقطه گلوله بیش ترین انرژی جنبشی و سرعت را دارد پس می نویسیم:

$$E_B = E_A \Rightarrow k_B + u_B = k_A + u_A \Rightarrow mgh_B = \frac{1}{2} m V_A^2 \Rightarrow gl(1 - \cos 53^\circ) = \frac{1}{2} V_A^2 \Rightarrow 10 \times 2(1 - 0.6) = \frac{1}{2} V_A^2 \Rightarrow V_A = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ب) هنگامی که بعد از رها کردن سرعت گلوله به $2\sqrt{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می رسد زاویه ای انحراف آونگ از راستای قائم چند درجه می شود؟

ابتدا شکل آونگ و مسیر حرکت آن را رسم می نمایم سپس طبق قانون پایستگی انرژی مکانیکی می نویسیم:



$$E_B = E_C \Rightarrow u_B = k_C + u_C \xrightarrow[\text{از طرفین}]{\text{با ضرب بر 2}} gh_B = \frac{1}{2} V_C^2 + gh_C \Rightarrow 10 \times 2(1 - \cos 53^\circ) = (\frac{1}{2} \times 8) + 10 h_C \Rightarrow h_C = 0.4 \text{ m}$$

سپس طبق رابطه ارتفاع آونگ که در فاصله ی چهار به آن اشاره کردیم می توانیم بنویسیم:

$$h_C = l(1 - \cos \theta) \Rightarrow 0.4 = 2(1 - \cos \theta) \Rightarrow \cos \theta = 0.8 \Rightarrow \theta = 37^\circ$$

خلاصه پنجم : توان و انواع آن / بازده (راندمان)



۵-۱ بررسی انواع توان

توان برابر نسبت انرژی مصرفی در واحد زمان است، کمیت نرده ای، واحد آن وات (W) و به سه دسته طبقه بندی می شود:

الف) $P_{\text{کل}} = P_{\text{ورودی}} =$ غالباً خود مسئله می دهد

ب) تلف شده $P =$ غیر مفید P

$$\text{ج) } P_{\text{مفید}} = \frac{W}{t} \begin{cases} \text{اگر در مسئله تغییر سرعت بدهد} \rightarrow W = \Delta k = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2) \\ \text{اگر در مسئله تغییر ارتفاع بدهد} \rightarrow W = \Delta u = mg(\Delta h) \end{cases}$$

تذکر: بدیهی است که اگر در مسئله هم تغییر سرعت و هم تغییر ارتفاع داشته باشیم آنگاه $W = \Delta k + \Delta u$ می شود.

$$۵-۲ \quad Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} = \frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{کل}}} = \text{بازده (راندمان)}$$



برای درک پیش تر: ما در سری کنکورهای نظام جدید شاهد توجه ویژه طراحان کنکور نسبت به این مبحث بوده ایم. (مثل تجربی خارج اه لا) دلیل آن هم قابلیت ترکیب این مبحث با مباحث قبلی کاروانرژی است. در چند فصل دیگر فیزیک کنکور مثل فصل دما و گرما، الکتروسیته جاری، دینامیک و... هم مجدداً بحث توان و بازده تکرار شده است. اما اصلاً جای نگذاری نیست چون غالب سوالات این مبحث آمون و متوسط دارند و باطل نمونه سوال های زیر دیکه تسلطتون کامل میشه. پس بریم سراغ آخرین مبحث این فصل.

Q20: یک ماشین بالا برای بالا بردن وزنه ای به جرم 50 kg تا ارتفاع معینی از سطح زمین 2000 J انرژی مصرف می کند. اگر این وزنه از ارتفاع فوق بدون سرعت اولیه در

شرایط خلأ رها شود، با قندی $\frac{8}{5} \text{ m}$ به زمین می رسد. بازده این ماشین چند درصد است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

$$E_{\text{کل}} = 2000 \text{ J}$$

طبق گفته سوال 2000 ژول انرژی مصرف شده تا جسم به ارتفاع معین برسمه پس:

مپس انرژی جسم هنگام رسیدن به سطح زمین در حکم همان انرژی مفید بوده پس:

$$E_{\text{مفید}} = k + u = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} (\Delta \phi) (64) = 1600 \text{ J} \longrightarrow R_a = \frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{کل}}} = \frac{1600}{2000} = 0.8 \text{ یا } 80\%$$

Q21: یک پمپ برقی قادر است ظرف مدت 2 دقیقه 140 kg آب ساکن را از عمق 4 m زمین بالا کشیده و با قندی $\frac{6}{5} \text{ m}$ به بیرون سرریز کند. توان مفید این پمپ چند

وات است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

$$P_{\text{مفید}} = \frac{W}{t} = \frac{\Delta k + \Delta u}{t} = \frac{\frac{1}{2} m V^2 + mgh}{t} = \frac{140 \times (\frac{1}{2} \times 36 + 10 \times 4)}{2 \times 60} = 73.5 \text{ W}$$

توان تولیدی دو کمبیه برقی A و B برابر با 2 kW است ولی بازدهی کمبیه A، 2 درصد بیشتر از بازدهی کمبیه B است. اگر کمبیهی A در هر دقیقه یک متر مکعب آب را با قندی

ثابت از عمق 9 متری زمین به سطح زمین بیاورد، کمبیهی B در چند دقیقه این کار را انجام می دهد؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

ابتدا توان مفید و مپس بازده مفید کمبیهی A را به دست می آوریم: (1000 kg هر متر مکعب آب)

$$P_{\text{مفید}} = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{1000 \times 10 \times 9}{60} = 1500 \text{ W}$$

$$R_a = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} = \frac{1500}{2000} = 0.75 \text{ یا } 75\%$$

چون بازده کمبیه A، 2 درصد بیش تر از بازده کمبیه B است پس ($R_B = 50\%$) می شود و می نویسیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_B = \frac{1}{2} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{P_{\text{مفید}}}{2000} \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 1000 \text{ W} \xrightarrow{\text{طبق گفته سوال}} W_A = W_B \\ P_{\text{مفید}} = \frac{W_B}{t} = \frac{mgh}{t} \Rightarrow 1000 = \frac{1000 \times 10 \times 9}{t} \Rightarrow t = 90 \text{ s} = 1.5 \text{ min} \end{array} \right.$$

Q22: یک هواپیمای مسافربری دارای دو موتور که قدرت پیشرانده هر کدام $4 \times 10^5 \text{ N}$ است. اگر هواپیما با سرعت $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ در حال حرکت باشد. توان متوسط هر موتور تقریباً

چند اسب بخار است؟ ($1 \text{ hp} \approx 750 \text{ W}$)

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = \boxed{F \cdot V} \rightarrow P = 4 \times 10^5 \times \left(\frac{900}{3600} \right) = 10^8 \text{ W}$$

طبق رابطه می توان می نویسیم:

$$P = \frac{10^8}{750} = \frac{1000 \times 10^5}{750} = \frac{4}{3} \times 10^5 \text{ hp}$$

پس توان به دست آمده را به اسب بخار تبدیل می کنیم:



فصل ۴ فیزیک دهم / دو تست در کنکور

دما و گرما

خلاصه اول

رابطه بین مقیاس‌ها

$$T = \theta + ۲۷۳$$

$$F = ۱/۸\theta + ۳۲$$

رابطه بین تغییرات دما

$$\Delta\theta = \Delta T$$

$$\Delta F = ۱/۸\Delta\theta$$

خلاصه سوم

- رابطه چگالی اجسام با دما $\rho_r = \rho_1(1 - \beta\Delta\theta)$
- انبساط مایعات ظرف ΔV - مایع ΔV = مایع سرریز شده ΔV

خلاصه چهارم

- ظرفیت گرمایی (A)
- ظرفیت گرمایی ویژه (C) $\leftarrow A = mc$
- روابط محاسبه گرما

$$Q = mc\Delta\theta = A(\Delta\theta) = (\rho V)c\Delta\theta$$

خلاصه ششم

توان و بازده

توان گرمکن

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{مفید}} = \text{غالباً خود مسئله می‌دهد}$$

$$P_{\text{مفید}} = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t} \quad \text{اطلاعات مسئله برای محاسبه‌ی این توان است}$$

$$P_{\text{تلف}} = P_{\text{کل}} - P_{\text{مفید}}$$

$$\text{بازده گرمکن} = Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}}$$

روابط انبساط جامدات

انبساط حجمی	انبساط سطحی	انبساط طولی	انواع انبساط
$\beta = ۳\alpha$	$k = ۳\alpha$	α	ضرائب انبساط
$\Delta V = V_1\beta\Delta\theta$	$\Delta A = A_1k\Delta\theta$	$\Delta l = l_1\alpha\Delta\theta$	روابط اولیه
$\Delta V = ۳V_1\alpha\Delta\theta$	$\Delta A = ۲A_1\alpha\Delta\theta$	-	روابط دیگر
$V_r = V_1(1 + ۳\alpha\Delta\theta)$	$A_r = A_1(1 + ۲\alpha\Delta\theta)$	$l_r = l_1(1 + \alpha\Delta\theta)$	روابط ثانویه
$\frac{\Delta V}{V_1} = ۳\alpha\Delta\theta$	$\frac{\Delta A}{A_1} = ۲\alpha\Delta\theta$	$\frac{\Delta l}{l_1} = \alpha\Delta\theta$	درصد تغییرات

آشنایی با ادبیات سوال

خلاصه پنجم

گرماهایی که باعث تغییر حالت می‌شود:

$$Q = ml_F \quad \text{در فرآیند ذوب و انجماد}$$

$$Q = ml_v \quad \text{در فرآیند تبخیر و میعان}$$



فصل چهارم: دما و گرما

خلاصه اول: مقیاس‌های دما



۱-۱ تعریف دما: می‌دانیم دما برابر متوسط انرژی جنبشی ذرات سازنده یک جسم است، کمیت نرده‌ای و اصلی است و سه واحد پرکاربرد در مسائل دارد.

اگر θ ، T و F به ترتیب دما در مقیاس سلسیوس، کلونین و فارنهایت باشد، آنگاه می‌توان نوشت:

۱-۲ رابطه‌ی بین خود مقیاس‌ها

$$\begin{cases} T = \theta + 273 \\ F = 1/8\theta + 32 \end{cases}$$

۱-۳ رابطه‌ی بین تغییرات دما

$$\begin{cases} \Delta\theta = \Delta T \\ \Delta F = 1/8\Delta\theta \end{cases}$$

برای درک پیش‌تر: شب بچه‌ها شروع فصل دما و گرما با رابطه‌ی بین مقیاس‌های دماست. با وجود اینکه مبشش آسمون اما اخیراً (مثل تهرانی ۱۴۰۲) خیلی مد نظر طراحان

کنکور بوده. فقط در این مسائل ساده کردن اعداد خیلی مهمه که حالا در زیر باطل یک سؤال مهم به طور کامل این مبشش را جمع بندی می‌کنیم. شروع کنیم رفا؟؟؟

در هر یک از موارد زیر به سؤالات خواسته شده پاسخ دهید. Q1

الف) دمای ۱۲۲ درجه فارنهایت معادل با چند درجه سلسیوس و چند کلونین است؟

$$F = 1/8\theta + 32 \Rightarrow 122 = 1/8\theta + 32 \Rightarrow 90 = 1/8\theta \Rightarrow \begin{cases} \theta = \frac{90 \times 8}{1} = 720^\circ\text{C} \\ T = 720 + 273 = 993^\circ\text{K} \end{cases}$$

ب) دمای درون یک دیگ غذا پس از نهارتیکه روی اجاق گاز می‌گذاریم ۵۰ درجه کلونین افزایش می‌یابد. دمای دیگ چند درجه سلسیوس و فارنهایت زیاد شده است؟

رابطه بین تغییرات دما

$$\begin{cases} \Delta\theta = \Delta T \Rightarrow \Delta\theta = 50^\circ\text{C} \\ \Delta F = 1/8(\Delta\theta) = 1/8(50) = 6.25^\circ\text{F} \end{cases}$$

۲-۱ اگر دمای جسمی را بر حسب درجه سلسیوس ۵۰ درجه را بر حسب کلونین ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. دمای اولیه‌ی جسم چند درجه سلسیوس بوده است؟ Q2

$$T_r = 1/6T_1 \Rightarrow (\theta_r + 273) = 1/6(\theta_1 + 273) \Rightarrow 3\theta_r - 1/6\theta_1 = 1/6(273) - 273 \Rightarrow 1/4\theta_1 = 0/6(273) \Rightarrow \theta_1 = 117^\circ\text{C}$$

خلاصه دوم: انبساط جامدات



۲-۱ برای پاسخگویی به سؤالات این مبحث ابتدا می‌بایست تمام روابط موجود در جدول زیر را به خوبی بدانید.

انواع انبساط	انبساط طولی	انبساط سطحی	انبساط حجمی
ضرائب انبساط	α (واحد = $\frac{1}{^\circ\text{C}}$) (معرف جنس)	$k = 2\alpha$	$\beta = 3\alpha$
روابط اولیه	$\Delta l = l_1 \alpha \Delta\theta$	$\Delta A = A_1 k \Delta\theta$	$\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta$
روابط دیگر	-	$\Delta A = 2A_1 \alpha \Delta\theta$	$\Delta V = 3V_1 \alpha \Delta\theta$
روابط ثانویه	$l_r = l_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$	$A_r = A_1 (1 + 2\alpha \Delta\theta)$	$V_r = V_1 (1 + 3\alpha \Delta\theta)$
درصد تغییرات	$\frac{\Delta l}{l_1} = \alpha \Delta\theta$	$\frac{\Delta A}{A_1} = 2\alpha \Delta\theta$	$\frac{\Delta V}{V_1} = 3\alpha \Delta\theta$

۲-۲ آشنایی با ادبیات سؤالات انبساط: مهارت بعدی در این مبحث آشنایی با ادبیات طراح سؤال است که در زیر به بررسی آن‌ها می‌پردازیم:

الف) طول به چند cm می‌رسد (ب) $l_r = l_1 (1 + \alpha \Delta\theta) \rightarrow$ طول چند cm تغییر می‌کند (الف)

ج) طول چند درصد تغییر می‌کند (د) $\frac{\Delta l}{l_1} = \alpha \Delta\theta \rightarrow$ طول چند برابر می‌شود (ج)

البته تمام تعاریف و عبارات بالا را می‌توان برای انبساط سطحی و حجمی هم تعریف کرد فقط روابط طبق جدول ذکر شده متفاوت می‌شود.



برای درک پیش تر: همانطور که چپه‌های دوزید از فصل دما و گرما دو تا تست داریم که غالباً یکی از اون‌ها مربوط به اهل فصل و مباحث مربوط به انبساط جامدات است. شما با حفظ روابط ذکر شده در خلاصه‌ی بالا و مشاهده‌ی تیپ سؤال‌های مهم زیر دیکه فیلانتون راحت که قوی‌کنکور از این مبحث مشکلی ندارید. پس آماده بشید با هم سؤال‌اش رو برمی‌کنیم که مسلط مسلط بشیم. بریم؟؟؟

Q3 **?** دومیله مسی و آلومینیومی بین دود دیوار ثابت قرار دارند. دمای دومیله را چند درجه خان‌نهایت بالا ببریم تا دومیله به یکدیگر بررسند؟

$(\alpha_{Cu} = 1/7 \times 10^{-5} \frac{1}{K} \text{ و } \alpha_{Al} = 2/3 \times 10^{-5} \frac{1}{K})$

طبق شکل سؤال معلوم است که اگر دومیله جفواهند به هم بررسند باید جمع انبساط آنها $0/4 \text{ cm}$ شود پس می‌نویسیم:

طبق رابطه $\Delta L_{Al} + \Delta L_{Cu} = 0/4 \text{ cm} \xrightarrow{\Delta L = l_1 \alpha \Delta \theta} (\Delta \theta \times 2/3 \times 10^{-5} \times \Delta \theta) + (\Delta \theta \times 1/7 \times 10^{-5} \times \Delta \theta) = 0/4$

از عوامل مشترک $\Delta \theta \times 10^{-5} \Delta \theta (2/3 + 1/7) = 0/4 \Rightarrow \Delta \theta = \frac{0/4}{\Delta \theta \times 10^{-5} \times 4} = 20^\circ \text{C}$

فانتور می‌گیریم $\Delta F = 1/8 \Delta \theta = 1/8 (20) = 360^\circ \text{C}$

پس این تغییر دما را به خان‌نهایت تبدیل می‌کنیم:

Q4 **?** دمای یک کره‌ی فلزی را 100°C بالا می‌بریم در نتیجه حجم آن ۳ درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط سطحی فلز چند واحد SI است؟

$k = 2\alpha = 2 \times 10^{-4} \frac{1}{^\circ \text{C}}$

$\text{درصد تغییر حجم} = \frac{\Delta V}{V} = 3\alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{3}{100} = 3\alpha (100) \Rightarrow \alpha = 10^{-4} \frac{1}{^\circ \text{C}}$

Q5 **?** در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، طول دومیله‌ی آلومینیومی و فولادی با هم برابر و هر کدام 1 متر است. دمای میله‌ها را تا چند درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آنها $2/3 \text{ میلی‌متر}$ شود؟ ($\alpha_{آلومینیوم} = 23 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ، $\alpha_{فولاد} = 11/5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$)

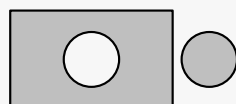
در سؤال منظور از اختلاف طول یعنی اختلاف طول‌های ثانویه هست که با توجه به رابطه‌ی $l_p = l_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$ می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} l_{pAl} - l_{pF} = 2/3 \text{ mm} \longrightarrow 4(1 + 23 \times 10^{-6} \Delta \theta) - 4(1 + 11/5 \times 10^{-6} \Delta \theta) = 2/3 \times 10^{-3} \\ 4 \times 10^{-6} \Delta \theta (23 - 11/5) = 2/3 \times 10^{-3} \Rightarrow \Delta \theta = \frac{23 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-6} \times 11/5} = 50^\circ \text{C} \end{cases}$$

Q6 **?** مطابق شکل از یک صفحه‌ی همگن فولادی دایره‌ای را جدا کرده ایم. اگر دمای دایره‌ی جدا شده را 90°F کاهش دهیم تغییر می‌کند. دمای صفحه‌ی را چند درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش دهیم تا مساحت سوراخ ایجاد شده در آن ۸ درصد افزایش یابد؟

اندا تغییرات دما را بر حسب سلسیوس می‌نویسیم:

$\Delta F = 1/8 \Delta \theta \Rightarrow 90 = 1/8 \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 50^\circ \text{C}$



پس می‌دانیم تغییر محیط دایره انبساط طولی است لازمی‌توانیم بنویسیم:

$\frac{\Delta A}{A_1} = 2\alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{8}{100} = 2(4 \times 10^{-4}) \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ \text{C}$

در آخر با توجه به رابطه درصد تغییرات مساحت می‌نویسیم:

Q7 **?** دو جسم، اولی توپر و دومی توخالی به حجم‌های V_1 و $2V_1$ را به یک اندازه گرم می‌کنیم. اگر افزایش حجم اولی ۳ برابر افزایش حجم دومی باشد چه رابطه‌ای بین ضرایب انبساط طولی آنها برقرار است؟

طبق رابطه $\Delta V = V_1 (3\alpha) \Delta \theta$ می‌توانیم بنویسیم:

به یک اندازه گرم می‌کنیم $\Delta \theta_1 = \Delta \theta_2 \Rightarrow \alpha_1 = 6\alpha_2$

$\Delta V_{دومی} = 3\Delta V_{اولی} \Rightarrow V_1 (3\alpha_1) \Delta \theta_1 = 3 \times 2V_1 (3\alpha_2) \Delta \theta_2 \xrightarrow{\Delta \theta_1 = \Delta \theta_2} \alpha_1 = 6\alpha_2$

نکته: طبق رابطه‌ی $l_p = l_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$ می‌توانیم نمودار طول ثانویه بر حسب تغییر دمای میله را به صورت زیر رسم کنیم:

$\text{عرض از مبدأ نمودار} = l_1$

$\text{شیب نمودار} = \frac{\Delta l}{\Delta \theta} = l_1 \alpha$

Medical_Stus



Q10 در یک ظرف داغ تابستانی وقتی دمای هوا 45°C است، مفرز فولادی ۰.۵ لیتری اتومبیل خود را از بنزین با ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{1000} \times 10^{-3} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ پر می‌کنیم. اگر بنزین از مفرز در زیر زمین با دمای 15°C بالا آمده باشد، حدوداً چند لیتر بنزین از باک بیرون می‌ریزد؟ (ضریب انبساط طولی فولاد $\frac{1}{250} \times 10^{-5} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ است.)

$$\Delta V_{\text{بنزین}} = V_1(B)\Delta\theta = 60 \times 10^{-3} \times (45 - 15) = 1/8 \text{ lit}$$

$$\Delta V_{\text{مفرز}} = V_1(3\alpha)\Delta\theta = 60 \times (3 \times 1/250 \times 10^{-5}) \times (30) = 0/6 \text{ lit}$$

$$\Delta V_{\text{کل}} = \Delta V_{\text{بنزین}} - \Delta V_{\text{مفرز}} = 1/8 \text{ lit} - 0/6 \text{ lit} = 1/24 \text{ lit}$$

پس حجم بنزین بیرون ریخته شده برابر می‌شود با:

خلاصه چهارم: بررسی ظرفیت‌ها، روابط محاسبه‌ی گرما



۴-۱ ظرفیت گرمایی: مقدار گرمایی که به جسمی می‌دهیم تا دمای آن بالا رود، نماد آن A ، واحد آن $\frac{\text{J}}{^{\circ}\text{C}}$ ، و به جنس و مقدار ماده بستگی دارد

۴-۲ ظرفیت گرمایی ویژه: مقدار گرمایی که به 1 kg از جسمی می‌دهند تا دمای آن 1°C بالا رود، نماد آن C ، واحد آن $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ و فقط بستگی به جنس ماده دارد

در رابطه بین ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه می‌توان نوشت:

$A = mc$
 ظرفیت گرمایی ← گرمای ویژه ← جرم

۴-۳ روابط محاسبه‌ی گرما

$$Q = mC\Delta\theta = A\Delta\theta = (\rho V)C\Delta\theta$$

نمودار گرما بر حسب تغییرات دما
 $\frac{Q}{\Delta\theta} = A$ (شیب)

اگر چگالی یا حجم معلوم باشد → اگر ظرفیت گرمایی معلوم باشد → اگر ظرفیت ویژه معلوم باشد

۴-۴ انواع توان گرمایی

$P_{\text{کل}} = P_{\text{ورودی}} = P_{\text{مفید}} + P_{\text{تلف}}$
 غالباً خود مسئله می‌دهد
 اطلاعات مسئله برای محاسبه‌ی این توان است
 $P_{\text{مفید}} = \frac{Q}{t} = \frac{mC\Delta\theta}{t}$

۴-۵ بازده سیستم $Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}}$

برای درک بیشتر: شب باز رسیدیم به مطالبی که پیش نیاز هر قسمت‌های بعدی فصل هست. این خلاصه با وجود آن که سؤال اختصاصی دایره‌ی غالباً به عنوان یک زیر بنا و سکوی پرش برای پاس‌گویی به مباحث بعدی دما و گرما است. در زیر سؤال‌هایی می‌بینید که هم با خیال راحت بتوانیم به در هدف قبل برسیم و هم سؤالات ترکیبی با مبث انبساط و فصل کار و انرژی که ممکنه با هاش مواجه بشیم روضوب یاد بگیریم. پس دریم برای یک تسلط همه جانبه.....

Q11 ظرفیت گرمایی خلزی در SI برابر $2100 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ است. اگر یک کیلوگرم از جرم این خلز کم شود، ظرفیت گرمایی آن به ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. گرمای ویژه خلز در SI چقدر است؟

از طرفی چون سؤال گفته جرم جسم 1 kg کم میشه پس می‌نویسیم:

$$A_1 = m_1 c \Rightarrow 2100 = \Delta c \Rightarrow c = 420 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

Q12 می‌خواهیم با سوزاندن 50 g ذغال، دمای مقداری آب را 40°C افزایش دهیم. اگر انرژی شیمیایی موجود در ذغال $33/6 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$ باشد و تمام گرمای حاصل از ذغال به آب داده شود، آنگاه ظرفیت گرمایی آب چند واحد SI است؟

$$Q_{\text{آب}} = 50 \text{ g} \times 33/6 \frac{\text{kJ}}{\text{g}} = 1680 \text{ kJ}$$

ابتدا کل گرمای تولید شده پس از سوزش 50 g ذغال را به دست می‌آوریم:



$$Q = A\Delta\theta \Rightarrow 1680 \times 10^3 = A \times 40 \Rightarrow A = \frac{1680 \times 10^3}{40} = 42000 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$$

مپس این گرمای به دست آمده به آب داده می شود که می توانیم بنویسیم:

Q13 جسمی به جرم 5 kg از ارتفاع 10 m متری سطح زمین رها شده و پس از برخورد با زمین تا ارتفاع 2 m متری از سطح زمین بالا می آید. اگر تمام انرژی مکانیکی تلف شده توسط جسم صرف گرم شدن آن شده باشد، دمای جسم چند درجه ای سلسیوس افزایش می یابد؟ (سطح زمین را به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل در نظر بگیرید و

$$c = 80 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, \quad g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

گلوله در برخورد با زمین چون تا ارتفاع کمتری بالا می آید یعنی مقداری از انرژی اولیه گلوله تلف شده و به صورت گرمای جسم داده می شود که این مقدار طبق رابطه ی زیر به دست می آید:

$$\Delta u = mg(\Delta h) = 5 \times 10 \times (10 - 2) = 400 \text{ J}$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 400 = 5 \times (80) \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 1^\circ\text{C}$$

این گرمای 400 J چون به گلوله می رسد لذا باعث افزایش دمای آن می شود که می نویسیم:

Q14 به دو کروی غلزی توپر A و B که جرم مساوی دارند و حجم کروی B، 2 برابر حجم کروی A است، گرمای مساوی می دهیم. اگر گرمای ویژه ی A نصف گرمای ویژه ی B و ضریب انبساط خطی A نصف ضریب انبساط خطی B باشد، تغییر حجم کروی A چند برابر تغییر حجم کروی B است؟

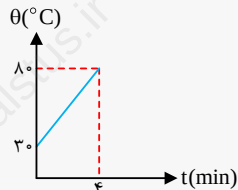
$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = 2$$

ابتدا توسط رابطه ی $Q = mc\Delta\theta$ نسبت تغییرات دمای دو گلوله را معادله می کنیم:

$$\Delta V = V_1(\alpha)\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times 2 = \frac{1}{4}$$

در آخر با توجه به رابطه ی انبساط حجمی می نویسیم:

Q15 نمودار تغییرات دما بر حسب زمان یک جسم با ظرفیت گرمایی $1/2 \frac{\text{kJ}}{^\circ\text{C}}$ به صورت زیر است. اگر بازده گرمکنی که این فعالیت را انجام می دهد 80% درصد باشد، توان گرمکن چند وات است؟



با توجه به نمودار و اطلاعات داده شده در مسئله ابتدا توان مفید گرمکن را معادله می کرد:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{Q}{t} = \frac{A(\Delta\theta)}{t} = \frac{1200 \times (80 - 30)}{2 \times 60} = 500 \text{ W}$$

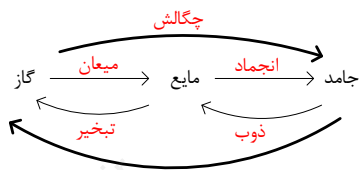
$$R_a = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow \frac{40}{100} = \frac{500}{P} \Rightarrow P_{\text{کل}} = \frac{5000}{4} = 1250 \text{ W}$$

مپس با استفاده از بازده داده شده توان کل را به دست می آوریم:

خلاصه پنجم: محاسبه ی گرمای نهان



۵-۱ بررسی فرایندهای معروف



تبدیل حالت های مختلف ماده به یکدیگر و بررسی نام آن ها را در نمودار زیر بررسی کرده ایم:

فرآیندهای گرماگیر $\rightarrow$ ذوب، تبخیر و تصعید
فرآیندهای گرماده $\rightarrow$ انجماد، میعان و چگالش

۵-۲ گرمای نهان ویژه ذوب: مقدار گرمایی که در نقطه ذوب به 1 kg جسم جامدی داده می شود تا تبدیل به مایع در همان دما شود را **گرمای نهان ویژه ذوب** گویند، نماد

آن در مسائل L_F ، واحد آن $\frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$ و بستگی به جنس ماده دارد.

نکته: طبق تعاریف بالا می توان نتیجه گرفت اگر جرم جسم جامد m کیلوگرم باشد گرمای مورد نیاز آن را تبدیل به مایع در همان دما کند (Q_F) ، طبق رابطه ی زیر به

دست می آید:

جرم جسم	گرمای نهان
1	L_F
m	Q_F

$$\Rightarrow Q_F = mL_F$$

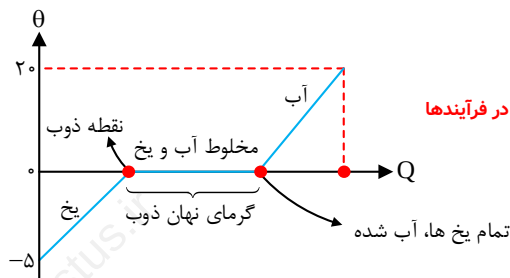
(باعث تغییر حالت جسم می شود) گرمای نهان تبخیر $Q_F =$
جرم مقدار جامدی است که ذوب می شود $m =$



۵-۳ نمودار $Q - \theta$ در فرایند ذوب

فرض کنید در ظرفی عایق 4 kg یخ -5°C داریم و می‌خواهیم آن را به آب 20°C تبدیل کنیم آنگاه فرایند تبدیل و نمودار $Q - \theta$ آن به صورت زیر است:

$$-5^\circ\text{C } 4\text{ kg} \xrightarrow[\text{یخ } \Delta\theta]{\text{تغییر دما}} 0^\circ\text{C } 4\text{ kg} \xrightarrow[\text{آب } \Delta\theta]{\text{تغییر دما}} 20^\circ\text{C } 4\text{ kg} \xrightarrow[\text{آب } \Delta\theta]{\text{تغییر دما}} 20^\circ\text{C } 4\text{ kg}$$



انواع گرما در فرایندها

- باعث تغییر دما می‌شود: $Q = mc\Delta\theta$
- باعث تغییر حالت می‌شود: $Q = ml_F$

معادله‌ی قسمت اول و سوم نمودار فوق برابر $Q = mc\Delta\theta$ است ← پس می‌توان از این دو قسمت گرمای ویژه جسم (c) را در حالت‌های مایع و جامد حساب کرد



نکته:

معادله‌ی قسمت دوم (افقی) نمودار فوق برابر $Q = ml_F$ است ← می‌توان از این قسمت گرمای نهان ویژه جسم (l_F) را حساب کرد

نکته: در فرایند انجماد مقدار گرمایی که می‌بایست از جسم مایعی بگیریم تا به جامد در همان دما تبدیل شود نیز هم‌چنان از رابطه‌ی $Q = ml_F$ به دست می‌آید



با این تفاوت که m در این رابطه جرم مایعی است که منجمد می‌شود

۵-۴ گرمای نهان ویژه تبخیر

مقدار گرمایی است که به 1 kg جسم مایعی در نقطه جوش داده می‌شود تا تبدیل به بخار در همان دما شود، نماد آن l_v ، واحد آن $\frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$ و بستگی به جنس ماده دارد

جرم جسم	گرمای نهان
۱	l_v
m	Q_v

$$\Rightarrow Q_v = ml_v$$

گرمای نهان تبخیر $Q_v =$

جرم مایع‌هایی است که بخار می‌شود $m =$

نکته: مقدار گرمایی که باید از مقداری بخار گرفته شود تا تبدیل به مایع در همان دما شود هم از رابطه‌ی $Q = ml_v$ با این تفاوت که در این رابطه m جرم بخارهایی است که تبدیل به مایع می‌شود



است که تبدیل به مایع می‌شود

برای درک بیشتر: شب رسیدیم بچه‌ها به مبحث گرمای نهان. یکی از مهم‌ترین مباحث فصل دما و گرما که در کنکور خیلی ارزش سؤال دیدیم و مطالبش رو کاملاً مفهومی در خلاصه بالا تقسیم و پیش نیاز در دروس فیزیکی بعدی هم هست. توصیه‌ی ما به شما اینجاست که هیچ عنوان از اینجا به بعد فصل رو سراغ نکات به ظاهر گسسته و غیر مفید نروید چون سر جلسه با تغییرات جزئی در سؤال دچار مشکل می‌شوید. حالا به سؤال‌های زیر و روش‌های حل ماقوم کنید که دیدگاه این قسمت رو هم جامع و با کیفیت جمع بندی کنیم:

۱) چند کیلوژول گرما لازم است تا در فشار یک اتمسفر، 5 kg یخ 0°C را به آب 10°C تبدیل کرد؟ ($c_{\text{آب}} = \frac{1}{4} c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ و $L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

ابتدا مراحل مختلف سؤال زیر را با هم بررسی می‌کنیم

$$5\text{ kg } 0^\circ\text{C} \xrightarrow[\text{آب } \Delta\theta]{\text{تغییر دما}} 5\text{ kg } 10^\circ\text{C} \xrightarrow[\text{یخ صفر درجه}]{\text{تغییر دما}} 5\text{ kg } 0^\circ\text{C} \xrightarrow[\text{یخ صفر درجه}]{\text{تغییر دما}} 5\text{ kg } 0^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{کل}} = (5 \times 2100 \times 10) + (5 \times 336000) + (5 \times 2100 \times 10) = 105000 + 1680000 + 105000 = 1890000 \text{ J} = 1890 \text{ kJ}$$

دقت کنید سؤال گرمای نهانی را بر حسب kJ می‌خواهد آنگاه مقادیر (یخ c)، (آب c) و (آب l_F) را هنگام جایگذاری در روابط بر حسب kJ نوشتیم



Q17) به 500g یخ -20°C مقداری گرما با آهنگ $\frac{10}{5}\frac{\text{kJ}}{\text{min}}$ در مدت ۲۰ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی آب حاصل، چند درجه‌ی سلسیوس است؟

$$(c_{\text{یخ}} = 2\text{c}_{\text{آب}} = 4200\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \text{ و } L_F = 336\frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

$$Q_{\text{کل}} = 20\text{min} \times \left(\frac{10}{5}\frac{\text{kJ}}{\text{min}}\right) = 210\text{kJ}$$

ابتدا کل گرمای داده شده را در این مدت به دست می‌آوریم:

$$-20^\circ\text{C} \text{ یخ} \longrightarrow 0^\circ\text{C} \text{ یخ} \quad Q = mc\Delta\theta = \frac{1}{2} \times 2 \times 1 \times 20 = 21\text{kJ}$$

$$\Rightarrow Q = 189\text{kJ}$$

$$0^\circ\text{C} \text{ یخ} \longrightarrow 0^\circ\text{C} \text{ آب} \quad Q = mL_F = \frac{1}{2} \times 336 = 168\text{kJ}$$

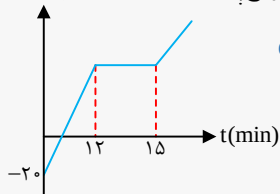
از عدد آخر نتیجه می‌گیریم از زمانی که یخ -20°C به آب 0°C تبدیل شود 189kJ گرما لازم است پس $(210 - 189 = 21\text{kJ})$ گرما باقی می‌ماند که به آب 0°C داده می‌شود و دمای

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 21 = 0.5 \times 4 \times 2 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 1.0^\circ\text{C} \Rightarrow \theta = 1.0^\circ\text{C}$$

آن را بالا می‌برد:

Q18) نمودار تغییرات دمای جسمی (با حالات اولیه‌ی جامد) بر حسب زمان مطابق شکل است. این جسم به وسیله‌ی یک گرم‌کن با توان $2/\text{kJ}$ گرم می‌شود. گرمای ویژه-

ی حالت جامد و گرمای نهان ویژه‌ی ذوب این جسم در SI به ترتیب 2500 و 5×10^5 است. نقطه‌ی ذوب این جسم چند درجه‌ی سلسیوس است؟



$$Q = mL_F \Rightarrow pt = mL_F \Rightarrow m = \frac{pt}{L_F} = \frac{2500 \times 3 \times 60}{5 \times 10^5} = 0.9\text{kg}$$

مپس با قوتی به مقدار m را جبه معاصبه‌ی گرما را برای مرطبی اول می‌نویسیم:

pt

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 2500 \times (12 \times 60) = 0.9 \times 2500 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 800^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 800 = (\theta_{\text{ذوب}} - (-20)) \Rightarrow \theta_{\text{ذوب}} = 780^\circ\text{C}$$

یعنی تغییر دما در مرطبی اول 800°C است پس می‌نویسیم:

Q19) به وسیله‌ی یک گرم‌کن الکتریکی با توان ثابت به قطعه‌ی بی‌دامی 10°C - صراحت می‌دهیم پس از 37 ثانیه قطعه یخ به طور کامل به آب 100°C تبدیل می‌شود.

$$(L_V = 2256\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, L_F = 336000\frac{\text{J}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, c_{\text{یخ}} = 2100\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}) \text{ به بخار تبدیل می‌شود؟}$$

آب $100^\circ\text{C} \longrightarrow 0^\circ\text{C} \text{ آب} \longrightarrow 0^\circ\text{C} \text{ یخ} \longrightarrow -10^\circ\text{C}$: مرحله اول مسئله

m گرم بخار $100^\circ\text{C} \longrightarrow m$ گرم آب 100°C : مرحله دوم مسئله

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \left(\frac{Q}{t}\right)_2 \Rightarrow \frac{(m \times 2100 \times 10) + (m \times 336000) + (m \times 4200 \times 100)}{37} = \frac{\left(\frac{m}{2} \times 2256 \times 10^3\right)}{t}$$

چون توان و وسیله ثابت است لذا می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{در طرفین } m \text{ و تقسیم بر } 4200}{37} \Rightarrow \frac{(5) + (80) + 100}{37} = \frac{\frac{1}{2} \times 540}{t} \Rightarrow t = 54\text{s}$$

Q20) درون چانه‌ای $1/8$ لیتر آب 25°C وجود دارد. اگر بر اثر تغییر سطحی 4g آب بخار شده و باقی آب دچار کاهش دما شود. دمای نهایی آب درون چانه چند درجه سلسیوس

$$(L_V = 2268\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}})$$

چون تبخیر یک خرازند گرماگیر است با تغییر مقداری از آب‌های درون چانه مقادیر دیگر که در چانه باقی می‌ماند، دچار کاهش دما می‌شود پس می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{تبخیر}} \Rightarrow mc\Delta\theta = mL_V \Rightarrow (1.080) \times 4200 \times \Delta\theta = 4 \times 2256 \times 10^3 \xrightarrow{\text{تقسیم بر } 4200} 1.080 \Delta\theta = 4 \times 540 \Rightarrow \Delta\theta = 20^\circ\text{C}$$

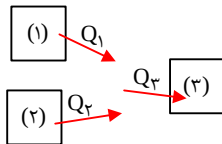
دمای آب‌های باقی‌مانده درون چانه 20°C کم می‌شود



خلاصه ششم : محاسبه ی دمای تعادل



۶-۱ دمای تعادل: اگر در شکل زیر چند جسم را در محیطی عایق که اتلاف انرژی ندارد در تماس با یکدیگر قرار دهیم آنگاه اجسام با دمای بالاتر به اجسام با دمای پایین تر گرما می دهند و می توان نوشت:



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$$

جمع جبری گرماهای مبادله شده صفر است



نکته:

$$Q = mc\Delta\theta \quad \text{یا} \quad A(\Delta\theta) \rightarrow \text{اجسامی که تغییر دما دارند}$$

$$Q = ml_F \quad \text{یا} \quad ml_V \rightarrow \text{اجسامی که تغییر حالت دارند}$$

$$\Delta\theta = \theta_e - \theta_1$$

دمای اولیه دمای تعادل

۳: اگر دو ماده ی هم جنس در فرآیند تعادل گرمائی شرکت داشته باشند آنگاه:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1 \Delta\theta_1 = m_2 \Delta\theta_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$$

یعنی نسبت جرم های برابر با عکس تغییرات دماست

۶-۲ تعادل آب، یخ و بخار

الف) شروع حل مسئله با مساوی قرار دادن گرمای مبادله شده توسط اجسام:

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{بخار}}$$

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{یخ}}$$

ب) سپس براساس این که هر ماده تغییر دما یا تغییر حالت می دهد:

$$Q = ml_F \quad \text{یا} \quad ml_V \quad (\text{تغییر حالت})$$

$$Q = mc\Delta\theta \quad (\text{تغییر دما})$$

ج) در مرحله نهائی که قرار است مقادیر کمیت ها در روابط فوق جایگذاری شود می توانیم از نسبت بین کمیت ها به شکل زیر استفاده کنیم:

$$C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \quad x = \frac{1}{2}$$

$$C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \quad x = 1$$

$$L_F = 336000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad x = 80$$

$$L_V = 2268000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad x = 540$$

برای درک پیش تر: شب بچه ها رسیدیم به آخرین و مهم ترین مبحث فصل دما و گرما. هر سال در کنکور سؤال از این در برنامه تقریباً ضعیفی هست و به همین علت مادر این خلاصه تعداد سؤالات بیش تری رو آوردم که شما بایدون هم می تپ سؤالات های ممکن مطمئن بشین تسلط کافی بر روی این مبحث پیدا کردین. بریدم واسه ی حل اون ها و بستن پرونده دما و گرما آماده اید بچه ها؟؟؟

Q۲۱: در ظرف عایقی حاوی ۱۵۰ گرم آب ۱۵۰ گرم مس به جرم ۱۰۰ گرم به دمای ۵۰°C و یک قطعه فلز دیگر به دمای ۶۰°C می اندازیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای تعادل به ۲۰°C می رسد. با چشم پوشی از تبادل گرمایی بین طرف و سایر اجسام، ظرفیت گرمایی فلز در SI چقدر است؟
 $(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, C_{\text{مس}} = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}})$
 چون جمع جبری گرمای مبادله شده توسط اجسام صفر است لذا می توان نوشت:

$$Q_{\text{فلز}} + (A\Delta\theta)_{\text{مس}} + (mc\Delta\theta)_{\text{آب}} = 0 \Rightarrow (mc\Delta\theta)_{\text{فلز}} + Q_{\text{مس}} + Q_{\text{آب}} = 0$$

$$= 0 \Rightarrow \frac{10920}{(0/52 \times 4200 \times (20-15))} + \frac{-1200}{(0/1 \times 400 \times (20-50))} + \frac{-40A}{(A \times (20-60))} = 0 \Rightarrow 9720 = 40A \Rightarrow A = \frac{9720}{40} = 243 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$$

Q۲۲: m_1 گرم آب ۱۸°C را با m_2 گرم آب ۲۶°C مخلوط می کنیم تا به ۲۰°C داشته باشیم. m_1 و m_2 به ترتیب کدام اند؟

چون دو ماده ای که با هم مخلوط شده اند هم جنس می باشند لذا $C_1 = C_2$ و در نوشتن $Q = mc\Delta\theta$ مقادیر C را نمی نویسیم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 \Delta\theta_1 + m_2 \Delta\theta_2 = 0 \Rightarrow m_1 (20-18) + m_2 (20-26) = 0 \Rightarrow 2m_1 = 6m_2 \Rightarrow m_1 = 3m_2$$



$$m_1 + m_2 = 200 \text{ gr} \Rightarrow 4m_2 = 200$$

$$m_2 = \frac{200}{4} = 50 \text{ gr}$$

$$m_1 = 2(\Delta) = 100 \text{ gr}$$

چون در نهایت سه گرم آب به دست می آید می توان نوشت:

در ظرفی یک قطعه یخ صفر درجه یی مسیوس وجود دارد اگر سه گرم آب به آن درجه یی مسیوس در ظرف وارد کنیم و فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد. پس از

برقراری تعادل گرمایی، $\frac{1}{3}$ جرم قطعه یخ در ظرف باقی می ماند. جرم اولیه یی قطعه یخ چند گرم بوده است؟ $(L_F = 336000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}})$

در این سؤال چون در نهایت مقداری یخ در ظرف باقی مانده یعنی در آخر مظلوط آب و یخ داریم، دمای تعادل صفر می نویسیم:

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{یخ}} \Rightarrow mc_{\text{آب}}(\Delta\theta) = (m_{\text{یخ ذوب شده}})L_F \Rightarrow 80 \times (x)(20) = (\frac{2}{3}m_{\text{یخ اولیه}}) \times 80 \times x \Rightarrow m_{\text{یخ اولیه}} = 300 \text{ gr}$$

چند گرم آب به آن درجه یی مسیوس را روی ده گرم یخ صفر درجه یی مسیوس بریزیم تا پس از برقراری تعادل گرمایی، سه گرم آب صفر درجه یی مسیوس در ظرف

ایجاد شود؟ (انکلاف گرماناچیز است و $L_F = 336000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$)

دانش آموزان عزیزم دقت کنید سه گرم آب به دست آمده حاصل از جرم آب هایی است که روی یخ ریخته و جرم یخ هایی هست که ذوب می شود یعنی: $m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ ذوب}} = 520 \text{ gr}$

مپس می دانیم در اینجا آب گرم داده و یخ گرم گرفته است پس:

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{یخ}} \Rightarrow mc\Delta\theta = (m_{\text{یخ ذوب}})L_F \Rightarrow m_{\text{آب}}(x)(\Delta\theta) = (m_{\text{یخ ذوب}})(80 \times x) \Rightarrow m_{\text{یخ ذوب}} = \frac{\Delta}{80} (m_{\text{آب}})$$

$$m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ ذوب}} = 520 \Rightarrow \frac{13}{8} m_{\text{آب}} = 520 \Rightarrow m_{\text{آب}} = 320 \text{ gr}$$

در نهایت با استفاده از دو معادله یی به دست آمده می نویسیم:

چند کیلو گرم یخ $6/4$ کیلو گرم یخ -10°C را در یک استفرم از آب صفر درجه یی مسیوس می اندازیم. پس از برقراری تعادل، وزن یخ چند کیلو گرم می شود؟

(گرمای ویژه یی یخ $2100 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ و گرمای نهان ذوب یخ $336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ است.)

در این سؤال چون دمای آب 0°C است و آب گرم می دهد لذا مقداری از آب، منجمد شده و تغییر حالت می دهد و دمای یخ بالا می رود پس می توان نوشت:

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{یخ}} \Rightarrow mL_F = m'c\Delta\theta \Rightarrow m \times (80 \times x) = 6/4 \times (\frac{1}{x})(10)$$

جرم کل یخ ها می شود $m_{\text{یخ}} = 6/4 \text{ kg} + 0/4 \text{ kg} = 6/8 \text{ kg}$

قطعه یی به جرم m در دمای صفر درجه یی مسیوس را درون همان جرم آب به 9 درجه یی مسیوس می اندازیم. اگر از انکلاف گرما صرف نظر کنیم، دمای تعادل چند

درجه یی مسیوس خواهد شد؟ $(L_F = 336000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, c_{\text{H}_2\text{O}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}})$

در مسائلی که دمای تعادل را می خواهد، ابتدا باید مقدار کل گرمای آب و یخ را به دست آوریم که اسم این گرمای را **زور آب و زور یخ** نامگذاری کرده ایم و معیار مادر نوشتن زورهای آب 0°C

است و می نویسیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{در ظرف } 2m \text{ گرم آب } 0^\circ\text{C} \text{ ایجاد می شود} \\ \text{تمام یخ ذوب می شود} \Rightarrow \text{زور یخ} > \text{زور آب} \Rightarrow \\ Q = 10m \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{آب (گرمای)} \\ mc\Delta\theta = m \times 1 \times 90 = 90m \\ \text{یخ (گرمای)} \\ mL_F = m \times 80 = 80m \end{array} \right.$$

در نهایت مقدار گرمای باقی مانده دمای 2m گرم آب 0°C را به دمای جدید می نویسیم:

چند کیلو گرم یخ 10°C را در فشار یک جو در 5kg آب 20°C می اندازیم. پس از برقراری تعادل ضرارتی چه خواهیم داشت؟

($L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و $c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$)



همانند سؤال قبل عمل کرده و اجزاء گرمای زور آب و یخ را به دست می آوریم:

$$mc\Delta\theta = 5 \times 1 \times 20 = 100$$

$\Rightarrow$ تمام یخ ذوب شده $\Rightarrow$ زور یخ > زور آب

در ظرف 6 kg آب 0°C ایجاد می شود

$$(mc\Delta\theta) + ml_F = (1 \times \frac{1}{4} \times 10) + (1 \times 80) = 85$$

15 = باقی مانده Q

در آخر گرمای باقی مانده را به 6 kg آب 0°C داده می نویسیم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 15 = 6 \times 1 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 2/5^\circ\text{C} \Rightarrow \text{در نهایت } 6 \text{ kg آب } 2/5^\circ\text{C}$$

800 گرم یخ صفر درجه ی مسیوس را با 800 گرم آب 2°C درجه ی مسیوس مخلوط می کنیم. اگر گرمای حفظ بین آب و یخ مبادله شود. بعد از برقراری تعادل گرمای چند گرم آب Q28

$$(L_F = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}} \text{ و } c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g.K}})$$

حل این مسئله با مسوالات قبل کمی تفاوت دارد که بعد از معامبه ی گرمای در مورد آن صحبت می کنیم:

$$mc\Delta\theta = 0/8 \times 1 \times 20 = 16$$

$\rightarrow$

چون زور آب کم تر از زور یخ است یعنی تمام یخ ذوب نمی شود و مقداری از آن باقی می ماند پس $(\theta_c = 0)$ است

$$ml_F = 0/8 + 80 = 64$$

حال برای معامبه ی مقدار یخ ذوب شده می بایست گرمای آب را به یخ بدیم و داریم:

$$Q = ml_F \Rightarrow 16 = m \times 80 \Rightarrow m = \frac{1}{5} \text{ kg} = 200 \text{ gr} = \text{از جرم یخ، ذوب می شود}$$

$$m_{\text{آب}} = 800 \text{ gr} + 200 \text{ gr} = 1000 \text{ gr}$$

در آخر مقدار کل آب موجود در ظرف چنین می شود:

فیزیک یازدهم



فصل ۱ فیزیک یازدهم / سه تست در کنکور

تعریف نقطه تعادل

تکنیک نقطه تعادل

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2}$$

خلاصه سوم

خلاصه اول

دوقطبی‌های الکتریکی

قانون کولن

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2} \quad \begin{matrix} \mu c \text{ بر حسب } q \\ cm \text{ بر حسب } r \end{matrix} \rightarrow F = \frac{q_1q_2}{r^2}$$

خلاصه چهارم

الکتریسته
ساکن

خلاصه دوم

شدت میدان الکتریکی

$$E = \frac{F}{q}$$

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

جهت میدان

انرژی پتانسیل الکتریکی

$$\Delta V = \frac{\Delta u}{q}$$

پتانسیل و اختلاف پتانسیل الکتریکی

$$\Delta V = \pm Ed$$

خلاصه پنجم

خازن و روابط آن

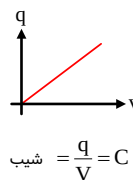
میدان بین صفحات خازن $\rightarrow E = \frac{\Delta V}{d}$

ظرفیت خازن

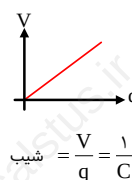
$$C = \frac{q}{V}$$

$$C = \frac{k\epsilon_0 A}{d}$$

نمودارهای مهم خازن



$$\text{شیب} = \frac{q}{V} = C$$



$$\text{شیب} = \frac{V}{q} = \frac{1}{C}$$

انرژی خازن

$$u = \frac{1}{2} q \cdot V$$

$$u = \frac{1}{2} C V^2$$

$$u = \frac{q^2}{2C}$$

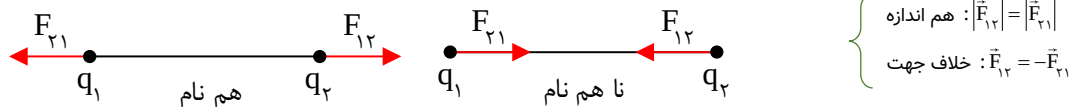


فصل پنجم: الکتریسیته ساکن

خلاصه اول: دو قطبی الکتریکی - قانون کولن



۱-۱ دوقطبی ها: هنگامی که دو بار الکتریکی کنار یکدیگر قرار می گیرند به یکدیگر نیرو وارد می کنند که این نیروها کنش و واکنش می باشند، پس می توان نوشت:



۱-۲ قانون کولن: بیان می کند نیروی الکتریکی بین دو بار با حاصل ضرب اندازه بارها رابطه مستقیم و با مجذور فاصله میان آن ها رابطه عکس دارد پس می توان نوشت:

$$F \equiv \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \xrightarrow[\text{بر حسب } r]{\text{ها بر حسب } \mu C} F = 9 \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow \text{در صورت استفاده از این رابطه دیگر نیازی به تبدیل واحد نیست}$$



نکته: برای برآیندگیری بردارها سه حالت وجود دارد:

الف) دو بردار هم جهت

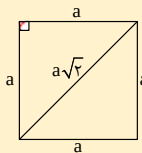
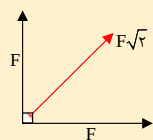
$$F_T = F_1 + F_2$$

ب) دو بردار خلاف جهت

$$F_T = F_1 - F_2$$

ج) دو بردار عمود بر هم

$$F_T = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$



اعداد مهم فیثاغورسی

نکته: برآیند دو بردار هم اندازه و عمود بر هم چنین می شود:

$$\begin{cases} 3n, 4n \rightarrow 5n \\ 5n, 12n \rightarrow 13n \end{cases}$$

برای درک بیشتر: بچه ها از مباحث قانون کولن یک تست دارند که باید حواستون جمع کنید مؤلفاتش اغلب با قواعد برداری ترکیب میشه یا سوالاتی نسبتی همون می دن

که در زیر با بررسی چند سؤال این مفهوم رو بیش تر درک می کنیم:

دوبار الکتریکی نقطه ای مشابه یکدیگر را با نیرویی به بزرگی F دفع می کنند چند درصد از بار یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم تا در همان فاصله ای قبلی اندازه ی نیروی

بین دوبار $9/16 F$ شود؟

ابتدا شکل دوقطبی ها را در هر دو حالت مسئله رسم کرده و قانون کولن را برای هر شکل می نویسیم:

$$\begin{array}{c} q \quad \quad \quad q \\ \quad \quad r \quad \quad \\ F = \frac{q \times q}{r^2} = \frac{q^2}{r^2} \end{array}$$

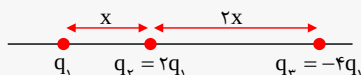
$$\begin{array}{c} q-x \quad \quad \quad q+x \\ \quad \quad r \quad \quad \\ F' = \frac{(q-x)(q+x)}{r^2} = \frac{q^2 - x^2}{r^2} \end{array}$$

مپس چون نیروی بین دوبار $9/16$ برابر می شود می توانیم بنویسیم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q^2 - x^2}{q^2} \Rightarrow 9/16 q^2 = q^2 - x^2 \Rightarrow x^2 = 7/16 q^2 \Rightarrow x = 7/4 q \text{ یا } 175\%$$

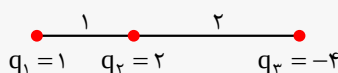
دقت کنید چون مسئله نسبتی بود مقادیر k و r^2 در رابطه کولن هنگام تقسیم کسر ها حذف می شود به همین علت از ابتدا آن ها را ننوشتیم

سه ذره ی باردار مطابق شکل زیر روی محور قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_1 ، چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 است؟



چون مسئله نسبتی است ابتدا مقادیر ثابت همانند q_1 را از شکل حذف کرده و شکل را به صورت زیر ساده می کنیم (واحد بارها و فواصل مهم نیست به همین علت آن ها را بیان

نکردیم)





مپس تمام نیروهای وارد بر بارهای q_1 و q_2 را رسم می‌کنیم:

$$F_{12} = \frac{1 \times 4}{9} = \frac{4}{9}$$

$$F_{21} = \frac{4 \times 1}{9} = \frac{4}{9}$$

$$F_1 = 2 - \frac{4}{9} = \frac{14}{9}$$

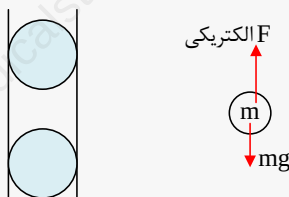
$$F_2 = 2 + \frac{4}{9} = \frac{22}{9}$$

خالص

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{14}{9}}{\frac{22}{9}} = \frac{7}{11}$$

در نهایت می‌نویسیم:

در شکل زیر دو گوی مشابه به جرم 10^{-3} گرم و بارهای هم اندازه‌ی q در فاصله‌ی 1 cm از هم قرار دارند به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است. دوبار ... و



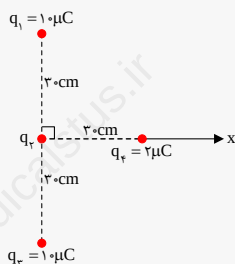
اندازه‌ی آنها ... میکروکولن است. $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

باتوجه به شکل نیروهای وارد بر گلوله‌ی بالایی را رسم می‌کنیم:

برای حفظ تعادل

$$F = mg \Rightarrow \frac{q \times q}{r^2} = mg \Rightarrow \frac{q \times q}{100} = 3 \times 10^{-3} \Rightarrow q = 2 \mu C$$

چهار ذره باردار مطابق شکل قرار دارند اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_1 برابر $\vec{F}_T = [(\sqrt{2} - 2)N] \hat{i}$ باشد q_1 چند میکروکولن است؟



$$r = \sqrt{3^2 + 3^2} = 3\sqrt{2} \text{ cm}$$

ابتدا خالصی هر یک از بارهای q_1 و q_2 را محاسبه می‌کنیم:

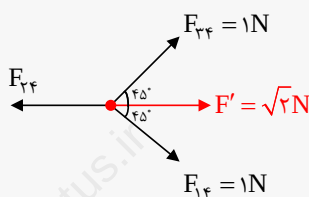
$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$$

$$F_{12} = 9 \times 10^9 \times \frac{10 \times 2}{(3\sqrt{2})^2} = 1N$$

$$F_{13} = F_{12} = 1N$$

$$F_{14} = 9 \times 10^9 \times \frac{10 \times 2}{900} = 0.2q_1$$

در نهایت جهت هر یک از نیروهای بار q_1 را رسم کرده و با توجه به نیروی خالص داده شده توسط طراحان می‌نویسیم:



$$\begin{cases} F_T = 2 - \sqrt{2} = F_{14} - F' \Rightarrow F_{14} = 2N \\ F_{14} = 2N \Rightarrow 0.2q_1 = 2 \Rightarrow q_1 = 10 \mu C \end{cases}$$

توجه کنید F_{14} را بالا حساب کرده بودیم $\rightarrow q_1 = 10 \mu C$

خلاصه دوم: میدان الکتریکی



شدت میدان الکتریکی: نسبت نیروی وارد به واحد بار آزمون را گویند، نماد آن E ، کمیت برداری و واحد آن نیوتن بر کولن $(\frac{N}{C})$ است.

روابط محاسبه‌ی میدان

$$\begin{cases} \text{در این رابطه } q_1 \text{ باری است که داخل میدان قرار می‌گیرد} & E = \frac{F}{q_1} \\ \text{در این رابطه } q \text{ باری است که خودش میدان را تولید کرده} & E = \frac{kq}{r^2} \end{cases}$$

اگر نیروی الکتریکی معلوم باشد

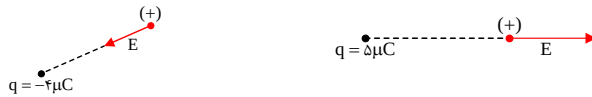
اگر فاصله تا بار معلوم باشد



نکته: نمودار شدت میدان برحسب فاصله از بار چنین می‌شود که این نمودار نشان می‌دهد با دور شدن از بار شدت میدان حاصل از آن کم می‌شود.

جهت میدان:

برای یافتن جهت شدت میدان در هر نقطه باید در آن نقطه بار مثبت آزمون قرار دهیم سپس به جای یافتن E جهت F را پیدا کنیم



نکته: چهار ویژگی مهم و کاربردی خطوط میدان عبارتند از:

- الف) از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود.
- ب) خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.
- ج) تراکم آن‌ها هر جا بیشتر باشد قوی‌تر است.
- د) جهت میدان‌های هر نقطه مماس بر خط میدانی است که از آن نقطه می‌گذرد.

برای درک بیشتر: مبث میدان الکتریکی نیز همانند قانون کولن پای ثابت مؤالای هر سال کنکوره و تقریباً روش حل مؤالاش با قانون کولن یکسانه اما با کمی تفاوت. حالا می‌خواهیم با بررسی مؤال‌های زیر هم روی مسائل میدان مسلط بشیم و هم تپ مؤالای جدیدی که در قانون کولن نبود رو ببینیم:

Q5: اگر نیروی الکتریکی وارده بار $q = 4 \mu C$ از طرف یک میدان الکتریکی $\vec{F} = 24\vec{i} - 32\vec{j}$ باشد شدت میدان چند نیوتن بر کولن است؟

$$F = \sqrt{24^2 + 32^2} = \sqrt{(3 \times 8)^2 + (4 \times 8)^2} = 8\sqrt{3^2 + 4^2} = 40 \text{ N}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{40}{4 \times 10^{-6}} = 10^7 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Q6: در شکل زیر شدت میدان الکتریکی حاصل از بار q در نقطه‌ای B به اندازه‌ی $(2700 \frac{\text{N}}{\text{C}})$ کم‌تر از نقطه‌ای A باشد. q چند نانوکولن است؟

$$E = \frac{kq}{r^2} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{E_A}{2700} = \left(\frac{30}{10}\right)^2 = 9 \Rightarrow E_A = 24300 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_A = \frac{kq}{r_A^2} \Rightarrow 24300 = 9 \times 10^9 \times \frac{q}{100} \Rightarrow q = 320 \times 10^{-9} \text{ C} = 320 \text{ nC}$$

Q7: سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی برآیند حاصل از سه بار در نقطه O برابر $(-100\vec{i}) \frac{\text{N}}{\text{C}}$ است. بار q_r چند نانوکولن است؟

$(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

می‌دانیم در نقطه‌ی O سه میدان ایجاد می‌شود که به معاصبه‌ی آن‌ها می‌پردازیم:

$$E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-9}}{(0.3)^2} = 800 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad E_r = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-9}}{(0.1)^2} = 1800 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

حال به بررسی جهت میدان‌ها در نقطه‌ی O می‌پردازیم که چون طبق گفته مؤال میدان برآیند $100 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ و به سمت چپ است پس میدان حاصل از بار q_r می‌بایست مطابق شکل

زیر باشد: چون E_r داغه است لذا $q_r > 0$ می‌شود

$$E_r = \frac{9 \times 10^9 \times q_r \times 10^{-9}}{(0.2)^2} \Rightarrow q_r = 4 \text{ nC}$$

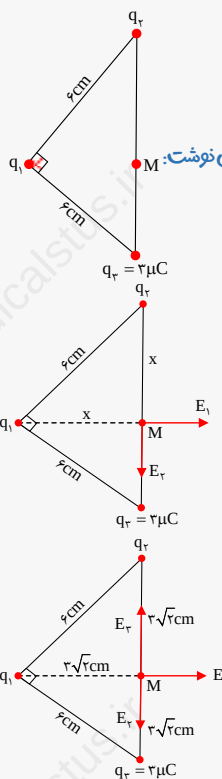
$E_r = 900$



نکته: اگر در محاسبه ی میدان بار الکتریکی بر حسب میکروکولن و فاصله بار تا نقطه ی مورد نظر بر حسب cm باشد آنگاه رابطه محاسبه شدت میدان چنین می شود:

$$E = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times q \times 10^{-6}}{(r \times 10^{-2})^2} = 9 \times 10^7 \frac{q}{r^2}$$

در شکل مقابل اگر شدت میدان حاصل از دو بار q_1 و q_2 در نقطه ی M (وسط ضلع) $E = (\Delta i - 10 j) \times 10^6 \frac{N}{C}$ باشد آنگاه:



الف) q_1 و q_2 چند میکروکولن است؟

باتوجه به میدان گفته شده در صورت سؤال متوجه می شویم که ضرب میدان حاصل از q_1 و ضرب میدان حاصل از q_2 است پس می توان نوشت:

$$x^2 + x^2 = 36 \Rightarrow x = 3\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$\begin{cases} E_1 = 5 \times 10^6 = 9 \times 10^7 \frac{q_1}{(3\sqrt{2})^2} \Rightarrow q_1 = 1 \mu C \\ E_2 = 10 \times 10^6 = 9 \times 10^7 \frac{q_2}{(3\sqrt{2})^2} \Rightarrow q_2 = 2 \mu C \end{cases}$$

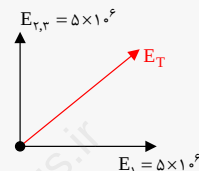
ب) میدان برای نقطه ی M از سه بار در نقطه ی M

با داشتن مقادیر E_1 و E_2 ابتدا میدان E_3 را حساب می کنیم:

$$E_3 = 9 \times 10^7 \times \frac{3}{(3\sqrt{2})^2} = 1/5 \times 10^7 = 15 \times 10^6 \frac{N}{C}$$

در نهایت با برداشتنی از میدان های می توان نوشت:

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + (E_{2,3})^2} = \sqrt{5^2 + 15^2} \times 10^6 \frac{N}{C}$$

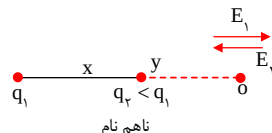
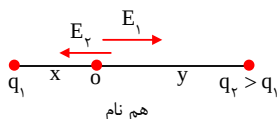


خلاصه سوم: نقطه ی تعادل



تعریف نقطه تعادل:

نقطه ای است که در آن برآیند نیروها یا شدت های میدان الکتریکی صفر است در شکل های زیر فرض شده است نقطه 0، نقطه تعادل باشد آنگاه جهت میدان ها در محل 0 چنین است:



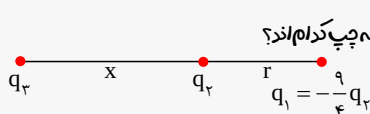
تکنیک نقطه تعادل:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2} \Rightarrow \left| \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2} \right|$$

در شکل های بالا چون 0 نقطه ی تعادل است پس می توان نوشت:

از رابطه ی بالا نتیجه می گیریم نسبت هر بار به مجذور فاصله اش تا نقطه تعادل مقداری ثابت است.

برای درک بیشتر: خیلی از وقتا هم سؤالاتی که طراحان کنکور می خوان از قانون کولن یا میدان طرح کنند با نقطه تعادل ترکیب می کنند و یا در اکثر این سؤالات ردیای نقطه تعادل دیده میشه که در زیر به بررسی و تحلیل چند تا از اونامی پردازیم:



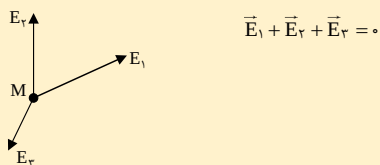
باتوجه به گفته سؤال، هر بار نقطه تعادل برای دو بار دیگر است پس طبق تکنیک نقطه تعادل که در خلاصه به آن اشاره کردیم می توان نوشت:

$$\begin{cases} \text{نقطه تعادل } q_2 \Rightarrow \frac{q_2}{(x+r)^2} = \frac{q_1}{x^2} \Rightarrow \frac{q_2}{r^2} = \frac{x^2}{(x+r)^2} \Rightarrow \frac{x}{x+r} = \frac{1}{2} \Rightarrow x = r \Rightarrow \left| \frac{x}{r} = 1 \right| \\ \text{نقطه تعادل } q_1 \Rightarrow \frac{|q_2|}{(x+r)^2} = \frac{|q_1|}{r^2} \Rightarrow \left| \frac{q_2}{q_1} \right| = \left(\frac{r+r}{r} \right)^2 = 4 \end{cases}$$

فقط دقت کنید چون q_1 خارج از فاصله ی بین دو بار است لذا q_1 و q_2 نام نام و $\left(\frac{q_2}{q_1} = -4 \right)$ است



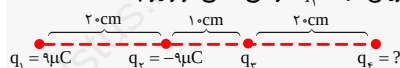
نکته: تکنیک نقطه تعادل برای دو بار است و اگر تعداد بارهای الکتریکی بیش تر شود دیگر نمی توان از آن استفاده کرد و می بایست در این حالت تمام نیروها یا میدان های الکتریکی را رسم کرده سپس برآیند برداری آنها را صفر بگیریم



برای درک بیشتر: حالا قراره بریم سراغ سوالات نکته ی فوق و قیپ جدید سوالاتی نقطه تعادل رو برمی کنیم. آماده اید رفقا؟؟



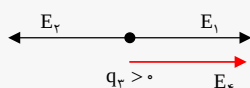
در شکل زیر چهار بار الکتریکی نقطه ای در یک راستا قرار دارند بار الکتریکی q_1 چند میکروکولن باشد تا بار الکتریکی مثبت q_2 در حال تعادل قرار گیرد؟



ابتدای می دانیم که در محل بار q_2 سه میدان ایجاد می شود که جهت و اندازه ی دوتای آن ها (E_1, E_3) را می دانیم و بار q_2 باید به گونه ای باشد که بتواند برآیند میدان ها در محل q_2 را صفر کند پس می نویسیم:

$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{k(9)}{3^2} = \frac{k}{100} \quad E_3 = \frac{kq_3}{r_3^2} = \frac{k(9)}{1^2} = \frac{9k}{100}$$

چون $E_1 < E_3$ است لذا میدان حاصل از بار q_3 باید هم جهت با E_1 باشد تا برآیند میدان ها در محل q_2 صفر شود پس طبق شکل زیر $q_3 < 0$ می توانیم بنویسیم:

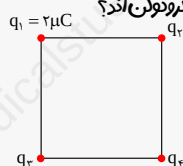


$$E_1 + E_3 = E_2 \Rightarrow E_3 = \frac{9k}{100} \Rightarrow \frac{9k}{100} = \frac{kq_3}{1^2} \Rightarrow q_3 = 9 \mu C$$

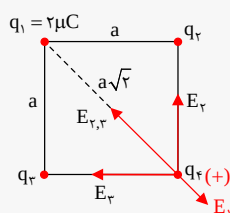
دقت کنید چون در نهایت از طریق معادله ($E_1 + E_3 = E_2$) مقادیر ثابت خطی خود را جایگذاری مقدار k و تبدیل واحد انجام ندادیم



Q10: در شکل زیر چهار بار الکتریکی نقطه ای در چهار رأس مربعی قرار گرفته اند و میدان الکتریکی خالص در محل بار q_4 صفر است. q_1 و q_2 چند میکروکولن اند؟



ابتدا در محل بار q_4 بار مثبت آزمون قرار می دهیم سپس با توجه به جهت E_1 در می یابیم در محل q_4 میدان های E_2 و E_3 به طرف داخل و E_1 است که برآیندشان ($E_{1,3}$) بتواند دقیقاً در راستای قطر مربع باشد و E_2 را خنثی کند

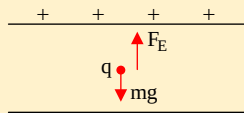
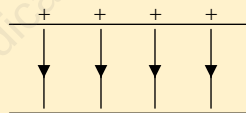


$$E_{1,3} = E_2 \Rightarrow E_2 \sqrt{2} = E_1 \Rightarrow \frac{kq_2}{a^2} (\sqrt{2}) = \frac{k(2)}{2a^2} \Rightarrow q_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

با توجه به جهت E_2 و E_3 در می یابیم q_1 و q_3 منفی هستند پس: $q_1 = q_3 = -\frac{\sqrt{2}}{2} \mu C$



نکته: اگر در یک میدان الکتریکی خطوط میدان موازی و تراکم آنها همه جا یکسان باشد آن گاه میدان را یکنواخت می نامیم. حال اگر ذره ی q در این میدان تعادل داشته باشد می توانیم بنویسیم:



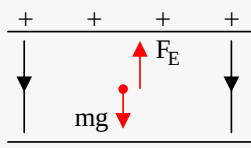
$$F_E = mg \Rightarrow Eq = mg \Rightarrow q = \frac{mg}{E}$$

چون q تعادل دارد $\leftarrow F_E$ باید خلاف جهت mg باشد $\leftarrow F_E$ همواره رو به بالا $\leftarrow$ بار q ناهم نام با صفحه بالائی است



برای درک بیشتر: بردم برای فهم بیشتر میدان، پتانسیل و مطالب بالا به سؤال کنکور با هم حل کنیم

در یک میدان الکتریکی پتانسیل به بزرگی $10^4 \frac{N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره‌ی باردار به جرم Δg معطوف و به حال سکون قرار دارد. بار ذره چند می‌گردد؟ (با $g = 10 \frac{N}{kg}$)



$$F_E = mg \Rightarrow Eq = mg \Rightarrow q = \frac{mg}{E} = \frac{(\Delta \times 10^{-3}) \times 10}{10^4} = \Delta \times 10^{-6} C = \boxed{\Delta \mu C}$$

بار q نام نام با بار صافه بالایی است (هم نام با صافه پایینی) پس $q < 0$ است پس $q = -\Delta \mu C$

خلاصه چهارم: انرژی پتانسیل الکتریکی / اختلاف پتانسیل



انرژی پتانسیل الکتریکی (ع-۱)

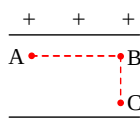
در شکل‌های زیر اگر حرکت‌ها زوری (غیر خود به خودی) باشد باید روی بارها کار انجام دهیم که این کار انجام شده به صورت انرژی‌ای به نام انرژی پتانسیل الکتریکی در بار ذخیره می‌شود. و $\Delta u > 0$ ولی اگر در حرکت خود به خودی باشد $\Delta u < 0$ می‌شود.

حرکت زوری $\left\{ \begin{array}{l} \Delta u > 0 \\ \Delta k < 0 \end{array} \right.$

حرکت خود به خودی $\left\{ \begin{array}{l} \Delta u < 0 \\ \Delta k > 0 \end{array} \right.$

پتانسیل الکتریکی: (ع-۲)

مقایسه پتانسیل نقاط در میدان (الف)

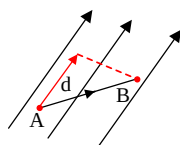
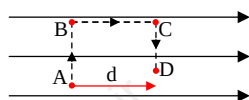


هر چه به قطب مثبت نزدیکتر باشیم پتانسیل بار $V_A = V_B > V_C$ بیش‌تر می‌شود

روابط محاسبه‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی (ب) $\left\{ \begin{array}{l} \text{الف) } \Delta V = \frac{\Delta u}{q} \longrightarrow \text{اگر انرژی پتانسیل معلوم باشد} \\ \text{ب) } \Delta V = \pm Ed \longrightarrow \text{اگر فواصل معلوم باشد} \end{array} \right.$

از رابطه $\Delta V = Ed$ می‌توان نتیجه گرفت واحد دیگر شدت میدان ولت بر متر $(\frac{V}{m})$ است

تذکر: در رابطه (ب) d جابه‌جائی بار در راستای خطوط میدان است که در شکل‌های زیر به بررسی آن پرداخته‌ایم و تغییرات انرژی پتانسیل در آن‌ها طبق



رابطه روبه‌رو به دست می‌آید: $\Delta u = Eqd$



نکته: (الف) پتانسیل الکتریکی $\leftarrow$ بستگی به محل بار دارد $\left\{ \begin{array}{l} \text{در جهت خطوط میدان برویم} \longrightarrow \text{به قطب منفی نزدیک می‌شویم} \longrightarrow \text{پتانسیل کم می‌شود.} \\ \text{در خلاف جهت خطوط میدان برویم} \longrightarrow \text{به قطب مثبت نزدیک می‌شویم} \longrightarrow \text{پتانسیل زیاد می‌شود.} \end{array} \right.$



تذکر: اگر عمود بر خطوط میدان حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند

ب- انرژی پتانسیل الکتریکی $\leftarrow$ بستگی به نوع و جهت حرکت بار دارد $\left\{ \begin{array}{l} \text{حرکت زوری } (\Delta u > 0) \\ \text{حرکت خود به خودی } (\Delta u < 0) \end{array} \right.$

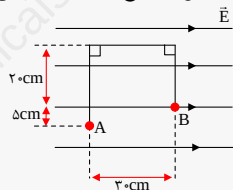


برای درک بیشتر: دانش آموزان عزیز توجه کنید که در سوالات این مبحث به جز روابطی که داده و شب همه بلدیم توجه به علامت کمیت های مختلف بسیار تاثیر اهمیت است و جواب با علامت اشتباه صدها نمره کوی تری نه ها هست. حالا می خواهیم قوی مثال های زیر درک و کاربرد این علامت ها رو بیش تر با هم کار کنیم.

Q12 در شکل زیر، بار الکتریکی $q = -5 \mu C$ از نقطه A به پتانسیل الکتریکی 120 ولت به نقطه B می رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن ΔmJ تغییر می کند. پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟
در حرکت از A به B ذره ی باردار به سمت قطب مثبت می آید و چون $q < 0$ لذا حرکت خود به خودی و $\Delta u < 0$ می شود و می توان نوشت:

$$\Delta V_{AB} = \frac{\Delta u_{AB}}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{-\Delta mJ}{-5 \mu C} \Rightarrow V_B - 120 = \frac{5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-6}} = 1000 \Rightarrow V_B = 220V$$

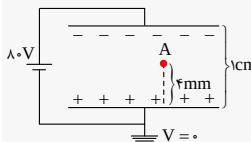
Q13 در شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 10^5 \frac{N}{C}$ ، بار نقطه ای $q = -5 \mu C$ از طریق مسیر نشان داده شده از نقطه A به نقطه B منتقل شده است. در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره ی باردار چند ژول تغییر می کند؟
در این مسیر جابه جایی در راستای خطوط میدان (d = 3 cm) است پس داریم:



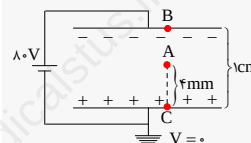
$$|\Delta u| = Eqd = 10^5 \times (5 \times 10^{-6}) \left(\frac{3}{100}\right) = 0.15J$$

چون در حرکت از A به B به قطب منفی نزدیک می شویم و بار منتقل شده هم منفی است ($q < 0$) لذا حرکت زوری بوده و $\Delta u > 0$ است پس می توان نوشت: $\Delta u = +0.15J$

Q14 دو صفحه ی رسانای موازی با ابعاد بزرگ را مطابق شکل زیر به یک باتری وصل کرده ایم. پتانسیل نقطه A چند ولت است؟



چون صفحات مثبت و منفی به قطب های یک باتری وصل است پس اختلاف پتانسیل بین صفحات برابر با اختلاف پتانسیل در دو سر باتری است یعنی $(\Delta V_{BC} = 80V)$ است و می توانیم بنویسیم:



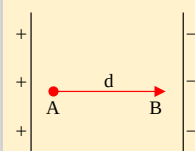
$$E_{BC} = E_{AC} \Rightarrow \frac{\Delta V_{BC}}{d_{BC}} = \frac{\Delta V_{AC}}{d_{AC}} \Rightarrow \frac{80V}{10mm} = \frac{\Delta V_{AC}}{4mm}$$

$$\Rightarrow \Delta V_{AC} = 32V \xrightarrow[\text{مثبت نزدیک تر به قطب C}]{\text{نقطه ی C به قطب}} \begin{cases} V_C > V_A \\ \Delta V_{AC} = V_C - V_A \end{cases} \Rightarrow V_C - V_A = 32V \Rightarrow \boxed{V_A = -32V}$$

نکته: همانطور که در شکل های زیر نشان داده ایم کاری که نیروی میدان الکتریکی بر روی ذره باردار انجام می دهد از نظر اندازه با تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن برابر ولی از نظر علامت قرینه یکدیگر اند.

	$\begin{cases} \text{میدان } w \Rightarrow F_E \text{ و } d \text{ هم جهت} \\ \Delta u < 0 \Rightarrow \text{حرکت خود به خودی} \Rightarrow q > 0 \text{ به سمت قطب منفی می رود} \end{cases}$	$\Rightarrow \boxed{w \text{ میدان} = -\Delta u}$
	$\begin{cases} \text{میدان } w < 0 \Rightarrow F_E \text{ و } d \text{ خلاف جهت} \\ \Delta u > 0 \Rightarrow \text{حرکت زوری} \Rightarrow q < 0 \text{ به سمت قطب منفی می رود} \end{cases}$	$\Rightarrow \boxed{w \text{ میدان} = -\Delta u}$

نکته: اگر در سؤالی تغییر انرژی جنبشی ذره باردار در میدان الکتریکی یا سرعت آن را در نقطه ای از میدان بخواهند باید برای حل مسئله از قضیه کار و انرژی به صورت زیر استفاده کرد:



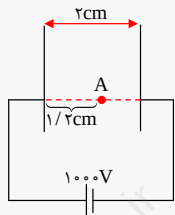
$$W_T = \Delta k \Rightarrow (F_{\text{جس}})d = k_f - k_i \Rightarrow (Eq)d = \frac{1}{2}m(V_B^2 - V_A^2)$$

در رابطه بالا دقت شود غالباً نیروی وزن در مقایسه با F_E ناچیز بوده و در محاسبه ی $(F_{\text{جس}})$ آن را در نظر نمی گیریم



برای درک بیشتر: مسائلی که در آن ها سرعت و انرژی جنبشی ذره در میدان الکتریکی پرمیسه می شود چون در کتاب درسی به آن اشاره و مثال حل شده ای داریم به همین خاطر قصد داریم در زیر یک نمونه از آنها را حل کنیم

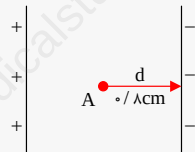
Q15 در شکل مقابل، ذره ی باردار $q = +4 \mu C$ به جرم $2mg$ از نقطه ی A رها می شود. ذره با چه سرعتی به صلب متر بر ثانیه به صفحه ی مقابل می رسد؟ (از نیروی وزن ذره صرف نظر شود)



$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{1000}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^4 \frac{V}{m}$$

ابتدا اندازه میدان الکتریکی بین صفحات را حساب می کنیم:

از طرفی چون $q > 0$ است پس ذره به سمت قطب منفی می رود و $d = 0.8 \text{ cm}$ می شود و در نهایت طبق قضیه کار و انرژی می نویسیم:



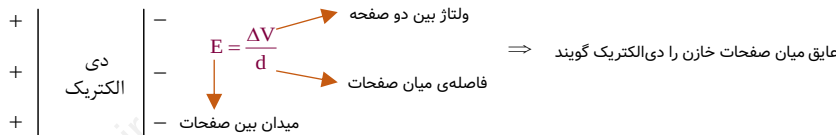
$$W_T = \Delta k \Rightarrow Eqd = \frac{1}{2} m (V_f^2 - V_i^2)$$

$$5 \times 10^4 \times 4 \times 10^{-6} \times 0.8 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} (2 \times 10^{-3}) (V_f^2 - 0) \Rightarrow V_f = 40 \frac{m}{s}$$

خلاصه پنجم: خازن و روابط آن

۵-۱ میدان خازن:

دو صفحه رسانای موازی که توسط عایقی از هم جدا شده اند را خازن می گوئیم چون خازن تخت نوعی میدان یکنواخت است پس می توان نوشت:



۵-۲ ظرفیت خازن: نسبت بار ذخیره شده روی صفحات خازن به ولتاژ میان آنها را ظرفیت خازن گویند، کمیت نرده ای، واحد آن فاراد (F) و طبق روابط زیر به دست می آید:

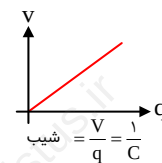
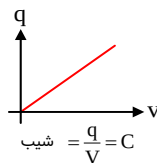
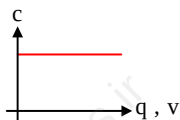
$$\left\{ \begin{array}{l} C = \frac{q}{V} \rightarrow \text{کولن} = \frac{\text{فاراد}}{\text{ولت}} \\ C = \frac{k \epsilon A}{d} \rightarrow \begin{array}{l} k = \text{ضریب دی الکتریک} \\ A = \text{مساحت صفحات} \\ d = \text{فاصله ی دو صفحه (ضخامت دی الکتریک)} \end{array} \end{array} \right.$$

ضریب گذر دی الکتریکی خلأ $(8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2})$

۵-۳ نمودارهای مهم خازن: می دانیم با افزایش ولتاژ میان صفحات خازن، بار ذخیره شده روی صفحات آن به همان اندازه تغییر می کند پس نتیجه می گیریم

ب- C به q و V بستگی ندارد

الف- q و V رابطه مستقیم دارند



نکته:
دو عبارت مهم

الف) خازن به مولدی متصل است $\leftarrow$ ثابت $C \equiv q \leftarrow V$

ب) خازن پر شده ای را از مولد جدا می کنیم $\leftarrow$ ثابت $C \equiv \frac{1}{V} \leftarrow q$

۵-۴ انرژی خازن

بستگی به اطلاعات داده شده در مسئله از یکی از روابط زیر برای محاسبه ی انرژی ذخیره شده در خازن ها استفاده می کنیم:

الف) $u = \frac{1}{2} q \cdot V$

بار و ولتاژ معلوم باشد

ب) $u = \frac{1}{2} C V^2$

ظرفیت و ولتاژ معلوم باشد

ج) $u = \frac{q^2}{2C}$

بار و ظرفیت معلوم باشد



برای درک بیشتر: همیشه گفت از مبث خازن هر سال توی کنکور سؤال داده میشه که برای پاشگویی به اون اول باید روابط و مفاهیم خلاصه‌ی بالا رو کامل بلد باشی ثانیاً تپ سؤال‌ها و روش‌های حل که در مثال‌های زیر بررسی می‌کنیم روز از قبل مسلط شده باشی. پس دریم سراغ این سؤالای مهم، درجه یک و ضعیف که دیگه خیالمون از بابت خازن هم راحت باشه. دریم؟؟؟

Q16 یک خازن قف به یک باتری بسته شده است. پس از مدتی، در حالی که خازن و همچنان به باتری متصل است، حاصله بین صفحه‌های خازن را دو برابر می‌کنیم. کدام موارد زیر درست است؟

الف) میدان الکتریکی میان صفحه‌ها نصف می‌شود. صحیح است چون: $\frac{1}{\epsilon} \Rightarrow E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{\text{ثابت}}{\text{ک برابر}}$

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها نصف می‌شود. نادرست چون خازن هم چنان به باتری وصل است پس V ثابت می‌شود

پ) ظرفیت خازن دو برابر می‌شود. نادرست چون: $C = \frac{k\epsilon A}{d} = \frac{\text{ثابت}}{\text{ک برابر}} \Rightarrow C \equiv \frac{1}{\epsilon}$

ت) بار روی صفحه‌ها نصف می‌شود. درست چون: $q = CV = (\frac{1}{\epsilon}) \times (\text{ثابت}) = \frac{1}{\epsilon}$

Q17 حاصله بین صفحه‌های یک خازن قف 2mm و مساحت هر یک از صفحه‌ها 4cm^2 است و خازن از ماده دی الکتریک انعطاف پذیر به ثابت $k=4$ پر شده است. اگر

حاصله بین صفحه‌ها 2mm کاهش یابد، ظرفیت خازن چند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟ $\epsilon_r = 4 / 8.85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$

چون حاصله بین صفحات 2mm کم می‌شود پس $(d_2 = 2 - 4 = 2\text{mm})$ و سپس طبق رابطه $C = \frac{k\epsilon A}{d}$ می‌نویسیم:

$$C_2 - C_1 = k\epsilon A \left(\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} \right) = 4 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 4 \times 10^{-4} \left(\frac{1}{2 \times 10^{-3}} - \frac{1}{4 \times 10^{-3}} \right)$$

$$= 7.08 \times 10^{-16} \times \frac{1}{10^{-3}} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) = 1.77 \times 10^{-14} \Rightarrow \boxed{F = 2 / 124 PF}$$

Q18 اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دوسر خازنی ۱۰ درصد کاهش یابد، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در آن هر کدام چند درصد (به ترتیب از راست به چپ) کاهش می‌یابند؟ می‌دانیم با افزایش ولتاژ مقدار بار الکتریکی هم همان اندازه تغییر می‌کند پس ۱۰ درصد کم می‌شود اما ظرفیت خازن چون به V بستگی ندارد ثابت می‌ماند پس می‌توان

نوشت: پس انرژی ۱۹ درصد کم می‌شود $u = \frac{1}{2} C V^2 \Rightarrow \frac{u_2}{u_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 = \left(\frac{0.9 V_1}{V_1} \right)^2 = 0.81 \Rightarrow$

Q19 ظرفیت خازنی $2\mu F$ است. اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی آن را یک ولت افزایش می‌دهیم، انرژی آن $5 \times 10^{-6} J$ افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل اولیه‌ی این خازن چند ولت بوده است؟

می‌دانیم با افزایش اختلاف پتانسیل دو صفحه، ظرفیت خازن ثابت می‌ماند پس طبق رابطه $u = \frac{1}{2} C V^2$ می‌نویسیم:

$$\Delta u = u_2 - u_1 = \frac{1}{2} C (V_2^2 - V_1^2) \Rightarrow 5 \times 10^{-6} = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} ((V_1 + 1)^2 - V_1^2) \Rightarrow 5 = 2V_1 + 1 \Rightarrow \boxed{V_1 = 2V}$$

Q20 ظرفیت خازنی $5\mu F$ میکرو فاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر 3mC بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه‌ی $4/5 J$ افزایش می‌یابد. چند میلی کولن است؟

چون 3mC بار از صفحه جدا می‌کنیم و بر روی صفحه مثبت می‌گذاریم لذا بار صفحه منفی به اندازه‌ی 3mC منفی‌تر و بار مثبت به اندازه‌ی 3mC مثبت‌تر می‌شود و در نهایت بار خازن هم 3mC زیاد می‌شود یعنی $(q_2 = q_1 + 3)$ اما مقدار ظرفیت خازن ثابت می‌ماند پس می‌توان نوشت:

$$u = \frac{q^2}{2C} \Rightarrow \Delta u = \frac{1}{2C} (q_2^2 - q_1^2) \Rightarrow 4/5 = \frac{1}{2 \times 5 \times 10^{-6}} ((q_1 + 3)^2 - q_1^2) \times 10^{-6}$$

$$45 = 6q_1 + 9 \Rightarrow \boxed{q_1 = 6\text{mC}}$$

دقت شود عدد 10^{-6} در حل مسئله بعد از چراخته‌ها به این علت است که بارها بر حسب میلی کولن $(10^{-3} C)$ است که چون به توان دومی رسد $10^{-6} C$ می‌شود.



فصل ۲ فیزیک یازدهم / چهار تست در کنکور

الکتریسته جاری و مدارهای الکتریکی

► شدت جریان الکتریکی $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{t}$

► قانون اهم $R = \frac{V}{I}$

► رابطه محاسبه مقاومت $R = \rho \frac{l}{A}$

$A \begin{cases} \text{توپر} & A = \pi r^2 \\ \text{توخالی} & A = \pi(r_1^2 - r_2^2) \end{cases}$

► روش های تغییر طول مقاومت

خلاصه اول

خلاصه دوم

خلاصه ششم

► روابط جریان و اختلاف پتانسیل

سری $\begin{cases} I_1 = I_2 = I_T \\ V_T = V_1 + V_2 + \dots \end{cases}$

موازی $\begin{cases} V_1 = V_2 = V_T \\ I_T = I_1 + I_2 + \dots \end{cases}$

► تکنیک تقسیم ولتاژ

ولتاژ دو سر مقاومت ها به نسبت اندازه ی خود آنها تقسیم می شود

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1} \leftarrow$$

► تکنیک تقسیم جریان

جریان گذرنده از مقاومت ها به نسبت عکس آنهاست $\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} \leftarrow$

خلاصه هفتم

► تغییرات مقاومت معادل
► تغییرات ولتاژ دو سر مقاومت
► انواع آمپرسنج

خلاصه سوم

$$u = RI^2 t$$

$$u = VIt$$

$$u = \frac{V^2}{R} t$$

◀ روابط انرژی

◀ ولتاژ و توان اسمی

$$1 \text{ kw.h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

◀ روابط توان مصرفی

$$P = \frac{u}{t} \begin{cases} P = RI^2 \\ P = VI \\ P = \frac{V^2}{R} \end{cases}$$

خلاصه چهارم

◀ روش سری $R_T = R_1 + R_2 + \dots \xrightarrow{\text{مقاومت مشابه}} R_T = nR$

◀ روش موازی $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \xrightarrow{\text{مقاومت مشابه}} R_T = \frac{R}{n}$

◀ محاسبه معادل دو مقاومت موازی $R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

خلاصه پنجم

► تعریف و بررسی مولد

$$P_{\text{مفید}} = \varepsilon_e I - rI^2$$

► توان مفید مولد

$$P_{\text{مفید}} = \frac{R \varepsilon_e^2}{(R + r)^2}$$

$$P_{\text{مفید max}} = \frac{\varepsilon_e^2}{4r}$$

► اگر به ازای جریان I_1 و I_2 توان مفید یکسان تولید شود

$$\frac{I_2 + I_1}{2} = \frac{\varepsilon_e}{2r} \leftarrow$$

► اگر به ازای مقاومت R_1 و R_2 توان مفید یکسان تولید شود $r = \sqrt{R_1 R_2} \leftarrow$

► اختلاف پتانسیل دو سر مولد

$$\begin{aligned} V &= \varepsilon_e - Ir \\ V &= IR = \frac{\varepsilon_e R}{R + r} \end{aligned}$$

◀ موازی مقاومت بسته شود $V = IR$

◀ موازی مولد بسته شود $V = \varepsilon_e - IR$

◀ سری در مدار بسته شود $V = \varepsilon_e$



فصل ششم: الکتریسیته جاری و مدارهای الکتریکی

خلاصه اول: جریان الکتریکی / قانون اهم



۱-۱ کولن = آمپر $\Rightarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{t}$ بار الکتریکی شارش شده = شدت جریان الکتریکی $\Rightarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{t}$ ثانیه



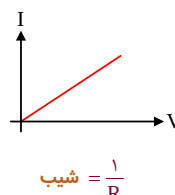
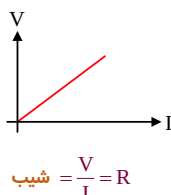
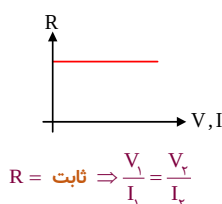
نکته: طبق رابطه بالا در می یابیم آمپر ساعت واحد بار الکتریکی و برابر 3600 C می باشد ($1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$)

۱-۲ قانون اهم: بیان می کند در دمای ثابت نسبت اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت به جریان گذرنده از آن مقداری ثابت است که به آن مقاومت الکتریکی گفته می شود

$$\Rightarrow R = \frac{V}{I} \Rightarrow \text{اهم} = \frac{\text{ولت}}{\text{آمپر}}$$

و می توان نوشت:

مقاومت الکتریکی هر وسیله ای از مشخصات ساختمانی آن است و به V و I بستگی ندارد. چون با تغییر V مقدار I هم همان نسبت تغییر کرده و R ثابت می ماند و نمودار های زیر را می توان رسم کرد



برای درک بیشتر شروع فصل جریان که مهم ترین فصل فیزیک یازدهمه بایادگیری جریان و قانون اهم است که پیش نیاز یادگیری تمام مباحث بعدی است. بپریم باطل دو سؤال مهم، چقدرت شروع کنیم، آماده اید بچه ها؟؟؟

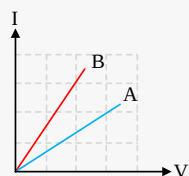
۱. ولتاژ باتری یک ماشین صاب 3 V و جریانی که هنگام روشن بودن از آن عبور می کند، 2 mA است. اگر این ماشین صاب ۲ ساعت روشن باشد، چه تریب چند میلی کولن بار از مدار آن می گذرد و باتری چند میلی ژول انرژی به این مدار می دهد؟

طبق رابطه $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ که در خلاصه به آن اشاره کردیم می توان نوشت: $\Delta q = 1440 \text{ mC}$ $\Rightarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow 0.002 = \frac{\Delta q}{2 \times 3600}$ (چون جریان را mA گذاشتیم بار هم mc به دست آمد)

$$\Delta V = \frac{\Delta u}{q} \Rightarrow \Delta u = \Delta V q = 3(1440 \text{ mC}) = 4320 \text{ mJ}$$

مبس طبق رابطه اختلاف پتانسیل که در فصل قبل آموختیم می نویسیم:

۲. شکل زیر، رابطه ی بین جریان عبوری از مقاومت های A و B و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ها را نشان می دهد اگر این دو رسانا به تریب به اختلاف پتانسیل های 45 V و 60 V متصل شوند، در مدت زمان معین، تعداد الکترون های شارش یافته در رسانای B چند برابر تعداد الکترون های شارش یافته در رسانای A می باشد؟



$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{I_B}{I_A} = \frac{9}{4}$$

پس طبق قانون اهم و رابطه ی شدت جریان الکتریکی می نویسیم:

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{I = \frac{ne}{t}} R = \frac{Vt}{ne} \xrightarrow{\text{تساوی}} \frac{R_A}{R_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{n_B}{n_A} \Rightarrow \frac{9}{4} = \frac{45}{60} \times \frac{n_B}{n_A} \Rightarrow \frac{n_B}{n_A} = 3$$



خلاصه دوم: عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی



پیش از این گفتیم می دانیم مقاومت الکتریکی هر وسیله از مشخصات ساختمانی آن است و طبق رابطه ی زیر به دست می آید:

طول رسانا $R = \frac{\rho l}{A}$

رابطه محاسبه مقاومت $R = \frac{\rho l}{A}$

مقاومت ویژه $(\Omega.m)$

سطح مقطع

انواع سطح مقطع

سیم توپر: $A = \pi r^2$

سیم توخالی: $A = \pi(r_1^2 - r_2^2)$

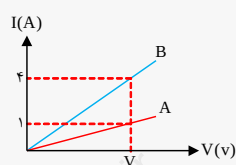
شعاع داخلی

شعاع خارجی

- ۲- روش های تغییر طول
- ۱- اگر سیم کشیده شود $\leftarrow$ جرم سیم (m) ثابت $\leftarrow$ طول n برابر $\leftarrow$ سطح مقطع $\frac{1}{n}$ برابر $\leftarrow$ مقاومت n^2 برابر
 - ۲- اگر سیم بریده شود $\leftarrow$ جرم سیم (m) متغیر $\leftarrow$ A ثابت و l کم می شود $\leftarrow R \equiv l$

برای درک بیشتر: از مباحث ابتدائی فصل جریان، خلاصه ی بالا فوق العاده مهم و سابقه سؤال در کنکور روهم داشته باهم به همین علت مهمی تیپ های سؤال از این خلاصه رو در زیر مفصل و استون توضیح دادیم:

نمودار جریان عبوری از دو سیم رسانای مجزای A و B در صلب ولتاژ دو سر آنها مطابق شکل زیر است. اگر طول سیم A، ۲ برابر طول سیم B و قطر مقطع سیم A، $\frac{\sqrt{5}}{2}$ برابر



$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{V}{V} = \frac{4}{1}$$

قطر مقطع سیم B باشد، نسبت مقاومت ویژه ی الکتریکی سیم A به مقاومت ویژه ی الکتریکی سیم B کدام است؟

ابتدا توسط نمودار مقابل و رابطه ی $R = \frac{V}{I}$ نسبت مقاومت الکتریکی A به B را به دست می آوریم:

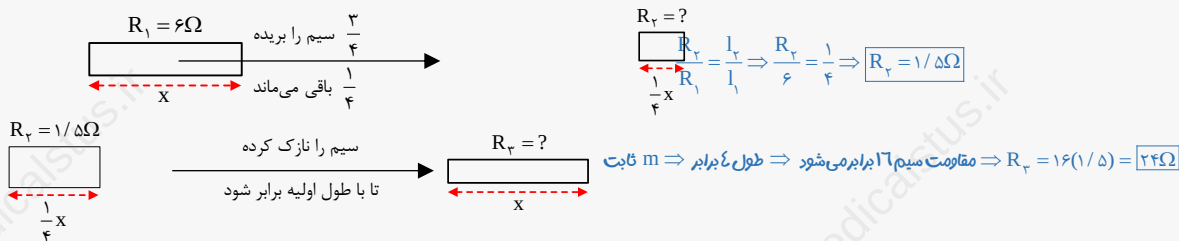
مبس طبق رابطه ی $R = \frac{\rho l}{A}$ چون در مسئله صفت از قطر کرده می نویسیم:

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{\rho l}{\pi r^2} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{l_A}{l_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow 4 = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{2}{1} \times \left(\frac{1}{\frac{\sqrt{5}}{2}}\right)^2 \Rightarrow 4 = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times 2 \times \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{5}{2}$$

مقاومت الکتریکی سیمی 6Ω است. $\frac{3}{4}$ سیم را بریده و کنار می گذاریم و $\frac{1}{4}$ باقی مانده را از دستگاهی عبور می دهیم تا آن را جک توافک نازک کرده و طولش را به طول

سیم اولیه برساند. با ثابت ماندن دما، مقاومت سیم جدید چند اهم می شود؟

شکل مراحل مختلف سؤال به صورت زیر است:



نکته: اگر در سؤالات جرم سیم (مقاومت) توسط طراح داده یا پرسیده شود باید برای حل مسئله از سه رابطه ی زیر با هم استفاده کنیم تا سؤال حل شود:

۱) $R = \frac{\rho l}{A}$

۲) $V = Al$ حجم سیم

۳) $\rho = \frac{m}{V}$ چگالی



برای درک بیشتر: برای فهم عمیق تر نکته بالا سؤال زیر که یکی از سؤالای مهم کنکور هست رو با هم بررسی و حل می کنیم. تقریباً همیشه گفت سؤالای مفت این قسمت مربوط به نکته بالاست. پس به دقت توجه کنید:

Q5 از سیمی به طول ۵ متر که اختلاف پتانسیل ۲۷ ولت در دو سر آن برقرار است، جریان ۱/۲ آمپر عبور می کند. اگر مقاومت ویژه سیم $1/8 \times 10^{-4} \Omega \cdot m$ و چگالی آن $8 \frac{g}{cm^3}$ باشد، جرم سیم چند گرم است؟

$$R = \frac{V}{I} = \frac{27}{1/2} = 54 \Omega$$

ابتدا توسط قانون اهم مقاومت الکتریکی سیم را محاسبه می کنیم:

$$R = \frac{\rho}{A} l \Rightarrow \frac{54}{A} = \frac{1/8 \times 10^{-4} \times 27}{A} \Rightarrow A = 1/8 \times 10^{-7}$$

مپس با استفاده از مسه رابطه ی ذکر شده در نکته بالا سؤال را حل می کنیم:

$$V = AI \Rightarrow V = 1/8 \times 10^{-7} \times 27$$

$$m = \rho V = 8000 \times (1/8 \times 10^{-7} \times 27) = 36 \times 10^{-3} kg = 36 gr$$

خلاصه سوم: انرژی و توان الکتریکی مصرفی در مقاومت ها



۳-۱ روابط انرژی مصرفی

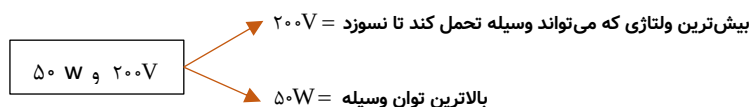
می دانیم هنگام عبور جریان از یک مقاومت در آن گرما تولید شده و مقداری از انرژی الکتریکی در آن مصرف می شود که این انرژی مصرفی طبق یکی از روابط زیر به دست می آید:

دست می آید: ج) $u = \frac{V^2}{R} \cdot t$ ب) $u = VIt$ الف) $u = RI^2 t$ (قانون ژول)

نکته $\left\{ \begin{array}{l} P = RI^2 \\ P = VI \\ P = \frac{V^2}{R} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{توان} = \frac{\text{ژول}}{\text{ثانیه}} \\ \text{کیلووات} \cdot \text{ساعت واحد انرژی الکتریکی مصرفی است} \end{array} \right.$ $1 kw \cdot h = 3.6 \times 10^6 J$

۳-۲ ولتاژ و توان اسمی:

دو عدد نوشته شده بر روی اکثر وسایل برقی که یکی معرف ولتاژ (V_s) و دیگری توان اسمی (P_s) است به صورت زیر تعریف می شود



با معلوم بودن توان و ولتاژ اسمی هر وسیله می توان مقاومت الکتریکی هر وسیله را حساب کرد مثلاً در مثال بالا می توان نوشت:

$$P = \frac{V_s^2}{R} \Rightarrow R = \frac{200^2 \times 200}{50} = 800 \Omega$$

برای درک بیشتر: مباحث مربوط به این خلاصه با وجود آن که سؤال اختصاصی به خود هم دارد اما غالباً موارد آن پیش نیاز مباحث بعدی است یا با بسیاری از مطالب دیگر این فصل قاطی شده و سؤالات ترکیبی به ما می دهند که در زیر می خواهیم به بررسی کامل آن ها بپردازیم:

Q6 روی یک لامپ اعداد ۱۰۰W و ۲۰۰V نوشته شده است. به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف) اگر لامپ به ولتاژ ۲۰۰V وصل شود در هر دقیقه چند کولن الکترون سیئه از آن می گذرد؟

$$P = VI \Rightarrow I = \frac{100}{200} = \frac{1}{2} A \Rightarrow I = \frac{q}{t} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{q}{60} \Rightarrow q = 30 C$$

چون $V = V_s$ است پس توان مصرفی لامپ همان $100W$ (P_s) می شود و می نویسیم:



ب) اگر لامپ به ولتاژ $50V$ متصل شود در طول یک شبانه روز چند کیلووات ساعت انرژی مصرف می شود؟

در این حالت $V \neq V_s$ امامی داریم مقاومت الکتریکی وسیله به ولتاژ متصل بستگی ندارد و ثابت می ماند پس:

$$R = \frac{V^2}{P} \Rightarrow \left(\frac{V_r}{P}\right)_1 = \left(\frac{V_r}{P}\right)_2 \Rightarrow \frac{50^2}{100} = \frac{50^2}{P_r} \Rightarrow P_r = \frac{100}{16} W = \frac{1}{16} kW \quad \text{ثابت} \Rightarrow u = pt = \left(\frac{1}{16} kW\right)(24h) = 0.15 kW.h$$

ج) اگر به علت افت ولتاژ توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش یابد. میزان افت ولتاژ چندولت بوده است؟

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \xrightarrow{\text{چون توان ۱۹ درصد کم می شود}} \frac{0.81P_1}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \xrightarrow{\text{از طرفین جذری می گیریم}} \frac{9}{10} = \frac{V_r}{V_1} \Rightarrow V_r = 180 \Omega$$

ثابت

پس میزان افت ولتاژ $(200 - 180 = 20V)$ بوده

خلاصه چهارم: محاسبه ی مقاومت معادل / روش های بهم بستن مقاومت ها



۴-۱ روش سری ← در حالت سری مقاومت ها پشت سر هم به کار رفته اند و جریان گذرنده از آن ها برابر است

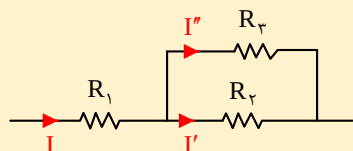
$$\begin{array}{c} R_1 \quad R_2 \quad R_3 \\ \text{---} \end{array} \rightarrow R_T = R_1 + R_2 + \dots \xrightarrow{\text{اگر n تا مقاومت مشابه باشد}} R_T = nR$$

$$\begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ \text{---} \end{array} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \xrightarrow{\text{اگر n تا مقاومت مشابه باشد}} R_T = \frac{R}{n}$$

۴-۲ روش موازی ← در حالت موازی دو سر مقاومت ها با سیم خالی بهم متصل است

نکته: در حالت سری مقاومت معادل بزرگتر از مقاومت های اولیه و در حالت موازی کم تر از مقاومت های اولیه است.

نکته: در ساده کردن مدارها باید به دو نکته مهم توجه داشته باشید اولاً ممکن است دو مقاومت در مدار نه سری باشند و نه موازی ثانیاً صرفاً از روی مشاهده ی مدار نمی توان سری یا موازی بودن دو مقاومت را تشخیص داد مثلاً در مدار زیر با وجود آنکه R_1 و R_2 پشت سر هم قرار دارند اما چون جریان گذرنده از آن ها برابر نیست دو مقاومت سری نیستند

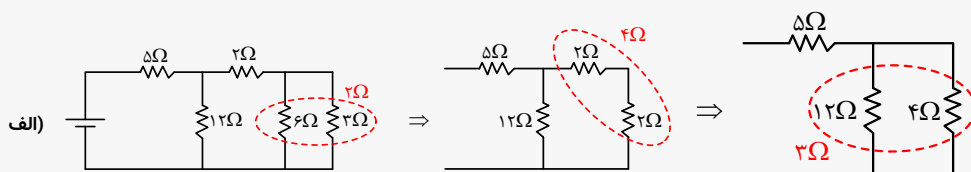


$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\text{حاصل ضرب}}{\text{مجموع}}$$

نکته: در حالت موازی برای پیدا کردن ساده تر مقاومت معادل می توان نوشت:

برای درک بیشتر: شب بسم الله. بیست مدارهای الکتریکی شروع شد. همانطور که همه می دانیم برای حل و بررسی مدارها اول باید ساده سازی مقاومت ها رو بد باشیم یعنی باید بدوینم هر مقاومت در مدار چه رابطه ای با بقیه ی مقاومت ها دارم. واسه همین این بیست به شدت خاطر اهمیت است و در مثال های زیر سعی کردیم کامل نکات و روش ها رو بدیم.

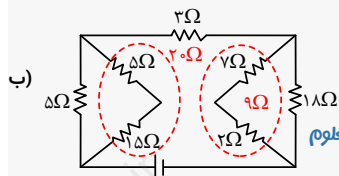
در هر یک از مدارهای زیر مقاومت معادل را بدید. Q_v ؟





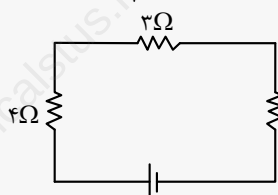
در نهایت می دانیم مقاومت 3Ω و 5Ω سری هستند و $R_T = 8\Omega$ می شود.

فقط توجه کنید حاصل مقاومت های موازی چه در این سؤال و چه در سؤالات بعدی از همان رابطه ی $(R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2})$ به دست آمده است.



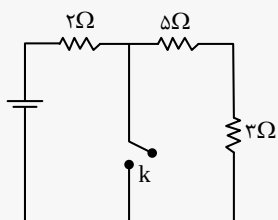
در شکل رویه رو بعد از ساده کردن طبقه ها معلوم

Q8 مقاومت معادل مدار شکل زیر چند اهم است؟

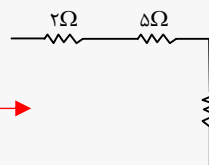


هر سه مقاومت سری $R_T = 4\Omega + 3\Omega + 6\Omega = 13\Omega$

Q9 در مدار شکل زیر مقاومت معادل مدار قبل و بعد از بسته بودن کلید را حساب کنید.



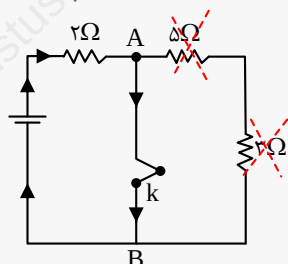
اگر کلید باز باشد



هر سه مقاومت سری

$$R_T = 2\Omega + 5\Omega + 3\Omega = 10\Omega$$

اگر کلید را ببندیم چون مسیر AB خالی از مقاومت است تمام جریان مدار از آن گذشته و چون دیگر از مقاومت های 5Ω و 3Ω جریانی رد نمی شود حذف می شوند پس $(R_T = 2\Omega)$



می گردد



نکته: برای ساده کردن برخی از مدارها می توانیم از روش فوق العاده ی زیر که به روش نقاط هم پتانسیل یا گره بندی معروف است استفاده کنیم. مراحل این روش به شرح زیر است:

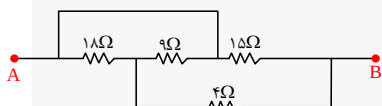
(الف) ابتدا گره های موجود در مدار را شماره گذاری می کنیم (نقاطی گره هست که قبل و بعد از آن جریان متفاوت است)

(ب) نقاطی که با سیم خالی بهم متصل اند هم پتانسیل بوده و آن ها را به عنوان یک گره به حساب می آوریم.

(ج) بعد از تعیین گره ها مقاومت ها را تک به تک از شکل سؤال به شکلی که گره ها را در آن رسم کردیم، منتقل می کنیم.

برای درک بیشتر: برچم راسی تسلط و فهم کامل نکته بالا یک سؤال ارزش دل کنیم. با دقت کامل سعی کنید روش دل روم توجه بشین چون خیلی از جاها برای ساده کردن

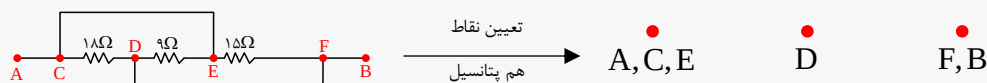
مقاومت ها کارسازمه آماده اید؟؟



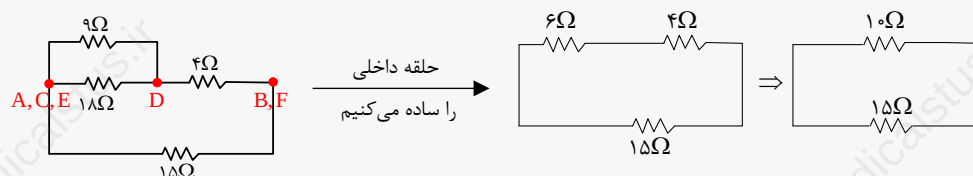
Q10 در شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطه ی A و B چند اهم است؟



ابتدا نره های موجود در مدار را شماره گذاری کرده نقاط هم پتانسیل رو مشخص می کنیم:



در نهایت مقاومت ها را از مدار سؤال به شکلی که رسم کرده اجم (نقاط هم پتانسیل) منتقل می کنیم که چنین می شود:



$$R_T = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = \frac{150}{25} = 6\Omega$$

در نهایت می دانیم 10Ω و 15Ω در شکل آخر با هم موازی اند و معادل آنها می شود:

خلاصه پنجم : معرفی مولد / توان مفید مولد / پتانسیل دو سر مولد / انواع ولت سنج



- بررسی مولد ۵-۱
- نیروی محرکه (ϵ) ← بیشترین ولتاژی است که یک مولد می تواند ایجاد میکند واحد آن ولت است
 - وسیله ای برای تولید جریان الکتریکی است ← دو جزء مهم دارد
 - مقاومت درونی (r) ← عاملی است که سبب افت ولتاژ در مولد می شود واحد آن اهم است

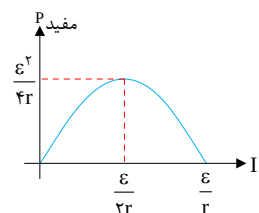


← نماد آن در مدارهای الکتریکی چنین است

توان مفید ۵-۲

- روابط محاسبه (الف)
- اگر جریان الکتریکی معلوم باشد: $P = \epsilon I - rI^2$
 - اگر مقاومت خارجی مدار معلوم باشد: $P = RI^2 = \frac{R\epsilon^2}{(R+r)^2}$

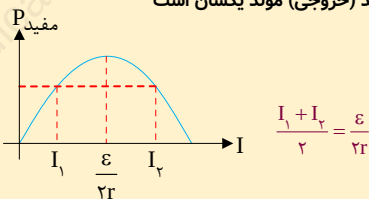
نمودار توان مفید (ب)



$$P_{\max} = \frac{\epsilon^2}{4r} = \text{بیشینه ی توان خروجی مولد}$$

نکته ۱: زمانی توان مفید مولد بیشینه است که $I = \frac{\epsilon}{2r}$ یا $R = r$ باشد.

نکته ۲: طبق نمودار زیر در می یابیم که به ازای جریان هایی که نسبت به رأس سهمی متقارن است توان مفید (خروجی) مولد یکسان است



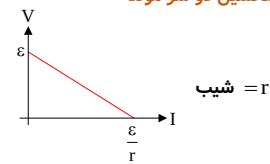
نکته ۳: اگر به ازای دو مقاومت خارجی R_1 و R_2 توان مفید مولد یکسان باشد آنگاه $r = \sqrt{R_1 R_2}$ است.



۵-۳ اختلاف پتانسیل دو سر مولد

روابط محاسبه (الف) $V = \varepsilon - Ir$: اگر جریان الکتریکی معلوم باشد
 $V = IR = \frac{R\varepsilon}{R+r}$: اگر مقاومت خارجی مدار معلوم باشد

نمودار $V-I$ (ب)

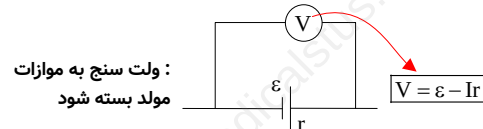


۵-۴ ولت سنج:

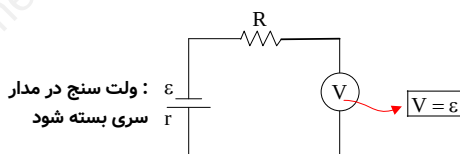
ولت سنج ایده آل دارای مقاومت الکتریکی بسیار زیاد است ← به صورت موازی در مدار به کار می رود ← به موازات هر جا بسته شود اختلاف پتانسیل دو سر همان جا را نشان می دهد ← به سه دسته ی زیر تقسیم بندی می شود:



ولت سنج به موازات مقاومت بسته شود



ولت سنج به موازات مولد بسته شود



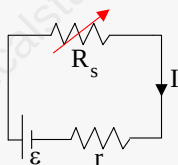
ولت سنج در مدار سری بسته شود

مقاومت های R و r از مدار حذف می شود → جریان کل مدار صفر می شود

⚡ کلا ولت سنج در شاخه ای باشد مقاومت های موازی با آن شاخه حذف می شود.

برای درک بیشتر: شب بچه ها رسیدیم به میث پدرم مول این فصل قبل از هر کاری شدیداً توصیه می کنم چندین مرتبه روابط این خلاصه و سپس تیپ سوالات زیر رو بخونین تا مطمئن بشین هر چی تقویم رو بلدین و دیگه نگران نباشین چون بعد این کار اموا لای این میث را منقصر می کنین آماده اید؟؟؟

Q11 در شکل زیر، توان خروجی منبع نیروی محرکه ی الکتریکی به ازای $I_1 = 2A$ ، برابر $44W$ و به ازای $I_2 = 3A$ ، برابر $63W$ است. نیروی محرکه ی الکتریکی و مقاومت داخلی منبع کدام اند؟

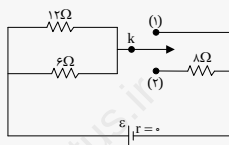


چون در دو حالت مسئله جریان الکتریکی تغییر می کند لذا رابطه توان مفید مولد بر حسب جریان را می نویسیم:

$$P = \varepsilon I - I^2 r \Rightarrow \begin{cases} 44 = 2\varepsilon - 4r \\ 63 = 3\varepsilon - 9r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 22 = \varepsilon - 2r \\ 21 = \varepsilon - 3r \end{cases}$$

با تقاض در رابطه ی نهائی از هم $r = 1\Omega$ و سپس با جایگذاری این مقدار در یکی از روابط مقدار $\varepsilon = 24V$ به دست می آید.

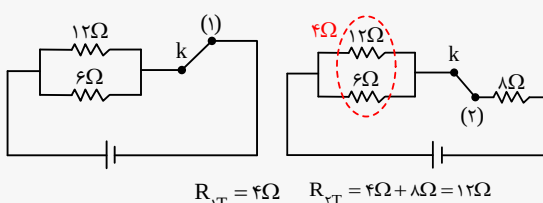
Q12 در مدار شکل زیر، ابتدا کلید در حالت (۱) قرار دارد و توان خروجی باتری P_1 است. اگر کلید در حالت (۲) قرار گیرد، توان خروجی باتری P_2 می شود. چه قدر است $\frac{P_2}{P_1}$ ؟



با تعویض مکان کلید مقدار مقاومت خارجی مدار تغییر می کند پس رابطه توان خروجی مولد بر حسب مقاومت خارجی مدار را می نویسیم:

$$P = \frac{R_T (\varepsilon^2)}{(R_T + r)^2} \xrightarrow[r=r]{\text{چون}} P = \frac{\varepsilon^2}{R_T} \xrightarrow[\text{ثابت}]{\text{مقدار}} \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_{1T}}{R_{2T}}$$

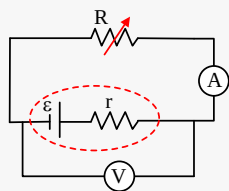
حال شکل مدار را در دو وضعیت که کلید در حالت ۱ و ۲ قرار می گیرند می کشیم تا R_T در هر یک از آن ها به دست آید:



$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_{1T}}{R_{2T}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$



Q13 ? در مدار زیر، توان خروجی باتری به ازای جریان های 3 A و 5 A یکسان است. در حالتی که ولت منحنی عدد صفر را نشان می دهد، آمپر منحنی چند آمپر را نشان می دهد؟
(ولت منحنی آمپر منحنی آرمانی فرض شود)

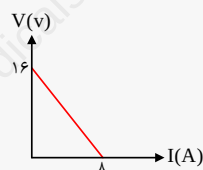


$$\frac{3 + \Delta}{2} = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{3 + \Delta}{2} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = 3 + \Delta$$

چون به ازای جریان های 3 A و 5 A توان مفید مولد یکسان است پس می نویسیم:

$$P = \varepsilon I - I^2 r \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r} = 8 \text{ A}$$

Q14 ? شکل زیر، نمودار اختلاف پتانسیل دومر یک باتری را بر حسب جریان گذرنده از آن نشان می دهد. اگر این باتری را به یک مقاومت 6 اهمی متصل کنیم، توان خروجی باتری چند وات می شود؟

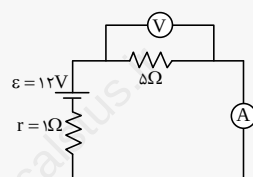


$$\left\{ \begin{array}{l} \text{با توجه به نمودار} \\ \varepsilon = 16 \text{ V} \\ r = \frac{16}{8} = 2 \Omega \end{array} \right.$$

پس با توجه به رابطه توان خروجی بر حسب مقاومت خارجی می نویسیم:

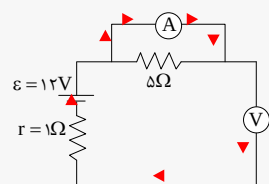
$$P = \frac{R \varepsilon^2}{(R + r)^2} = \frac{6 \times 16^2}{(6 + 2)^2} = \frac{6 \times 16 \times 16}{64} = 24 \text{ W}$$

Q15 ? در شکل زیر اگر جای آمپر منحنی و ولت منحنی عوض شود عددی که نشان می دهد چه تغییری نسبت به حالت اول می کنند؟ (هر دو وسیله آرمانی اند)



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{عدد آمپر منحنی} = I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{\Delta + 1} = 2 \text{ A} \\ \text{عدد ولت منحنی} = V = IR = \Delta \times 2 = 10 \text{ V} \end{array} \right.$$

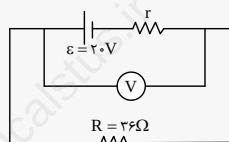
در حالت دوم چون جریان مقاومت Δ Ω را دور می زند و از آن عبور نمی کند لذا این مقاومت از مدار حذف شده و می توان نوشت:



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{چون ولت منحنی در طبقه اصلی مدار (سری) است} \Rightarrow \text{عدد آمپر منحنی} \\ \text{توان دوم} \\ \text{عدد ولت منحنی} = V = \varepsilon = 12 \text{ V} \end{array} \right.$$

پس عدد آمپر منحنی 2 واحد کاهش و عدد ولت منحنی 10 واحد افزایش می یابد.

Q16 ? نیروی محرکه ای یک باتری 20 ولت است. وقتی دومر این باتری را به دومر مقاومت 36 اهمی متصل می کنیم، اختلاف پتانسیل دومر این مقاومت 18 ولت می شود. در این حالت توان تلف شده در مقاومت درونی باتری چند وات است؟



چون ولت منحنی به موازات باتری بسته شده پس عددی که نشان می دهد برابر با ولتاژ دومر باتری می شود که چون در سؤال مقاومت خارجی معلوم است می نویسیم:

$$V = \frac{\varepsilon R}{R + r} \Rightarrow 18 = \frac{20 \times 36}{36 + r} \Rightarrow r = 4 \Omega$$

مپس جریان مدار در نهایت توان تلف شده را محاسبه می کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{20}{36 + 4} = 0.5 \text{ A} \quad P_{\text{تلف}} = I^2 r = 4(0.5)^2 = 1 \text{ W}$$



خلاصه ششم : تحلیل مدارهای الکتریکی

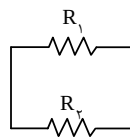


۶-۱ روابط جریان و اختلاف پتانسیل

الف : سری (متوالی) :

$$\begin{cases} I_1 = I_2 = I_T \\ V_T = V_1 + V_2 + \dots \end{cases}$$

ب) موازی :



$$\begin{cases} V_1 = V_2 = V_T \\ I_T = I_1 + I_2 + \dots \end{cases}$$

۶-۲ تکنیک تقسیم ولتاژ

این تکنیک در حالت سری کاربرد دارد چون در حالت موازی ولتاژ دو سر مقاومتها برابر است پس می توان نوشت:



$$I_1 = I_2 \Rightarrow \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

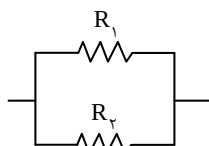
یعنی در حالت سری ولتاژ دو سر مقاومتها به نسبت اندازه‌ی آنهاست.

مثلاً در شکل زیر که $R_1 = 3R_2$ است می توان نتیجه گرفت $V_1 = 3V_2$ و بنویسیم:

$$\frac{R_1 = 12\Omega}{3V} \quad \frac{R_2 = 4\Omega}{V} \quad \text{ولتاژ دوسر مقاومت معادل} = V_T = V_1 + V_2 = V + 3V = 4V$$

۶-۳ تکنیک تقسیم جریان

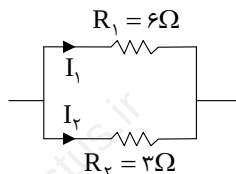
این تکنیک در حالت موازی کاربرد دارد چون در حالت سری جریان مقاومتها برابر است.



$$V_1 = V_2 \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

یعنی در حالت موازی جریان مقاومتها به نسبت عکس اندازه‌ی آنهاست.

مثلاً در شکل زیر که $R_2 = \frac{1}{2}R_1$ است پس $I_2 = 2I_1$ و می نویسیم:



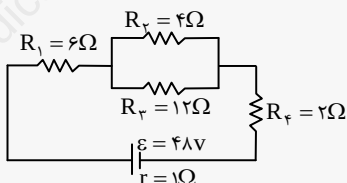
$$I_1 = x$$

$$\Rightarrow \text{جریان گذرنده از مقاومت معادل} = I_T = I_1 + I_2 = 3x$$

$$I_2 = 2x$$

برای درک بیشتر، مهم تر از این خلاصه دیگه توی کل فیزیک یازدهم نداریم. مدارهای الکتریکی که می گفتن همینیه. حداقل ۲ یا ۳ تست توی کنکور ارزش میاد که الان می ریم با

کار کردن تپ های مختلف سؤال از این مبست تسلط خودمون راجه سه امی رمونیم. پس بریم سراغ مدارها:

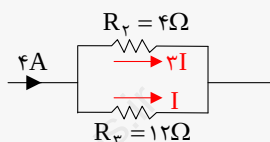


Q17 در مدار شکل زیر جریان گذرنده از هر یک مقاومت هارا بیاید

ابتدای می دانیم $(R_{2,3} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3\Omega)$ می شود و معادل مدار $(R_T = 6\Omega + 3\Omega + 2\Omega = 11\Omega)$ است و جریان الکتریکی کل مدار را به دست می آوریم:

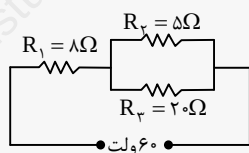
$$I_{\text{کل}} = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{48}{11 + 1} = 4A$$

حال می دانیم R_1 و R_4 که با مولد سری هستند و جریان کل از آنها می گذرد پس: $I_1 = I_4 = 4A$



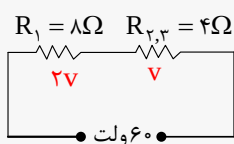
$$4I = 4 \Rightarrow I = 1A \quad \begin{cases} I_2 = 3I = 3A \\ I_1 = I = 1A \end{cases}$$

و برای جریان گذرنده از R_2 و R_3 می نویسیم:



Q19 در شکل مقابل اختلاف پتانسیل دوسر هر یک از مقاومت هارا به دست آورید:

می دانیم $V_T = 60V$ باید بین R_1 و معادل R_2 و R_3 تقسیم شود پس می نویسیم:

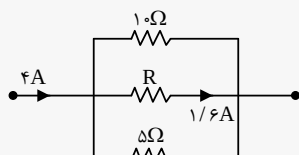


$$3V = 60 \Rightarrow V = 20 \quad \begin{cases} V_1 = 2V = 40 \text{ ولت} \\ V_{2,3} = V = 20 \text{ ولت} \end{cases}$$

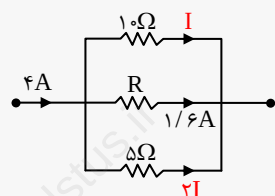
حال چون R_2 و R_3 موازی است پس: $(V_2 = V_3 = V \text{ معادل آنها } = 20V)$



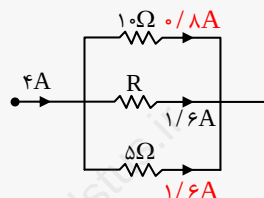
سوال ۱۹؟ شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی است. انرژی که در مدت ۲ دقیقه در مقاومت R مصرف می شود، چند کیلوژول است؟



ابتدا جریان مقاومت 5Ω و 10Ω را بر حسب I نوشته و می نویسیم:

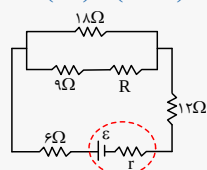


$$I + 1/6 + 2I = 4 \Rightarrow I = 0.8A$$



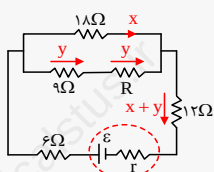
چون جریان مقاومت R و 5Ω یکسان است پس اندازه مقاومت آن ها هم یکسان و $R = 5\Omega$ است و در نهایت طبق رابطه $u = RI^2t$ انرژی مصرفی در مقاومت را حساب

$$u = RI^2t = 5 \times (0.8)^2 \times (2 \times 60) = 1920 J = 1.92 kJ$$



سوال ۲۰؟ در شکل زیر، اختلاف پتانسیل الکتریکی مقاومت های 18Ω و 12Ω با هم برابر است. R چند اهم است؟

ابتدا جریان گذرنده از مقاومت ها را به طور فرضی و بر حسب x می نویسیم و چون ولتاژ دوسر 12Ω و 18Ω طبق گفته سوال ثابت است طبق رابطه $V = IR$ می نویسیم:

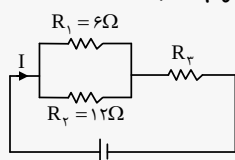


$$V_{12\Omega} = V_{18\Omega} \Rightarrow 12(x+y) = 18(x) \Rightarrow y = \frac{1}{2}x$$

چون جریان شاخه پایین (y) نصف شاخه بالایی است پس می توان نوشت:

$$R_{\text{پایین}} = \frac{12}{2} = 6\Omega \Rightarrow 9 + R = 36 \Rightarrow R = 27\Omega$$

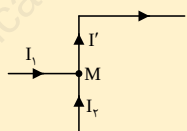
سوال ۲۱؟ در شکل زیر یک مدار الکتریکی را نشان می دهد. اگر توان مصرفی مقاومت R_p ۶ برابر توان مصرفی مقاومت R_r باشد، R_p چند اهم است؟



ابتدا جریان گذرنده از مقاومت ها را بر حسب x (فرضی) معامیه کرده و سپس طبق رابطه $P = RI^2$ می نویسیم:

$$P_p = 6P_r \Rightarrow R_p(3x)^2 = 6(12x^2) \Rightarrow R_p = \frac{6 \times 12 \times 2}{9} = 16\Omega$$

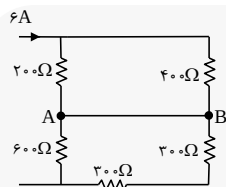
نکته: می دانیم مجموع جریان های ورودی و خروجی به یک گره برابر است یعنی مثلاً در شکل زیر می توان نوشت:



$$\text{در نقطه ی M: } I' = I_1 + I_r$$

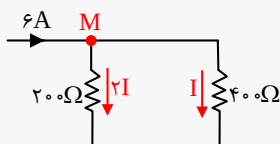
برای درک بیشتر: در بسیاری از مسائلات مدارهای الکتریکی از نکته ی فوق استفاده شده که در زیر می خواهیم برای فهم عمیق تر شما دو سوال مهم از مسائلات کنکور رو با هم حل

کنیم. آماده اید؟؟

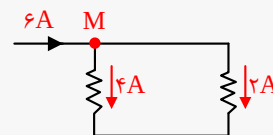


Q22: در مدار زیر، عبوری از مسیم اتصال بین A و B چند آمپر است؟ (مقاومت الکتریکی مسیم‌های اتصال ناچیز است.)

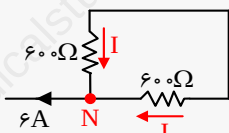
ابتدا طبقی بالائی رودر نظر می‌گیریم وجریان مقاومت‌های 200Ω و 400Ω را به دست می‌آوریم:



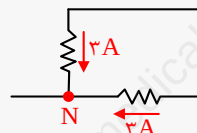
$$6 = I_1 + 2I_1 \Rightarrow I_1 = 2 \text{ A} \quad \text{(باتوجه به نقطه‌ی M)}$$



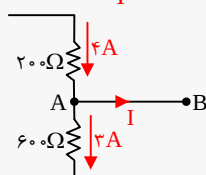
می‌دانیم چون جریان ورودی به مدار 6A است پس باید جریان خروجی هم 6A باشد از طرفی چون مقاومت‌های 300Ω سری اند (جریان برابر دارند) معادل آن‌ها را می‌نویسیم



$$I + I = 6 \Rightarrow I = 3 \text{ A} \quad \text{(باتوجه به نقطه‌ی N)}$$

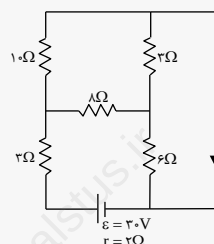


و در نهایت طبق پائینی چنین می‌شود:



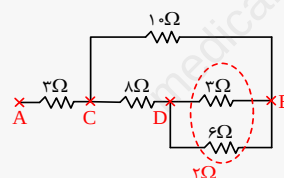
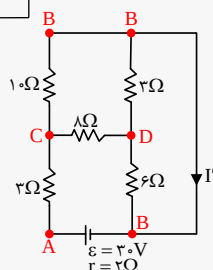
$$4 = I + 3 \Rightarrow I = 1 \text{ A} \quad \text{در گره A}$$

در آخر با بررسی نقطه‌ی A می‌توانیم جریان گذرنده از شاخه‌ی AB را به دست آوریم:



Q23: در مدار رودر، جریان I' چند آمپر است؟

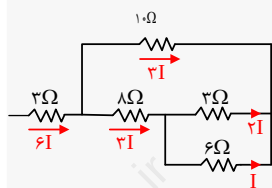
ابتدا با استفاده از روش گره بندی که پیش از این خواندیم وضعیت مقاومت‌های مدار شکل زیر را بررسی می‌کنیم:



$$\Rightarrow R_T = 8\Omega$$

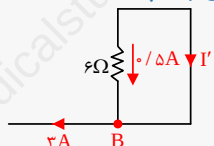
$$I_K = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{20}{8 + 2} = 2 \text{ A} \quad \text{مسیر جریان کل مدار را حساب می‌کنیم.}$$

در مرحله‌ی بعدی جریان گذرنده از مقاومت‌ها را به حسب حساب می‌کنیم:



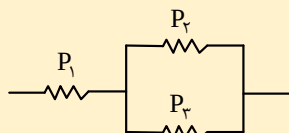
$$6I = 3 \Rightarrow I = 0.5 \text{ A}$$

باتوجه به مقدار به دست آمده برای I در می‌یابیم جریان گذرنده از مقاومت 6Ω برابر 0.5 A است و در نهایت با در نظر گرفتن مدار اصلی گره‌ی B می‌نویسیم:



$$I' + 0.5 \text{ A} = 2 \text{ A} \Rightarrow I' = 1.5 \text{ A}$$

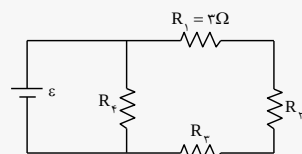
نکته: در مدارهای الکتریکی توان مقاومت معادل چه در حالت سری و چه در حالت موازی برابر با جمع جبری توان مصرفی هر یک از مقاومت‌های اولیه است



$$P_{\text{کل}} = P_1 + P_2 + P_3$$



برای درک بیشتر: نکته‌ی بالایی از کارکردی ترین نکات حل مدارهاست در زیر با بررسی یک سؤال مهم کنکور می‌خواهیم به عمق این نکته برسیم. پس بپردازیم به خبره:

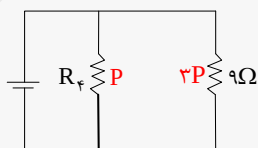


Q44 در مدار روبرو، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها با هم برابر است. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟

ثابت ثابت

$$P = R I^2 \Rightarrow R = \frac{P}{I^2} \Rightarrow R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega \Rightarrow R_{1,2,3} = 9\Omega$$

مبس شکل ساده شده مدار را رسم می‌کنیم. دقت کنید توان مقاومت 9Ω برابر جمع جبری توان مقاومت‌های اولیه $(P + P + P = 3P)$ است



در مرحله‌ی بعدی چون دو مقاومت R_1 و 9Ω موازی اند پس ولتاژ آن‌ها برابر می‌نویسیم:

$$\begin{aligned} & \text{چون توان مقاومت } 9\Omega \text{ سه برابر } R_1 \\ & \Rightarrow R_T = \frac{27 \times 9}{27 + 9} = \frac{27}{4} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow R_T = \frac{27 \times 9}{27 + 9} = \frac{27}{4}$$

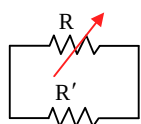
$$R_T = 3(9\Omega) = 27\Omega$$

خلاصه هفتم: سوالات کاهش، افزایش



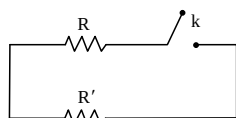
برای پاسخگویی به سؤالات این قسمت توجه به چند نکته‌ی زیر حائز اهمیت است:

۷-۱ تغییرات مقاومت معادل (R_T)

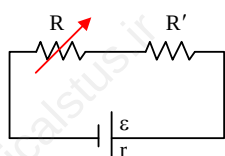


در هر دو شکل با افزایش R مقدار R_T زیاد می‌شود و بالعکس

نکته: از دو شکل بالا نتیجه می‌گیریم اگر مقاومتی هر کجای مدار و به هر صورتی که بسته شده باشد را زیاد کنیم R_T هم زیاد می‌شود و اگر کم کنیم R_T کاهش می‌یابد.



اگر با بستن کلید k شاخه موازی به مدار اضافه شود مقدار R_T کم می‌شود



۷-۲ تغییرات ولتاژ و سر مقاومت
 R زیاد $\leftarrow R_T$ زیاد $\leftarrow$ طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{r + R_T}$ مقدار جریان کم می‌شود $\leftarrow$ تأثیر مقاومت نسبت به جریان بیش‌تر است

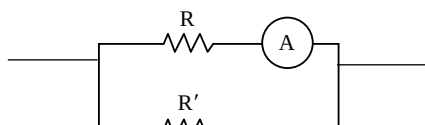
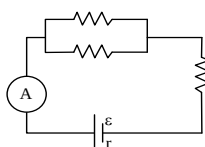
$\leftarrow$ پس طبق رابطه $V = IR$ دو سر مقاومت می‌نویسیم:

$$V = IR$$

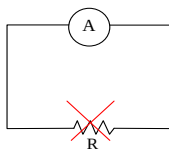
۷-۳ انواع آمپرسنج:

الف) آمپرسنج حلقه: این آمپرسنج در حلقه اصلی مدار است و جریان تولیدی مولد (کل) را طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$

نشان می‌دهد مثل آمپرسنج شکل مقابل

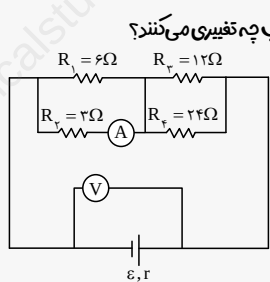


ب) آمپرسنج شاخه: این مدل از آمپرسنج در حلقه‌ی اصلی نیست و در یکی از شاخه‌های مدار قرار می‌گیرد و فقط جریان گذرنده از همان شاخه را نشان می‌دهد مثل آمپرسنج شکل مقابل که فقط جریان گذرنده از مقاومت R را نشان می‌دهد که این عدد طبق تکنیک تقسیم جریان که در خلاصه قبل به آن پرداختیم به دست می‌آید.



تذکره: اگر آمپرمنج با قسمتی از مدار بسته شود باعث حذف آن قسمت از مدار می شود

برای درک بیشتر: شب بردیم سراغ آخرین مبحث این فصل مهم. بچه ها در این فصل با سوالات کاهش، افزایشی مواجه هستیم که برای پاسخگویی به این دسته سوالات علاوه بر مطالب خلاصه بالا تسلط به مطالب خلاصه ای بسیار کاربر اهمیت است چون غالب سوالات با خلاصه ای ترکیب میشه. بردم واسه ی فهم عمیق تر، سوالات زیر رو هم برر می کنیم و دیدگاه پرونده فصل جریان الکتریکی رو بیندیم. آماده اید؟؟

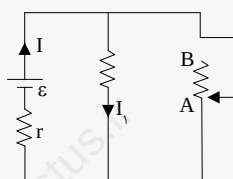


Q25 ? در مدار زیر، اگر به جای مقاومت ۴ اهمی، مقاومت ۶ اهمی قرار دهیم، اعدادی که آمپرمنج ولت منج نشان می دهند، به ترتیب چه تغییری می کنند؟

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow \text{جریان کل مدار کم می شود} \Rightarrow R_T \text{ زیاد} \Rightarrow R_T \text{ زیاد}$$

چون ولت منج به موازات باتری بسته شده $V = \varepsilon - Ir$ ← ε و r ثابت ← عدد ولت منج زیاد می شود

چون آمپرمنج جریان شانه R_T را نشان می دهد لذا با افزایش مقاومت در این شانه جریان گذرنده از آن کم شده و آمپرمنج عدد کمتری را نشان می دهد.



Q26 ? در مدار شکل زیر اگر لغزنده رنوستا از A به B بیاید آنگاه به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) جریان I چگونه تغییر می کند؟

با تغییر لغزنده از A به B ← مقاومت رنوستا زیاد می شود ← R_T زیاد می شود و طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ جریان کل مدار کاهش می یابد

ب) جریان I' کاهش می یابد یا افزایش؟

حال چون مقاومت رنوستا زیاد شده از شانه ای رنوستا جریان کمتری عبور می کند پس به هنگام تقسیم جریان از شانه موازی آن جریان بیش تری می گذرد و I' زیاد می شود

ج) ولتاژ دوسر رنوستا و توان تلف شده در باتری چگونه تغییر می کند؟

چون تأثیر R بیش تر از I است پس ولتاژ دوسر رنوستا زیاد می شود $V_{رنوستا} = IR$ ← $\frac{R}{I}$ زیاد

توان تلف شده کاهش می یابد $P_{تلف} = rI^2$ ← $\frac{r}{I}$ ثابت



فصل ۳ فیزیک یازدهم / دو یاسه تست در کنکور

مغناطیس والقا

خلاصه اول

- راستای نیروی وارد بر ذره باردار

$$\vec{F} \perp \vec{B}, \vec{F} \perp \vec{V} \leftarrow$$

- جهت نیروی وارد بر ذره باردار با استفاده از قانون دست راست متوجه می شویم.

$$\rightarrow \text{اندازه نیرو } F = qVB \sin \alpha$$

خلاصه دوم

- راستای نیروی وارد بر سیم حامل جریان

$$\vec{F} \perp \vec{B}, \vec{F} \perp \vec{I} \leftarrow$$

- جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان با استفاده از قانون دست راست

$$\leftarrow \text{اندازه نیرو } F = BIl \sin \alpha$$

خلاصه سوم

- تعیین جهت میدان اطراف سیم و حلقه
- میدان سیم حامل جریان درونسو یا برونسو
- بررسی قطبها در پیچه مسطح
- نیرو بین دو سیم حامل جریان

خلاصه چهارم

- انواع سیملوله و بررسی قطبهای آن

- میدان سیملوله

$$\rightarrow B = \frac{\mu_0 NI}{l}$$

$$\rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{D}$$



فصل ۳ فیزیک یازدهم / دو یاسه تست در کنکور

مغناطیس والقا

خلاصه پنجم

- مفهوم شار مغناطیسی
- رابطه محاسبه شار مغناطیسی $\phi = BA \cos \alpha$
- حلقه موازی میدان باشد $\phi = 0$
- تغییرات شار $\phi_{\max} = BA$ ← حلقه عمود بر میدان باشد

خلاصه ششم

- قانون فارادی و محاسبه نیروی محرکه القایی $\epsilon = \frac{-N\Delta\phi}{\Delta t}$
- $$\Delta\phi \begin{cases} \Delta\phi = (\Delta B)A \cos \alpha \\ \Delta\phi = B(\Delta A) \cos \alpha \\ \Delta\phi = BA(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \end{cases}$$
- جریان و بار القایی
 - $I_{\text{القایی}} = \frac{-N\Delta\phi}{R(\Delta t)}$
 - $q_{\text{القایی}} = \frac{-N\Delta\phi}{R}$
- نمودار $\phi - t$
- جهت جریان القایی در قاب U شکل

خلاصه هشتم

- تعریف جریان تناوبی
- روابط جریان تناوبی
 - $\phi = BA \cos(\frac{\gamma\pi}{T}t)$
 - $I = I_{\max} \sin(\frac{\gamma\pi}{T}t)$
 - $\epsilon = \epsilon_{\max} \sin(\frac{\gamma\pi}{T}t)$

خلاصه هفتم

- تعریف قانون لنز
- بررسی قانون لنز در چند شکل اصلی
- انرژی ذخیره شده در القاگر $u = \frac{1}{2}LI^2$



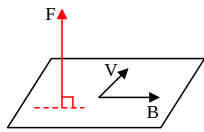
فصل هفتم: مغناطیس و القا

خلاصه اول: نیروی وارد به ذره باردار متحرک



می‌دانیم اگر ذره‌ی باردار متحرکی وارد میدان مغناطیسی شود آنگاه از طرف میدان برآن نیرو وارد می‌شود که در زیر می‌خواهیم راستا، جهت و اندازه آن را بررسی کنیم.

۱-۱ راستای نیرو



$$\vec{F} \perp \vec{B}$$

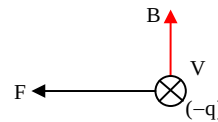
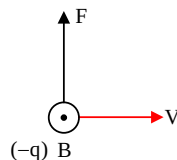
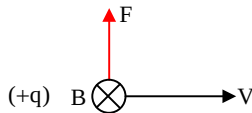
$$\vec{F} \perp \vec{V}$$

عمود بر صفحه‌ای است که دو بردار سرعت ($\vec{V}$) و میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) در آن قرار دارد

۱-۲ جهت نیرو

چهار انگشت دست را در جهت V قرار می‌دهیم به طوریکه کف دست به سمت B باشد آنگاه انگشت شست جهت F را نشان می‌دهد

$q > 0$ ← دست راست استفاده می‌شود
 $q < 0$ ← دست چپ استفاده می‌شود



۱-۳ اندازه نیرو

نیروی وارد به ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی طبق رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

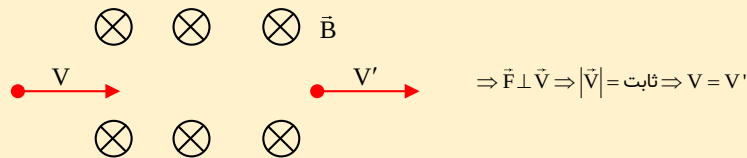
$$F = qVB \sin \alpha \rightarrow \vec{B} \text{ و } \vec{V} \text{ زاویه بین}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ذره موازی میدان حرکت کند} \Rightarrow \alpha = 0^\circ \Rightarrow F = 0 \\ \text{ذره عمود بر میدان حرکت کند} \Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow F_{\max} = qVB \end{array} \right.$$

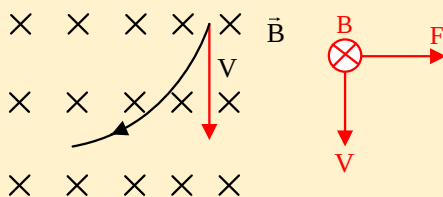
تندی ($\frac{m}{s}$)
 بار (C)



نکته ۱: چون در میدان مغناطیسی نیروی وارد از طرف میدان بر ذره باردار عمود است پس این نیرو نمی‌تواند اندازه سرعت ذره را تغییر دهد.



نکته ۲: برای تعیین علامت بار ذره‌ای که در شکل زیر مسیر حرکت آن در میدان مغناطیسی نشان داده شده است می‌بایست در ابتدای حرکت بر مسیر خطی مماس کرده که این خط همان ($\vec{V}$) سپس با قانون دست راست جهت F را به دست آوریم اگر جهت F به دست آمده با جهت حرکت ذره در میدان یکسان شد $q > 0$ و

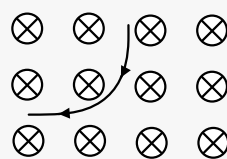


اگر یکسان نشد $q < 0$ است.

در مثال روبه رو چون جهت F با جهت حرکت یکسان نشد پس $q < 0$ است.

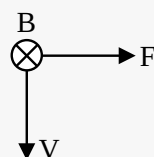
برای درک بیشتر: شب بچه‌ها در این خلاصه اولین فرمول فصل مغناطیس رو یاد گرفتین که شانس زیادی واسه سؤال داره. بریم چندتا سؤال مهم ارزش حل کنیم تا قدم اول رو در این فصل محکم برداریم. آماده این بچه‌ها؟؟؟

ذره باردار به جرم $1/7 \times 10^{-21} \text{ kg}$ مطابق شکل زیر در یک میدان مغناطیسی درون سوز به بزرگی 20 mT وارد شده و طبق شکل مسیری را در آن طی می‌کند. انرژی



جنبشی ذره در میدان $1/36 \times 10^{-16} \text{ J}$ باشد آنگاه: (اندازه بار ذره $3/4 \text{ nC}$ است)

الف) نوع بار ذره چیست؟



طبق شکل روبه رو چون مسیر حرکت ذره خلاف جهت F به دست آمده است پس $q < 0$ می‌شود



ب) سرعت خروج ذره از این میدان چند $\frac{m}{s}$ است؟

طبق رابطه انرژی جنبشی می نویسیم:

$$k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 1/36 \times 10^{-16} = \frac{1}{2}(1/7 \times 10^{-21})v^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2 \times 13/6 \times 10^{-17}}{1/7 \times 10^{-21}} \Rightarrow v^2 = 16 \times 10^4 \Rightarrow v = 400 \frac{m}{s}$$

مقدار پدیده دست آمده قندی ورودی ذره است که چون در میدان مغناطیسی قندی ثابت است قندی خروج هم همین مقدار می شود

ج) شتاب ذره در میدان مغناطیسی چقدر است؟

طبق قانون دوم نیوتن:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qVB}{m} = \frac{3/4 \times 10^{-1} (4 \times 10^2) (2 \times 10^{-2})}{1/7 \times 10^{-21}} = 16 \times 10^{12} \frac{m}{s^2}$$



نکته: در تعدادی از سؤالات این مبحث ممکن است ذره ی بار داری وارد میدان مغناطیسی شود و توسط نیروی وزن یا میدان الکتریکی تعادل بگیرد که در زیر روش حل آن ها را توضیح داده ایم:

الف) حفظ تعادل توسط نیروی وزن $F_B = mg \Rightarrow qVB = mg$

در اکثر سؤالات این قسمت $\alpha = 90^\circ$ و $\sin \alpha = 1$ است $\Rightarrow$

ب) حفظ تعادل توسط نیروی میدان الکتریکی $F_B = F_E \Rightarrow qVB = Eq \Rightarrow E = VB$

برای درک بیشتر: سؤالات حفظ تعادل ذره در میدان مغناطیسی از نظر کتاب درسی هم پوشیده نبوده و سؤالاتی از این در کتاب داریم، جالبه توی کنکور هم سؤال داشتیم، پس

همه ی این اتفاق ها به مامیگه برید نمونه سؤالات رو کار کنید که احتمال سؤل خیلی زیاده آماده اید؟؟

؟ Q_2 ذره ای به جرم 5 kg که دارای بار $50 \mu C$ است، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت زمین، با سرعت $2/5 \times 10^3 \frac{m}{s}$ راستای افقی از جنوب به شمال پرتاب می شود.

جهت حرکت و اندازه میدان، چقدر می تواند باشد تا ذره در مسیر مستقیم به حرکت خود ادامه دهد؟

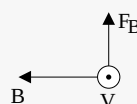
آذر ذره در مسیر مستقیم حرکت کند یعنی برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است و چون mg رو به پایین است پس F_B رو به بالا است و می نویسیم:

$$F_B = mg \Rightarrow qVB = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{qV} = \frac{(5 \times 10^{-3}) \times 10}{50 \times 10^{-6} \times 2/5 \times 10^3} = 0/4 T$$

حرکت ذره به سمت چپ

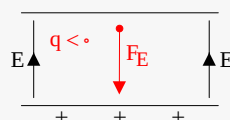
دقت کنید شمال افقی همان جهت درون و جنوب افقی همان جهت درون است

؟ Q_3 مطابق شکل زیر، الکترونی با سرعتی به بزرگی $2 \times 10^5 \frac{m}{s}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $40 G$ و میدان الکتریکی یکنواخت E بدون انحراف به حرکت خود ادامه می دهد. E در کدام است؟ (از جرم الکترون صرف نظر کنید)



با استفاده از قانون دست راست درمی یابیم که جهت F_B رو به بالا است

حال چون حرکت ذره در حضور میدان های E و B بدون انحراف است یعنی F_E خلاف جهت F_B پس F_E رو به پایین است و می توان نوشت:



از طرفی چون برآیند نیروهای وارد بر ذره صفر است می نویسیم:

$$F_E = F_B \Rightarrow Eq = qVB \Rightarrow E = VB = 2 \times 10^5 (40 \times 10^{-3}) = 800 \frac{N}{C}$$



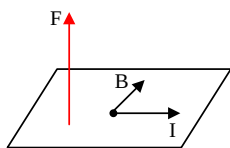
خلاصه دوم: نیروی وارد بر سیم حامل جریان



اگر یک سیم جریان الکتریکی داخل میدان مغناطیسی قرار بگیرد بر آن نیرو وارد می شود در واقع «تمام موارد این خلاصه همانند خلاصه اول است با این تفاوت که قبلاً

ذره داخل میدان بود و ما بردار سرعت ($\vec{V}$) داشتیم و الان سیم داخل میدان است و ما به جای آن جریان (I) داریم»

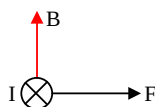
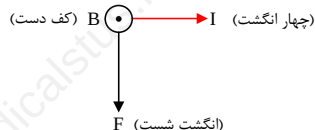
۲-۱ **راستای نیرو:** همانند خلاصه قبل عمود بر صفحه ای است که دو بردار میدان ($\vec{B}$) و جریان ($\vec{I}$) در آن قرار دارد



$$\vec{F} \perp \vec{I} \quad \vec{F} \perp \vec{B} \quad I \text{ جریان سیم در میدان است}$$

۲-۲ **جهت نیرو:**

با استفاده از قانون دست راست داریم:



۲-۳ **اندازه نیرو:** برای محاسبه ی نیروی وارد از طرف میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان می توانیم از رابطه زیر استفاده کنیم:

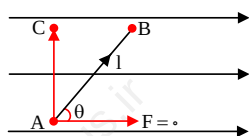
$$F = BIl \sin \alpha \rightarrow \text{زاویه بین } B \text{ و } I$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 0^\circ \text{ یا } 180^\circ \Rightarrow F = 0 \text{ اگر سیم موازی میدان باشد} \\ \alpha = 90^\circ \Rightarrow F_{\max} = BIl \text{ اگر سیم عمود بر میدان باشد} \end{array} \right.$$

طول سیم

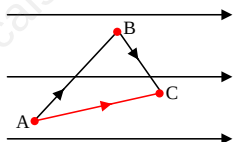
۲-۴ **نیروی وارد به سیم چند تکه:** اگر سیمی چند تکه در یک میدان مغناطیسی قرار بگیرد آنگاه برای محاسبه ی نیروی وارد بر آن می توانیم از دو روش زیر استفاده کنیم

الف) ابتدا سیم مورب را تجزیه کرده سپس قسمتی که موازی خطوط میدان است را حذف می کنیم چون $F = 0$ است و می نویسیم:



$$F_{AB} = F_{AC}$$

ب) نیروی وارد به مجموعه چند سیم با نیروی وارد به سیم برآیند برابر است:

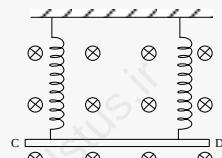


$$\vec{F}_{AB} + \vec{F}_{BC} = \vec{F}_{AC}$$

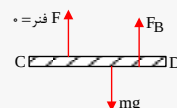
برای درک پیش تر: شب رسیدیم به دومین مبحث مغناطیس که اینم علاوه بر جهت نیرو، رابطه ای هم در اون می خونیم. با وجود شباهت زیاد بین مطالب این خلاصه و خلاصه

قبل اما تپ سوالش کمی متفاوت هست و ما در مثال های زیر قصد داریم تمام اون رو با هم بررسی کنیم:

۴ **Q۴** مطابق شکل زیر، میله CD به جرم ۱۰ گرم و طول ۸ سانتی متر به دو فنر مشابه آویخته شده و در یک میدان مغناطیسی یکنواخت که اندازه آن ۰/۴ تسلا است، به صورت



افقی قرار دارد. از میله جریان چند آمپر در چه جهتی عبور کند تا از طرف میله به فنر ها نیرویی وارد نشود؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



ابتدا تمام نیروهای وارد بر میله را مطابق شکل زیر رسم می کنیم:

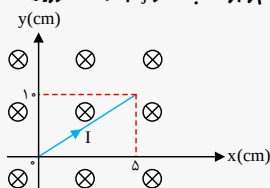
دقت کنید چون میله هم چنان افقی است لذا تعادل دارد و با توجه به آن که ($F_{\text{فنر}} = 0$) است پس جهت F_B باید رو به بالا باشد تا جبران نیروی mg را بشود می نویسیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{F}_B \uparrow \\ \vec{I} \rightarrow \\ \vec{B} \otimes \end{array} \Rightarrow \text{جهت جریان روی میله از C به D} \right.$$

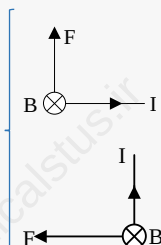
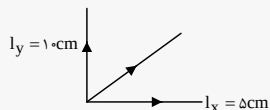
$$F_B = mg \Rightarrow BIl = mg \Rightarrow I = \frac{mg}{Bl} = \frac{0.01 \times 10}{0.4 \times 0.08} = 3.125 \text{ A}$$



Q6 در شکل زیر سیم AB در صفحه xoy و در میدان مغناطیسی به بزرگی T قرار دارد و حامل جریان I است. نیروی وارد به سیم را بر حسب $\vec{i}$ و $\vec{j}$ به دست آورید.

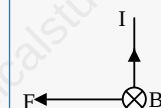


ابتدا سیم داده شده در سؤال را مطابق شکل زیر تقسیم کرده تا دو سیم افقی و قائم به دست آید سپس جهت و اندازه نیروی وارد به هر یک را جداگانه بررسی می‌کنیم:



$$F = BIl_x = 2 \times 4 \times \frac{5}{100} = 0.4 \text{ N}$$

جهت F رو به بالاست



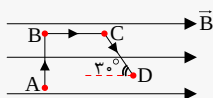
$$F = BIl_y = 2 \times 4 \times \frac{1}{100} = 0.08 \text{ N}$$

جهت F به سمت چپ است

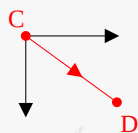
$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} = [-0.08 \vec{i} + 0.4 \vec{j}]$$

در نهایت بردار نیروی کل وارد به سیم چنین می‌شود:

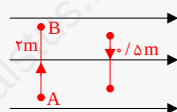
Q1 در شکل مقابل سیمی چندگانه حامل جریان $2A$ در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $10G$ که جهت آن به سمت راست است، قرار دارد. نیروی وارد به کل قطعه‌ای ABCD چند نیوتن و در چه جهتی است؟ ($AB = 2m$, $BC = CD = 1m$)



ابتدای دانیم ($F_{BC} = 0$) است چون موازی خطوط میدان می‌باشد سپس سیم CD را تقسیم کرده مؤلفه‌های آن را حساب می‌کنیم



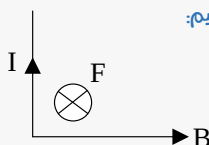
$$\begin{cases} F = 0 \Rightarrow \text{سیم موازی میدان} \\ \text{طول سیم قائم} = CD \sin 30^\circ = 1 \left(\frac{1}{2} \right) = 0.5 \text{ m} \end{cases}$$



سپس سیم‌های باقی‌مانده در میدان مطابق شکل زیر می‌شود که با برآیندگیری از آن‌ها نیروی وارد به کل قطعه معاینه می‌شود:

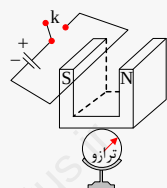
$$F_{\text{کل}} = BIl = (10 \times 10^{-4})(2)(2 + 0.5) = 3 \times 10^{-3} \text{ N}$$

در نهایت چون طول سیم حامل جریان رو به بالا بیش تر است جریان کل به سمت بالاست لذا برای تعیین جهت نیرو وارد به کل قطعه می‌نویسیم:



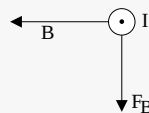
(خالص F در روش است)

Q7 در شکل مقابل سیمی به طول $2m$ و حامل جریان $10A$ در میدان مغناطیسی آهنربایی به بزرگی $50G$ قرار گرفته است با بستن کلید عددی که قرار نشان می‌دهد چند نیوتن می‌شود؟ (جرم آهنربا $30gr$ است)

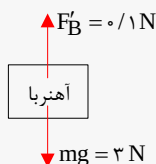


با توجه به قطب‌های باقی‌مانده از بستن کلید جهت جریان در سیم بین دو قطب آهنربا بررسی می‌شود که اندازه جهت نیروی وارد بر آن از طرف آهنربا چنین به دست می‌آید:

$$F_B = BIl = (50 \times 10^{-4})(10)(2) = 0.1 \text{ N}$$



حال می‌دانیم طبق قانون سوم نیوتن چون آهنربا به سیم نیرو وارد می‌کند لذا در واکنش، سیم نیز به آهنربا همان نیرو ($F'_B = 0.1 \text{ N}$) ولی به سمت خلاف (بالا) وارد می‌کند



$$mg - F'_B = 2.9 \text{ N}$$

برآیند نیروهای وارد به آهنربا = عدد ترازو

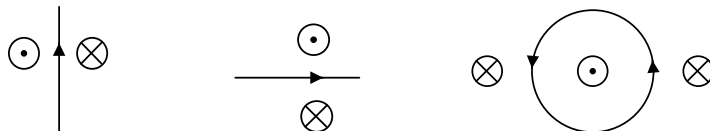


خلاصه سوم: میدان مغناطیسی ناشی از سیم حامل جریان و پیچه سطح



۳-۱ تعیین جهت میدان

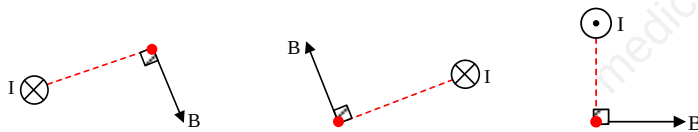
می دانیم اطراف یک سیم یا حلقه حامل جریان میدان مغناطیسی به وجود می آید که برای تعیین جهت آن انگشت شست دست راست را در جهت جریان روی حلقه یا سیم قرار می دهیم آنگاه چرخش چهار انگشت، جهت میدان مغناطیسی در نقطه ی مورد نظر را نشان می دهد



۳-۲ میدان سیم اگر جریان آن درون سو یا برون سو باشد: در روش دیگر برای یافتن جهت میدان مغناطیسی اطراف سیم حامل جریان درون سو یا برون سو می توانیم بگوئیم:

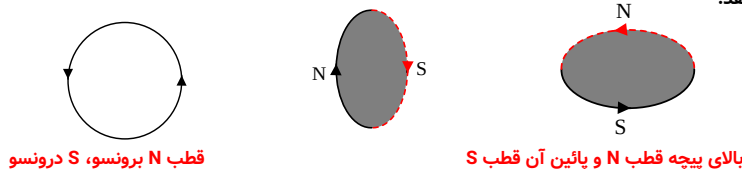
(الف) ابتدا از سیم به نقطه مورد نظر خطی وصل می کنیم. (ب) میدان بر این خط واصل عمود است.

(ج) در نهایت چهار انگشت دست راست را در جهت جریان قرار می دهیم به طوریکه کف دستمان به سمت نقطه ی مورد نظر باشد آنگاه انگشت شست جهت میدان (B) را نشان می دهد.



۳-۳ بررسی قطب ها در پیچه سطح

در اثر عبور جریان از پیچه مسطح آهنربا به وجود می آید که برای تعیین قطب های آن می بایست چهار انگشت دست راست را در جهت جریان روی حلقه قرار دهیم آنگاه انگشت شست جهت قطب N را نشان می دهد.



قطب N برون سو، S درون سو

بالای پیچه قطب N و پائین آن قطب S

۳-۴ نیروی بین دو سیم حامل جریان

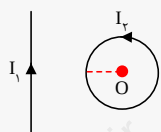
دو سیم حامل جریان الکتریکی اگر کنار هم قرار گیرند بهم نیرو وارد می کنند که اگر دو سیم حامل جریان هم سو باشد نیروی بین آن ها جاذبه و اگر ناهم سو باشد، نیروی

بین آنها دافعه است



برای درک پیش تر: در این مبث ابتدا به شما داوطلبان عزیز سوالاتی داده می شود که صرفاً تعیین جهت ها مطرح است اما با وجود آن که در این قسمت فرمولی نداریم اما سوالاتی عددی وجود دارد که این تپ سوالات با مباحث دو خلاصه قبل قابل ترکیب است. برچین سراغ حل چندتا از این سوالاتی فتن:

Q۸؟ اگر در شکل زیر میدان حاصل از سیم و حلقه در نقطه ی O به تقریب $40G$ و $60G$ باشد آنگاه میدان مغناطیسی خالص در این نقطه چقدر و در چه جهتی است؟

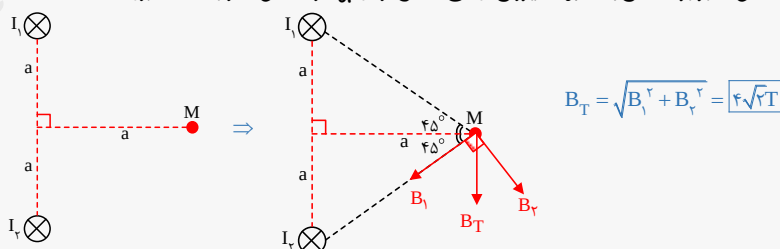


با استفاده از قانون دست راست و مطالب این خلاصه درمی یابیم که میدان مغناطیسی حاصل از سیم درون سو و حاصل از حلقه برون سو است و چون $B_{\text{سیم}} > B_{\text{حلقه}}$ است پس

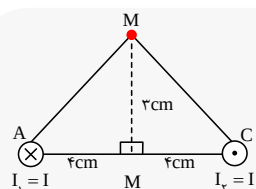
$$B_T = B_{\text{سیم}} - B_{\text{حلقه}} = 60G - 40G = 20G$$

میدان خالص در نقطه ی O برون سو است و می توان نوشت:

Q۹؟ در شکل زیر میدان مغناطیسی حاصل از هر سیم در نقطه ی M برابر $4T$ می باشد. جهت و بزرگی میدان خالص از سیم ها در نقطه ی M را به دست آورید.



$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 4\sqrt{2}T$$



در شکل زیر زاویه بین بردارهای میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌ها در نقطه‌ی M چند درجه است؟ (sin 53° = 0.8) Q11 ?

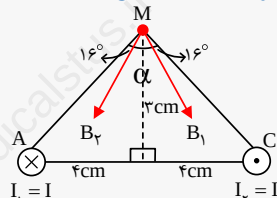
$$MA = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ cm}$$

می‌دانیم $MA = MC$ است و طبق رابطه‌ی فیثاغورس 5 cm می‌شود:

$$\sin \theta = \frac{4}{5} = 0.8 \Rightarrow \theta = 53^\circ \Rightarrow \text{زاویه‌ی راس مثلث} = 2 \times 53^\circ = 106^\circ$$

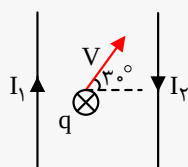
می‌پس به معاصمی زاویه θ در شکل می‌پردازیم:

در نهایت بردار میدان حاصل از هر سیم در نقطه‌ی M را رسم می‌کنیم. توجه کنید بردارهای پاره خط‌های MA و MC و بردارهای پاره خط‌های BA و CA در جهت پاره خط‌های BA و CA و در جهت پاره خط‌های MA و MC قرار نمی‌گیرند چون زاویه هر میدان با خط واصل بیش از 90 درجه می‌شود و مطابق شکل زیر است؟



$$\alpha = 106^\circ - 2(16^\circ) = 74^\circ$$

در شکل روبرو زاویه‌ی باردار $q = 4 \mu\text{C}$ که با سرعت $5 \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ وارد فضای بین دو سیم حامل جریان می‌شود. اگر میدان مغناطیسی حاصل از جریان‌های I_1 و I_2 در

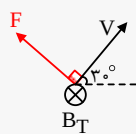
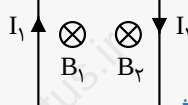


محل ورود بار به ترتیب 40 G و 10 G باشد چه زاویه‌ی نیروی وارد می‌شود؟

با استفاده از قانون دست راست میدان حاصل از هر دو جریان I_1 و I_2 در محل بار در دست راست می‌نویسیم:

$$B_T = B_1 + B_2 = 40 + 10 = 50 \text{ G}$$

میدان خالص در محل بار در دست راست



$$F = qvB_T \sin \alpha = 4 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^6 \times 50 \times 10^{-3} \times \sin 90^\circ = 0.1 \text{ N}$$

دقت کنید زاویه 90 درجه زاویه بین بردار سرعت و خط افقی است و بردار α نمی‌باشد چون میدان مغناطیسی بر صفحه کاغذ عمود می‌باشد.

مطبق شکل زیر دو سیم حامل جریان که طول هر یک 4 m است روی هم قرار گرفته اند و نیروی وارد از طرف سیم‌ها به صورت $\vec{F}_{12} = (2 \times 10^{-4} \text{ j}) \text{ N}$ است. Q10 ?

$$2A = I_1$$

$$I_2 = 5A$$

آنگاه

الف) جهت جریان در سیم‌ها را تعیین کنید

چون $\vec{F}_{12}$ بر حسب $(\vec{j})$ است لذا به طرف بالا است پس از نوع باز به است و جریان دو سیم هم جهت می‌باشد و نتیجه می‌گیریم I_2

هم به طرف راست است

$$F_{12} = B_1 I_2 l \Rightarrow B_1 = \frac{F_{12}}{I_2 l} = \frac{2 \times 10^{-4}}{5 \times 4} = 10^{-5} \text{ T}$$

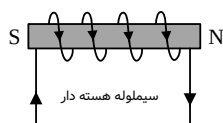
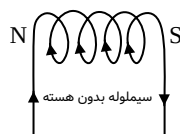
ب) میدان حاصل از سیم‌ها در محل سیم‌ها چند تسلا است؟

خلاصه چهارم : میدان مغناطیسی سیم‌لوله



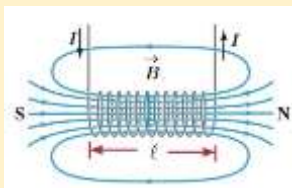
انواع سیم‌لوله - قطب‌های آن

اگر سیم درازی را به صورت حلقه‌های فنر (مارپیچ) درآورده و از آن جریان الکتریکی عبور دهیم سیم‌لوله به دست می‌آید. داخل سیم‌لوله میدان مغناطیسی به وجود می‌آید که اگر چهار انگشت دست راست را در جهت جریان روی حلقه‌های سیم‌لوله قرار دهیم انگشت شست جهت قطب N میدان را نشان می‌دهد.





نکته: داخل سیملوله خطوط میدان یکنواخت و جهت آن‌ها از قطب S به N است. در ضمن چون خطوط میدان داخل سیملوله نسبت به خارج آن بهم نزدیکتر است لذا میدان درونی سیملوله بزرگتر از میدان خارج آن است.



محاسبه میدان داخل سیملوله

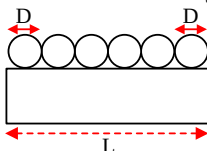
الف) اگر تعداد حلقه‌های سیملوله معلوم باشد:

تعداد حلقه $\rightarrow$ $B = \frac{\mu_0 NI}{l}$ $\rightarrow$ طول سیملوله

جریان سیملوله $\rightarrow$ $\left\{ \begin{array}{l} \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A} \text{ ضریب تراوانی مغناطیسی خلا} \\ N = \frac{l'}{2\pi r} \quad l' = \text{طول سیم} \quad r = \text{شعاع سیملوله} \end{array} \right.$

ب) اگر قطر سیم معلوم باشد:

در صورتی که مطابق شکل روبه‌رو حلقه‌های سیملوله بدون فاصله کنار هم چیده شده باشد آنگاه برای محاسبه میدان آن می‌توان نوشت:



$$L = ND \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{D}$$

قطر سیم‌ها

برای درک پیش‌تر: تجربه سال‌های قبل اینو ثابت کرده برای حل مسائل سیملوله استفاده روابط بالا کافی است و چندان سؤال پیچیده‌ای از آن نداریم. البته ممکن است در

بعضی از موارد با روابط جریان که در فصل قبل آموختیم ترکیب شود که در زیر به بررسی این قیپ مسائل مهم می‌پردازیم:

Q13 با استفاده از سیمی به طول ۸m سیم‌لوله‌ای درست می‌کنیم که شعاع طقه‌های آن ۱cm است. اگر طول سیم‌لوله ۲۰cm و جریان عبوری از آن ۵A باشد، میدان مغناطیسی درون آن چند گوس است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$)

اینجا با استفاده از طول سیم داده شده تعداد طقه‌های سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$N = \frac{l'}{2\pi r} = \frac{8}{2\pi \times (1 \times 10^{-2})} = \frac{400}{\pi}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{400}{\pi} \times 5}{0.2} = 40 \times 10^{-4} T = 40 G$$

میس طبق رابطه‌ی ($B = \frac{\mu_0 NI}{l}$) میدان درون سیملوله را محاسبه می‌کنیم:

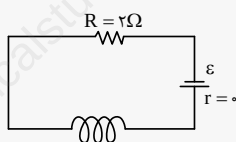
Q14 از سیم رسانایی به قطر ۲mm، سیملوله‌ای ساخته‌ایم که طقه‌هایش کاملاً به هم چسبیده است و از آن جریان ۵A عبور می‌دهیم. اندازه‌ی میدان مغناطیسی

یکنواخت درون سیملوله و به دور از لبه‌های آن چند گوس است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$)

$$B = \frac{\mu_0 I}{D} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2 \times 10^{-3}} = \pi \times 10^{-3} T = (10\pi) G$$

چون طقه‌های سیملوله بهم چسبیده هستند لذا طبق رابطه‌ی زیر میدان داخل آن را به دست می‌آوریم:

Q15 در شکل زیر، توان مصرفی مقاومت R برابر ۸W است. اگر سیملوله در هر متره ۳۰ دور طقه داشته باشد میدان مغناطیسی داخل سیملوله و روی محور آن چند تسلا است؟



$$P = RI^2 \Rightarrow 8 = 2I^2 \Rightarrow I = 2A$$

اینجا با استفاده از رابطه‌ی $P = RI^2$ می‌توان جریان تولیدی مولد رو به دست می‌آوریم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 30 \times 2}{1} = 24\pi \times 10^{-6} T$$

در آخر با استفاده از رابطه‌ی میدان سیملوله می‌نویسیم:



خلاصه پنجم: شار مغناطیسی



۵-۱ مفهوم شار: تعداد خطوط میدان گذرنده از سطح حلقه (پیچه)، کمیت نرده‌ای و واحد آن وبر (Wb) است.

مترمربع $\times$ تسلا = وبر : نکته

۵-۲ رابطه محاسبه $\phi = BA \cos \alpha$:
مساحت
میدان
شار

$$\alpha \begin{cases} \text{زاویه بین خط عمود بر حلقه با خطوط میدان} \\ \text{متمم زاویه خود (سطح) حلقه با خطوط میدان} \end{cases}$$

۵-۳ تغییرات شار

$$\begin{cases} \phi_{\min} = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow \text{خود حلقه با میدان زاویه صفر می‌سازد} \Rightarrow \text{اگر حلقه موازی میدان باشد} \\ \phi_{\max} = BA \Rightarrow \alpha = 0^\circ \Rightarrow \text{خود حلقه با میدان زاویه } 90^\circ \text{ درجه می‌سازد} \Rightarrow \text{اگر حلقه عمود بر میدان باشد} \end{cases}$$

برای درک بیشتر: مبدا شار شروع قسمت القا و پیش نیاز تمام قسمت‌های آن است. بیش تر مباحث آن با استفاده دیگر مباحث القا ترکیب می‌شود و مؤال اختصاصی فقط از خود این مبدا خیلی کم دیده شده در کتاب. با این حال ماتیپ‌های مهم مؤالاش روجل می‌کنیم تا ابتدای القا رو قدرت استارت بزنیم:

۵-۴ بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B} = 0.3\vec{i} + 0.4\vec{j}$ است و طبقه‌ای به مساحت 200 cm^2 که سطح آن موازی محور x و عمود بر محور y است، در این میدان قرار دارد. بزرگی میدان مغناطیسی در آن محیط و شار مغناطیسی عبوری از طبقه در SI از راست به چپ کدام اند؟

برای معامبهی بزرگی میدان مغناطیسی می‌توان نوشت: $|\vec{B}| = \sqrt{(0.3)^2 + (0.4)^2} = 0.5 \text{ T}$

$$\phi = BA = 0.5 \times (200 \times 10^{-4}) = 8 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

از طرفی چون طبقه موازی محور x است لذا ضرب آدر معامبهی شار بی تأثیر است و می‌نویسیم:

۵-۵ سیمی به طول ۵ متر را به صورت یک پیچه‌ی مسطح که ۵۰ دور طبقه دارد، در می‌آوریم و آن را در یک میدان مغناطیسی یکنواخت طوری قرار می‌دهیم که سطح پیچه با خط‌های میدان زاویه‌ی 53° درجه بسازد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی برابر با 0.4 تسلا باشد، شار مغناطیسی عبوری از پیچه چقدر است؟ $(\pi = 3.14, \cos 53^\circ = 0.6)$

ابتدا توسط طول سیم و تعداد طبقه‌های داده شده شعاع پیچه را به دست می‌آوریم:

$$l = N(2\pi r) \Rightarrow r = \frac{l}{N(2\pi)} = \frac{5}{200 \times (2 \times 3.14)} = \frac{1}{250} \text{ m}$$

$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{1}{250}\right)^2 = \frac{3}{40000} \text{ m}^2$$

از طرفی چون سطح پیچه با میدان زاویه 53° درجه می‌سازد لذا $\alpha = 37^\circ$ می‌شود و برای معامبهی شار می‌نویسیم:

$$\phi = BA \cos \alpha = 0.4 \times \left(\frac{3}{40000}\right) \times \cos 37^\circ = \frac{3}{100000} \times \frac{4}{5} = 0.024 \text{ wb}$$

خلاصه ششم: قانون فارادی/نیروی محرکه و جریان القائی



۶-۱ قانون فارادی

بیان می‌کند نیروی محرکه‌ی القائی برابر است با آهنگ تغییرات شار مغناطیسی پس می‌توان نوشت:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \quad \text{اگر پیچه } N \text{ حلقه داشته باشد}$$

$$\Delta \phi = (\Delta B) A \cos \alpha$$

اگر میدان مغناطیسی تغییر کند

$$\Delta \phi = B(\Delta A) \cos \alpha$$

اگر مساحت پیچه تغییر کند

$$\Delta \phi = BA(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)$$

اگر زاویه تغییر کند

۶-۲ جریان و بار القائی

طبق قانون اهم یعنی $I = \frac{V}{R}$ می‌توان نوشت:

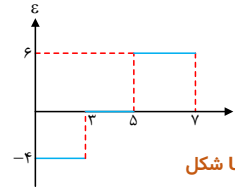
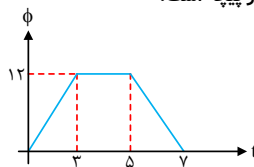
$$۱) I_{\text{القائی}} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-N \Delta \phi}{R \Delta t}$$

$$۲) I_{\text{القائی}}(t) = \frac{-N \Delta \phi}{R}$$



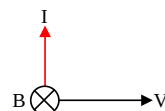
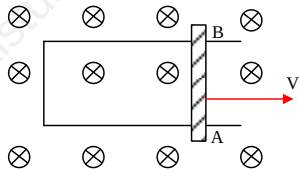
۶-۳ نمودار $\phi - t$

طبق رابطه $\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ در می یابیم که شیب نمودار شار - زمان برابر با قریب نیروی محرکه‌ی القایی در پیچه است.



۶-۴ جهت جریان القایی در قاب U شکل

برای تعیین جهت جریان القایی در قاب روبه‌رو باید چهار انگشت دست راست را طوری در جهت بردار سرعت ($\vec{V}$) قرار دهیم که کف دستان به سمت میدان ($\vec{B}$) باشد آنگاه انگشت شست جهت جریان القایی در میله متحرک را نشان می‌دهد.



جریان در میله از A به B است.

برای درک بیشتر: مباحث این خلاصه بسیار شانس اومدن قوی امتحانات و کنکور روداره چون هم خودش از مباحث اصلی القاست هم قابلیت ترکیب با سایر قسمت‌های دیگر این فصل روداره اما مؤالاش از قیپ‌های مطرح شده که در زیر مطرح کردیم، خارج نیست پس بچیدم اونارو با هم حل کنیم تا تسلطمون روی مهم‌ترین خلاصه این فصل هم به ۱۰۰٪ برسه آماده اید؟؟

۱) تعداد طبقه‌های یک پیچه ۱۰۰۰ مساحت هر طبقه‌ی آن 50 cm^2 است. اگر این پیچه را در میدان مغناطیسی 0.4 T قرار دهیم آنگاه مطلوبست تعیین موارد زیر: (مقاومت الکتریکی پیچه 10Ω است)

الف) معامبه‌ی فیرویی معرکه‌ی القایی اگر پیچه در مدت 0.1 s از میدان خارج شود؟

خروج از میدان باعث تغییر مساحت آن از $A_1 = 50 \text{ cm}^2$ به $A_2 = 0$ می‌شود پس می‌نویسیم:

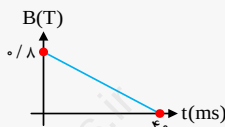
$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -NB \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right) = -10 \times 0.4 \left(\frac{0 - 50 \times 10^{-4}}{0.1} \right) = 20 \text{ V}$$

ب) معامبه‌ی جریان القایی در پیچه اگر در مدت 0.2 s جهت میدان مغناطیسی خلاف جهت اولیه شود؟

در این حالت میدان از $B_1 = +0.4 \text{ T}$ به $B_2 = -0.4 \text{ T}$ می‌رسم پس می‌نویسیم:

$$I = \frac{-N \Delta\phi}{R \Delta t} = \frac{-NA}{R} \times \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{-10 \times 50 \times 10^{-4}}{10} \times \frac{-0.4 - 0.4}{0.2} = \frac{-5 \times -0.8}{0.2} = 20 \text{ A}$$

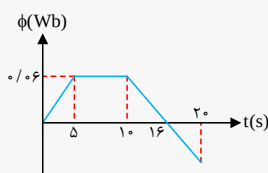
۲) پیچه‌ای دارای ۵۰۰ طبقه که مساحت هر طبقه‌ی آن 40 cm^2 است دارای مقاومت الکتریکی 2Ω می‌باشد و به طور عمود بر میدان مغناطیسی قرار گرفته و نمودار تغییرات میدان آن بر حسب زمان مطابق شکل زیر می‌باشد. بار الکتریکی القا شده در پیچه در بازه‌ی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 40 \text{ ms}$ چند میلی‌کولن است؟



طبق نمودار بالا اندازه میدان مغناطیسی از 0.8 T به صفر در حال تغییر و طبق رابطه بار القا شده در پیچه می‌توانیم بنویسیم:

$$q = \frac{-N \Delta\phi}{R} = \frac{-NA}{R} (\Delta B) = \frac{-500 \times 40 \times 10^{-4}}{2} (-0.8) = 80 \text{ mC}$$

۳) نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک طبقه در حسب زمان مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی فیرویی معرکه‌ی القایی متوسط در طبقه در بازه‌ی زمانی ۰ تا ۲ ثانیه چند میلی‌ولت است؟



اندازه فیرویی معرکه‌ی القایی برابر شیب خط نمودار $\phi - t$ است پس می‌نویسیم:

$$\varepsilon_{1 \rightarrow 2} = \text{شیب قسمت سوم نمودار} = \frac{0 - 0.6}{1} = -0.6 \text{ V} = 60 \text{ mV}$$



دقت شود چون نمودار خطی است شیب آن در بازه $(10S, 20S)$ برابر با $(10S, 16S)$ می باشد و ما به دلیل اطلاعات مسئله شیب را در همان بازه $(10S, 16S)$

معاسبه کردیم

نمودار نیروی محرکه القایی بر حسب زمان را برای نمودار سؤال قبل رسم کنید.

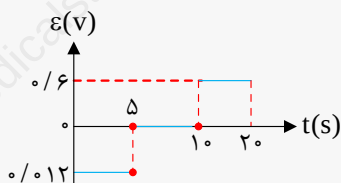
ابتدا با توجه به شیب نمودار $\phi - t$ مقدار نیروی محرکه القایی و علامت آن را در هر بازه تعیین می کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_{5 \rightarrow 10} = \frac{0.06}{5} = 0.012V \\ \text{شیب } \phi - t \text{ مثبت} \Rightarrow \varepsilon < 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_{10 \rightarrow 15} = \text{صفر} \\ \text{نمودار } \varepsilon - t \text{ افقی} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_{15 \rightarrow 20} = 0.01V \\ \text{شیب } \phi - t \text{ منفی} \Rightarrow \varepsilon > 0 \end{array} \right.$$

با توجه به مقادیر بالا نمودار $\varepsilon - t$ چنین می شود:



خلاصه هفتم: قانون لنز/انرژی ذخیره شده در القاگر



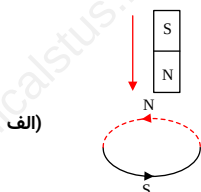
تعریف قانون لنز

این قانون برای تعیین جهت جریان القایی در پیچه است و بیان می کند جهت جریان القایی در پیچه همواره چنان است که با عامل تغییر شار مخالفت می کند به بیان ساده تر می توان گفت:

قانون لنز ← قانون لیبازی
چرا؟؟؟
اگر ϕ زیاد شود ← می گوید ϕ کم می شود
اگر ϕ کم شود ← می گوید ϕ زیاد شود

بررسی قانون لنز در چند شکل اصلی

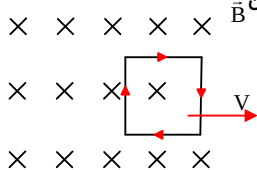
آهنربا به پیچه نزدیک می شود ← لنز می گوید باید دور شود ← بالای حلقه قطب N تشکیل می شود ← با توجه به قانون دست راست جریان القایی در پیچه پادساعتگرد می شود



(الف)

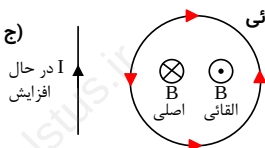
پیچه از میدان خارج می شود ← مساحت (A) کم شده ← ϕ کم می شود ← لنز می گوید ϕ زیاد شود ← میدان $\vec{B}$

(ب)



القایی هم جهت با میدان اصلی ← میدان القایی درونسو ← قانون دست راست
جریان القایی ساعتگرد می شود.

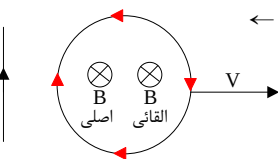
(ج)



I زیاد می شود ← ϕ زیاد شده ← لنز می گوید ϕ کم شود ← میدان القایی خلاف جهت میدان اصلی ← میدان القایی

درون حلقه برونسو ← جریان القایی پادساعتگرد می شود.

(د)



حلقه از سیم دور می شود ← ϕ کم شده ← لنز می گوید ϕ زیاد شود ← میدان القایی هم جهت با میدان اصلی ←

میدان القایی درونسو ← جریان القایی ساعتگرد

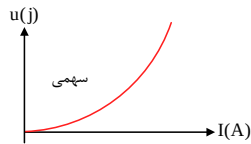


انرژی ذخیره شده در القاگر

برای محاسبه انرژی ذخیره شده در یک القاگر مثل سیمولوله از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم:

$$u = \frac{1}{2} LI^2$$

انرژی



(واحد آن هانری است) ضریب خودالقاوری $L =$

برای درک بیشتر: سوالات قانون لنتز غالباً در کنگور با سوالات خلاصه قبل ترکیب میشه اما سابقه‌ی سوالات اختصاصی در کنگور و هم مثل کنگور تجربی که ما داشتیم. این موارد رو به این ترتیب می‌رسوند که روی قانون لنتز خیلی تمرکز کنیم پس بریم انواع سوالات احتمالی رو با هم بررسی کنیم:



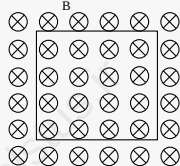
در شکل زیر اگر لغزنده‌ی رلومستار حال حرکت به سمت چپ باشد، جریان I چگونه تغییر می‌کند و جهت جریان القا می‌شود در طبق رابطه $\epsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ مقدار جریان I کم می‌شود

با کاهش I شار کم شده و قانون لنتز می‌گوید شار باید زیاد شود $\leftarrow B$ القا می‌شود و اصل هم جهت است

باقی به جریان I میدان اصلی حاصل از آن در طبقه جروسو پس B القا می‌شود و با استفاده از قانون دست راست درمی‌یابیم که جریان روی طبقه پادساعتگرد می‌شود

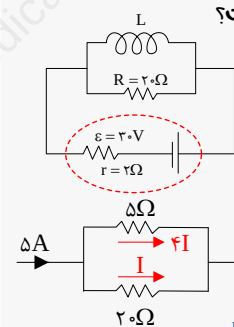
در شکل زیر طبقه‌ی رسانایی به مساحت $60 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$ عمود بر میدان مغناطیسی قرار دارد و میدان مغناطیسی درون تغییر جهت، در یک میلی ثانیه ۵۰ گوس کاهش می‌یابد. در این مدت، نیروی محرکه‌ی القا می‌شود در طبقه چند ولت است و جهت جریان القا می‌شود چگونه است؟

چون اندازه میدان مغناطیسی کم شده $\leftarrow \Phi$ کم شده و قانون لنتز می‌گوید Φ باید زیاد شود به همین علت B القا می‌شود و جهت B اصلی پس در طبقه می‌شود و با توجه به قانون دست راست درمی‌یابیم که جهت القا می‌شود در طبقه ساعتگرد در آفر برای معاصبه‌ی نیروی محرکه القا می‌نویسیم:



$$\epsilon = \frac{-\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{-A(\Delta B)}{\Delta t} = \frac{-60 \times 10^{-4} (-200 \times 10^{-4})}{10^{-3}} = 12 \text{ V}$$

در مدار مقابل، مقاومت اهمی سیمولوله L اهم و ضریب خودالقاوری آن 4 H است. انرژی ذخیره شده در این سیمولوله چند ژول است؟ چون مقاومت سیمولوله 5Ω و موازی مقاومت 20Ω است لذا ابتدا مقاومت معادل مدار و سپس جریان کل آن را به دست می‌آوریم:



$$R_T = \frac{20 \times 5}{20 + 5} = 4 \Omega$$

$$I = \frac{\epsilon}{R_T + r} = \frac{3}{4 + 2} = 0.5 \text{ A}$$

سپس جریان 5 A امپر را بین دو مقاومت به صورت زیر تقسیم می‌کنیم:

$$5 = 4I + I \Rightarrow I = 1 \text{ A} \Rightarrow \text{جریان سیمولوله} = 4 \text{ A}$$

$$u = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} (4) (4)^2 = 32 \text{ J}$$

در نهایت انرژی سیمولوله را به صورت زیر حساب می‌کنیم:

خلاصه هشتم: جریان متناوب



تعریف

با چرخش دائمی پیچه در میدان $\leftarrow$ زاویه‌ی بین پیچه و میدان دائماً تغییر کرده $\leftarrow$ زاویه‌ی α و در نتیجه مقدار Φ دائماً تغییر کرده $\leftarrow$ جریان القا می‌شود دائماً تغییر می‌کند که به آن جریان تناوبی گفته می‌شود.

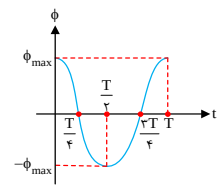
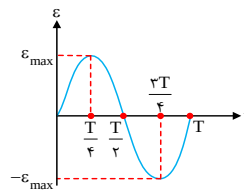
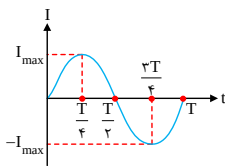
روابط جریان تناوبی

الف) $\Phi = BA \cos(\frac{\gamma \pi}{T} t)$ ب) $\epsilon = \epsilon_{\max} \sin(\frac{\gamma \pi}{T} t)$ ج) $I = I_{\max} \sin(\frac{\gamma \pi}{T} t)$

در روابط بالا T دوره‌ی چرخش پیچه در میدان و t زمان دوران است



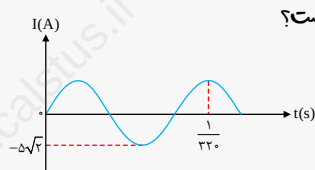
نمودارهای مهم



برای درک بیشتر: فب بردیم سراج آخرین مبحث فیزیک یازدهم. این مبحث سؤال اختصاصی به خودش داره و زیاد قابلیت ترکیب با قسمت های دیگه رو نداره. تقریباً جزو مباحث آموخته القاست و مسؤالی که داده میشه زیاد چالشی نیست. بردیم سراج چند نمونه از مسؤالی مهم و تکنوری طور این مبحث تا پرونده ی فیزیک یازدهم دیگه کامل و عالی بسته بشه:

Q۲۵ جریان متناوبی با دوره ی تناوب ۰.۰۲ میلی ثانیه که بیشینه ی مقدار آن برابر با ۱ A است، از رمانایی با مقاومت الکتریکی ۱۰ Ω می گذرد. اگر در لحظه ی t = ۰ هیچ جریانی از رمانا عبور نکند، در چه لحظه ای بر حسب ثانیه، اختلاف پتانسیل دوسر رمانا برای اولین بار برابر با ۵ V می شود؟
ابتدا بیشینه اختلاف پتانسیل دوسر پیچیه را حساب می کنیم:
 $\varepsilon_{\max} = I_{\max}(R) = 1 \times 10 = 10 \text{ V}$
مپس معادله ی فیرو مصرکه القایی دوسر پیچیه را بر حسب زمان می نویسیم:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow 5 = 10 \sin\left(\frac{2\pi}{0.02}t\right) \Rightarrow \frac{1}{2} = \sin(100\pi t) \Rightarrow \sin \frac{\pi}{6} = \sin(100\pi t) \Rightarrow \frac{\pi}{6} = 100\pi t \Rightarrow t = \frac{1}{600} \text{ s}$$



Q۲۶ نمودار تغییرات یک جریان متناوب سینوسی به صورت شکل زیر است، اندازه جریان در لحظه ۱/۳۲۰ ثانیه چند آمپر است؟
طبق نمودار ابتدا به معامبه ی دوره می پردازیم:

$$\frac{1}{320} = T + \frac{T}{4} = \frac{5T}{4} \Rightarrow T = \frac{1}{400} \text{ s}$$

مپس معادله ی جریان تناوبی بر حسب زمان را نوشته و به جای t عدد ۱/۳۲۰ را جایگذاری می کنیم:

$$I = I_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = 5\sqrt{2} \sin\left(\frac{2\pi}{1/400} \times \frac{1}{320}\right) = 5\sqrt{2} \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 5\sqrt{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 5 \text{ A}$$

فیزیک دوازدهم



فصل ۱ فیزیک دوازدهم / چهار تست در کنکور

حرکت شناسی

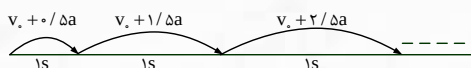
خلاصه ششم

معادله‌ی $x-t$ در حرکت شتاب ثابت $\leftarrow x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

خلاصه هفتم

کاربرد تصاعد در حرکت شتابدار

$$\Delta x = v_0 + (n-0/\Delta)a$$



خلاصه هشتم

معادله‌ی سرعت - زمان $\leftarrow V = at + V_0$

معادله‌ی دیگر برای سرعت متوسط $\leftarrow \bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2}$

خلاصه نهم

- کاربرد اول نمودار $V-t$ - محاسبه‌ی تندی متوسط
- کاربرد دوم نمودار $V-t$ - محاسبه‌ی سرعت متوسط
- در بازه‌های سخت $\bar{V}_{t_1 \rightarrow t_2} = V$ (وسط بازه)
- کاربرد سوم نمودار $V-t$ - پیاده کردن اطلاعات مسئله روی نمودار $V-t$

خلاصه دهم

معادله‌ی مستقل از زمان $\leftarrow V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x$

معادله‌ی مستقل از شتاب $\leftarrow \Delta x = \left(\frac{V + V_0}{2}\right)\Delta t$

تکنیک $\Delta x \equiv t^2$ خلاصه یازدهم

خلاصه اول

- بررسی نمودار مکان - زمان
- تعابیر هندسی نمودار $x-t$

$$\bar{V}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\bar{S}_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

- بررسی بردار مکان و جهت حرکت روی نمودار $x-t$

خلاصه دوم

- محاسبه‌ی جابه‌جایی از روی نمودار $V-t$
- رسم مسیر حرکت
- بررسی جهت حرکت از روی نمودار $V-t$
- بررسی نوع حرکت

خلاصه سوم

- مفهوم و محاسبه‌ی شتاب

$$\bar{a} = \frac{\Delta \bar{V}}{\Delta t} = \frac{\bar{V}_2 - \bar{V}_1}{\Delta t}, \quad \Delta V = \begin{cases} V_1 + V_2 \\ |V_1 - V_2| \\ \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \end{cases}$$

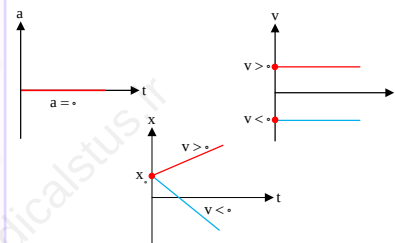
- بررسی شتاب روی نمودار $V-t$

خلاصه چهارم

- مساحت زیر نمودار $a-t$
- تبدیل نمودار $a-t$ به $V-t$

خلاصه پنجم

- معادله‌ی مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت $\leftarrow x = Vt + x_0$
- نمودارهای حرکت یکنواخت



- بررسی حرکت نسبی دو متحرک
- نسبی V نسبی t $\leftarrow \begin{cases} V_1 + V_2 \\ V_1 - V_2 \end{cases}$



فصل هشتم: حرکت شناسی

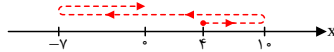
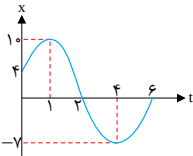
خلاصه اول: بررسی نمودار $x-t$



۱-۱) نمودار مکان - زمان متحرک نموداری است که محور قائم آن معرف مکان (x) و محور افقی آن معرف زمان (t) است از این نمودار می توان دریافت که متحرک در هر لحظه کجا قرار دارد و از روی آن می توان اطلاعات زیر را بدست آورد

(الف) ابتدا باید بدانیم نمودار $x-t$ باید تابع باشد، یعنی هر خط قائم نمودار را فقط در یک نقطه قطع کند.

(ب) رسم مسیر حرکت: این نمودار مسیر حرکت را نشان نمی دهد و مسیر حرکت به را باید با توجه به اعداد روی نمودار قائم (مکان) رسم کرد به مثال زیر دقت کنید:



(ج) بررسی انواع مبدأ } مبدأ مکان ← محور افقی است (محور زمان) ← در همه نمودارها ثابت است.
مبدأ حرکت همان شروع نمودار $x-t$ است ← در نمودارهای مختلف متفاوت است. مثلا در نمودار بالا $x=4$ مبدأ حرکت است

(د) محاسبه ی جابه جایی و مسافت

می دانیم جابه جایی طول پاره خطی است نقطه شروع حرکت را به نقطه پایانی آن وصل می کند و از تفاضل مکان نهایی و اولیه متحرک به دست می آید ($\Delta x = x_p - x_1$) اما مسافت طی شده همان جمع طول قست ها مختلف مسیر است .

برای درک بیشتر:

مثلا برای محاسبه ی جابه جایی و مسافت در نمودار زیر در کل زمان حرکت می نویسیم:

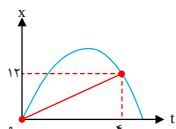
$$\text{جابه جایی: } \begin{cases} x_1 = 4m \\ x_p = 0 \end{cases} \Rightarrow \Delta x = -4m$$

مسافت: $\Delta s = 4 + 1 + 7 + 7 = 30m$

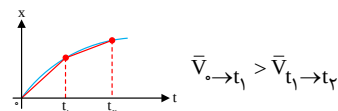
۱-۲) تعبیر هندسی نمودار $x-t$:

$$\left. \begin{aligned} \bar{V} > 0 &\rightarrow \text{حرکت در جهت محور } x \\ \bar{V} < 0 &\rightarrow \text{حرکت خلاف جهت محور } x \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \bar{V} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\text{جابه جایی}}{\text{زمان}} \rightarrow \text{کمیت برداری} \\ \bar{s} &= \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} \rightarrow \text{کمیت نرده ای} \end{aligned}$$

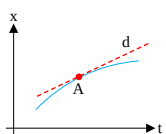
(ب) سرعت متوسط: برابر است با شیب خطی که دو نقطه از نمودار $x-t$ متحرک را به هم وصل می کند.



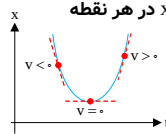
$$\text{شیب خط واصل} \bar{V}_{0 \rightarrow 4} = \frac{12}{4} = 3 \frac{m}{s}$$



$$\bar{V}_{0 \rightarrow t_1} > \bar{V}_{t_1 \rightarrow t_2}$$



$$\text{شیب خط } d = v_A$$



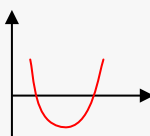
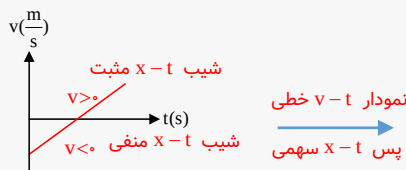
(ج) سرعت لحظه ای: برابر است با شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ در هر نقطه

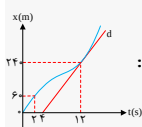
نکته: اگر علامت سرعت ها در نظر گرفته نشود آنگاه به مقدار سرعت، تند می گویند. (تندی همان اندازه سرعت است)

نکته: درجه نمودار $v-t$ همواره ۱ واحد از درجه نمودار $x-t$ کمتر است

برای درک بیشتر:

مثلا اگر نمودار $v-t$ متعرجی مطابق شکل زیر باشد نمودار $x-t$ آن چنین می شود:





در مثالی دیگر برای معامبه قندی در لحظه $t = 12s$ در نمودار مقابل ابتدا در این لحظه خطی بر $x - t$ مماس می‌کنیم (خط d) و می‌نویسیم:

$$v(12) = x - t \text{ شیب مماس بر } = \frac{24 - 0}{12 - 0} = 2 \frac{m}{s}$$

برای درک بیشتر:

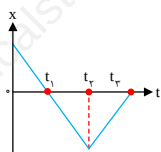


۱-۳ بررسی بردار مکان و جهت حرکت

(الف) جهت بردار مکان یعنی علامت x $\left. \begin{array}{l} \leftarrow x > 0 \text{ بردار مکان در جهت محور } x \text{ (مثبت)} \\ \leftarrow x < 0 \text{ بردار مکان خلاف جهت محور } x \text{ (منفی)} \end{array} \right\}$

(ب) جهت حرکت $\left. \begin{array}{l} \leftarrow x - t \text{ صعودی باشد (بالا رود)} \\ \leftarrow x - t \text{ نزولی باشد (پائین آید)} \end{array} \right\}$ حرکت در جهت محور x حرکت خلاف جهت محور x

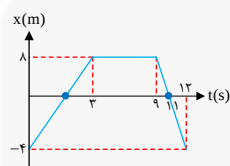
مثلاً در نمودار زیر در تعیین جهت حرکت و بردار مکان می‌توانیم بنویسیم:



بردار مکان مثبت، حرکت خلاف جهت محور x : $(0, t_1)$

بردار مکان منفی، حرکت خلاف جهت محور x : (t_1, t_2)

بردار مکان منفی، حرکت در جهت محور x : (t_2, t_3)



با توجه به نمودار $x - t$ رویه رویه سوالات خواسته شده پاسخ می‌دهیم:

(الف) سرعت متحرک در $t = 2s$

$$V(2) = V_{0 \rightarrow 2} = \frac{12}{2} = 6 \frac{m}{s}$$

(ب) چند ثانیه بردار مکان متحرک منفی و در حال نزدیک شدن به مبدأ مکان است؟ $\Delta t = 1s$ بازه $(0, 1s)$

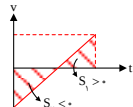
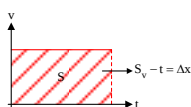
(ج) معامبه قندی متوسط متحرک هنگامی که بردار مکان آن در جهت محور x است؟

$$\bar{V}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1 + 0 + 1}{1 + 1} = 1 \frac{m}{s}$$

(د) معامبه قندی سرعت متوسط متحرک از $t = 1s$ تا لحظه ای که برای دومین بار شروع به حرکت کرده است؟
می‌دانیم متحرک اولین بار در لحظه $t = 0$ و دومین بار در لحظه $t = 9s$ شروع به حرکت کرده است پس:

$$\bar{V}_{1 \rightarrow 9} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1 - 0}{9 - 1} = 1 \frac{m}{s}$$

خلاصه دوم: بررسی نمودار $v - t$



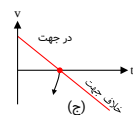
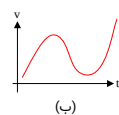
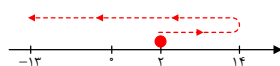
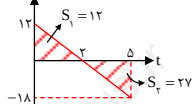
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{مساحت} = S_1 + |S_2| \\ \text{جابجایی} = S_1 - |S_2| \end{array} \right.$$

(۲-۱) محاسبه جابجایی از روی نمودار $x - t$

مساحت زیر نمودار $v - t$ متحرک برابر جابجایی آن است.

۲-۲ رسم مسیر حرکت

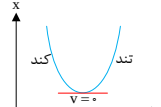
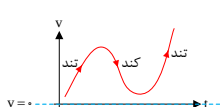
برای رسم مسیر حرکت ابتدا مساحت‌های زیر نمودار را پیدا می‌کنیم سپس قسمت‌های بالای محور t بیانگر حرکت در جهت محور x و قسمت‌های پائین بیانگر حرکت متحرک در خلاف جهت محور x است مثلاً در شکل زیر اگر متحرک از مکان $x_0 = 2m$ شروع به حرکت کرده باشد آنگاه:



(۲-۳) بررسی جهت حرکت $\left. \begin{array}{l} \leftarrow \text{اگر } v > 0 \text{ باشد} \\ \leftarrow \text{اگر } v < 0 \text{ باشد} \end{array} \right\}$ نمودار $v - t$ بالای محور زمان است حرکت در جهت محور x نمودار $v - t$ پائین محور زمان است حرکت خلاف جهت محور x

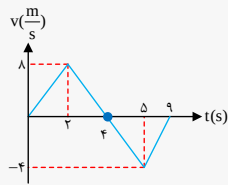
نکته: همانطور که در شکل (ج) مشاهده می‌کنید در لحظه تغییر جهت برای متحرک که روی خط راست حرکت می‌کند هم $v = 0$ است و هم علامت سرعت قبل و بعد از آن لحظه تغییر کرده است.

(۲-۴) بررسی نوع حرکت: ابتدا نقطه $v = 0$ را پیدا می‌کنیم اگر نمودار به آن نقطه نزدیک شود $\leftarrow$ اندازه سرعت کم $\leftarrow$ حرکت کندشونده نمودار از آن نقطه دور شود $\leftarrow$ اندازه سرعت زیاد $\leftarrow$ حرکت تندشونده





برای درک بیشتر:



Q5: با توجه به نمودار سرعت-زمان رونده رونده سوالات زیر پاسخ می‌دهیم:

الف) قندی متوسط متحرک در مدتی که خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

متحرک در بازه‌ی (4s, 9s) خلاف جهت محور x حرکت می‌کند پس: $\bar{s}_{av} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\text{مساحت زیر نمودار در بازه}}{\Delta t} = \frac{(5 \times 4) \times \frac{1}{2}}{5} = \boxed{2 \frac{m}{s}}$

ب) در چه لحظه‌ای متحرک تغییر جهت می‌دهد؟ در لحظه‌ی t = 4s چون هم v = 0 است و هم علامت سرعت قبل و بعد از آن عوض شده است (دقت کنید در لحظه‌ی t = 9s سرعت صفر شده اما چون علامت سرعت عوض نشده لحظه‌ی تغییر جهت به حساب نمی‌آید)

ج) چند ثانیه حرکت متحرک تدرشونده است؟

در بازه‌های (0, 3s) و (4s, 5s) حرکت متحرک تدرشونده پس جمعاً ۳ ثانیه حرکت تدرشونده می‌شود

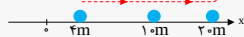
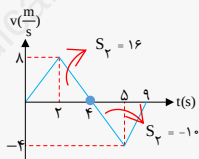
د) اگر متحرک از مکان x₀ = 4m حرکت خود را شروع کرده باشد بیشترین فاصله‌ی آن از مبدأ در کل زمان حرکت چند متر است؟

ابتدا مسافت زیر نمودار را در تمام بازه‌ها حساب می‌کنیم پس می‌دانیم:

این مسافت‌ها همان جابه‌جایی هستند که بر طبق آن مسیر چپین می‌شود:

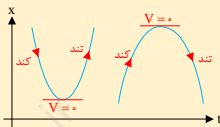
در لحظه‌ای که متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ هست مکان و سرعت آن چه رابطه‌ای با هم دارند؟

بردار سرعت و مکان در خلاف جهت هم هستند.



نکته: طبق نمودارهای روبه‌رو متوجه می‌شویم که اگر نمودار x-t متحرک سهمی باشد آنگاه:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{حرکت کندشونده} = (0, -\frac{b}{2a}) = (\text{رأس سهمی}, 0) \\ \text{حرکت تندشونده} = (-\frac{b}{2a}, \infty) = (\text{رأس سهمی}, \infty) \end{array} \right.$$



برای درک بیشتر:

Q6: برای فهم بیشتر شما از نکته‌ی بالا به عنوان مثال اگر معادله‌ی مکان-زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند به صورت x = -2t² + 12t + 9 باشد آنگاه:

حرکت متحرک کندشونده $\Rightarrow (0, 3s)$
 متحرک تندشونده $\Rightarrow (3s, \infty)$

$t_{\text{رأس}} = \frac{-12}{-4} = 3s$

خلاصه سوم: شتاب متحرک



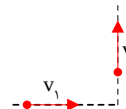
مفهوم و محاسبه شتاب: شتاب متوسط برابر است با نسبت تغییرات بردار سرعت به زمان پس: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{\Delta t}$



هم جهت $(\Delta V = V_2 - V_1)$

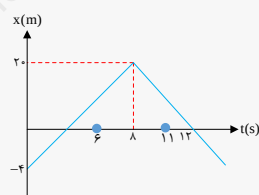


خلاف جهت $(\Delta V = V_2 + V_1)$



عمود بر هم $(\Delta V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2})$

برای درک بیشتر:



Q7: طبق نمودار مکان-زمان زیر شتاب متوسط متحرک در بازه‌ی (6s, 11s) چقدر به دست می‌آید:

$$\left\{ \begin{array}{l} V(6) = \text{شیب قسمت اول نمودار} = \frac{20}{6} = +3 \frac{m}{s} \\ V(11) = \text{شیب قسمت دوم نمودار} = \frac{-20}{5} = -4 \frac{m}{s} \end{array} \right. \quad \bar{a}_{6 \rightarrow 11} = \frac{V(11) - V(6)}{11 - 6} = \frac{-4 - 3}{5} = \boxed{-1.4 \frac{m}{s^2}}$$



نکته: می دانیم در مسیرهای منحنی بردار سرعت متحرک بر مسیر حرکت آن مماس است.

برای درک بیشتر:

Q۸؟ برای فهم بیشتر شما از نکته ی بالا دقت کنید اگر متحرکی با قندی ثابت $\frac{m}{s}$ در مدت ۲ ثانیه از نقطه ی A روی مسیر دایره ای شکل زیر به نقطه ی B یابید آنگاه شتاب متوسط متحرک از A تا B چقدر می شود:

چون $\vec{v}_A \perp \vec{v}_B \Rightarrow \Delta v = \sqrt{v_A^2 + v_B^2} = \sqrt{v^2 + v^2} = \sqrt{2}v = \sqrt{2} \frac{m}{s}$

$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\sqrt{2}v}{2} = \sqrt{2} \frac{m}{s^2}$

نکته: در توضیح پیش تر برای درک مفهوم شتاب به مثال زیر دقت کنید:

سرعت متحرک در هر ثانیه ۲ واحد کم می شود $\Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}$ اگر

سرعت متحرک در هر ثانیه ۴ واحد زیاد می شود $\Rightarrow a = +4 \frac{m}{s^2}$ اگر

برای درک بیشتر: به مثال زیر که یکی از سوالات کنکور به دقت توجه کنید:

Q۹؟ متحرکی روی محور x در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1 = 5s$ تا $t_2 = 10s$ در $-4 \hat{i}$ و در بازه زمانی $t_2 = 10s$ تا $t_3 = 12s$ برابر $2 \hat{i}$ است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1 = 5s$ تا $t_3 = 12s$ در SI کدام است؟

حل این سؤال با توجه به مفهوم شتاب هست پس می نویسیم:

$\bar{a}_{1 \rightarrow 2} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow -4 = \frac{\Delta v}{5} \Rightarrow \Delta v = -20 \frac{m}{s}$ $\bar{a}_{2 \rightarrow 3} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \frac{\Delta v}{2} \Rightarrow \Delta v = 4 \frac{m}{s}$

پس تغییرات سرعت به دست آمده را روی شکل زیر نوشته و شتاب در کل بازه زمانی را به دست می آوریم:

$\bar{a}_{کل} = \frac{(V-16) - V}{12-5} = \frac{-16}{7} \frac{m}{s^2}$

بررسی شتاب روی نمودار $v-t$

(الف) **شتاب متوسط:** برابر است با شیب خطی که دو نقطه از نمودار $v-t$ را بهم وصل می کند.

$\text{شیب خط واصل} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \bar{a}$

(ب) **شتاب لحظه ای:** برابر است با شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ در هر لحظه

شیب مماس بر $v-t$ متغیر

$a > 0$ $a = 0$ $a < 0$

ثابت و منفی = شیب $v-t$

$a = \text{شیب } d$

برای درک بیشتر:

Q۱۰؟ در شکل رویه روی یک نمودار مکان-زمان برای شمار رسم کرده ایم. با توجه به مطالب بالا درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را تعیین می کنیم:

(الف) در بازه ی t_1 تا t_2 شتاب حرکت ابتدا مثبت و سپس منفی است. نادرست - چون نمودار کلاکسه ای شکل است پس در این بازه شتاب همواره مثبت است.

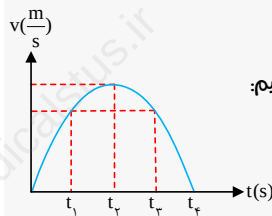


ب) در بازه t_1 بردار سرعت و شتاب متحرک در خلاف جهت اند.

درست - چون در بازه $(0, t_1)$ $\left. \begin{array}{l} \text{آر قطبی بر نمودار مماس کنیم شیب آن مثبت است} \leftarrow V > 0 \\ \text{نمودار دگرشی شکل است} \leftarrow a < 0 \end{array} \right\}$

ت) در کل حرکت یک بار جهت بردار شتاب تغییر می کند.

در لحظه t_p جهت شتاب عوض می شود $\left. \begin{array}{l} \text{قبل از } t_p \leftarrow a < 0 \\ \text{بعد از } t_p \leftarrow a > 0 \end{array} \right\}$



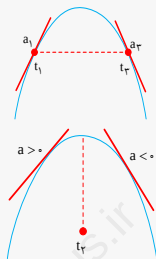
برای درک بیشتر: Q_{11} حالا قوی تمرین بعدی نمودار سرعت - زمان و استون آوردیم و می خواهم به کمک هم درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنیم:

۱) متحرک با شتاب متغیر همواره در جهت محور x در حال حرکت است.

درست $\left. \begin{array}{l} \text{چون شیب مماس بر } V-t \text{ متغیر} \leftarrow \text{شتاب هم متغیر} \\ \text{چون نمودار } V-t \text{ کلاً بالای محور زمانه} \leftarrow V > 0 \text{ و حرکت کلاً در جهت محور } x \end{array} \right\}$

۲) بردار شتاب جسم در لحظات t_1 و t_p ثابت نیست.

درست - چون لحظات t_1 و t_p نسبت به رأس مهمی متقارن است لذا اندازه شتاب در این لحظات برابر است اما چون علامت شتاب متفاوت است لذا بردارهای شتاب یکسان نیست.



۳) در لحظه t_p متحرک تغییر جهت نمی دهد و فقط جهت بردار شتاب تغییر می کند.

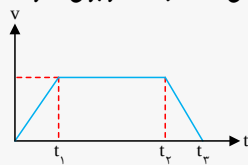
درست $\left. \begin{array}{l} \text{سرعت قبل و بعد از آن مثبت} \leftarrow \text{متحرک تغییر جهت نمی دهد} \\ \text{شتاب قبل از } t_p \text{ مثبت و بعد از آن منفی است.} \end{array} \right\}$

نکته: درجه نمودار $V-t$ یک واحد کمتر از $x-t$ (قبلاً هم اشاره کردیم) و درجه نمودار $a-t$ یک واحد کمتر از $V-t$ است یعنی:

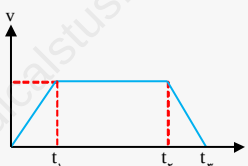
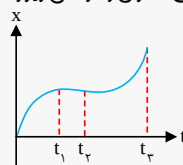
$a-t$ خط افقی (درجه صفر) است $\Rightarrow V-t$ خطی (درجه ۱) است $\Rightarrow$ اگر $x-t$ سهمی (درجه ۲) باشد

برای درک بیشتر:

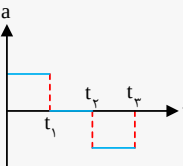
Q_{12} برای فهم بیشتر شما از نکته ی بالا نمودار سرعت - زمان متحرکی را در شکل زیر رسم کرده و می خواهم با توجه به نکته بالا نمودارهای $x-t$ و $a-t$ را برای متحرک رسم کنیم:



$x-t$ منحنی و درجه ۲ $\leftarrow$ شیب مماس بر $x-t$ معرف سرعت



$a-t$ خط افقی $\leftarrow$ شیب $V-t$ معرف شتاب



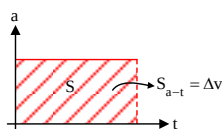
خلاصه چهارم: تبدیل نمودار $a-t$ به $v-t$

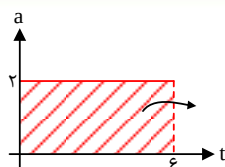
۴-۱ مساحت زیر نمودار $a-t$

طبق رابطه $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ می توان گفت مساحت زیر نمودار $a-t$ برابر تغییرات سرعت متحرک است.

سرعت زیاد می شود $\Rightarrow \Delta v > 0 \Rightarrow S > 0$

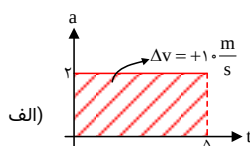
سرعت کم می شود $\Rightarrow \Delta v < 0 \Rightarrow S < 0$



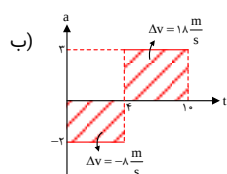
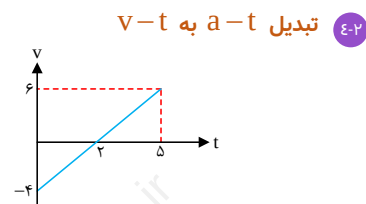


به طور مثال در شکل زیر اگر سرعت اولیه متحرک $V_0 = -4 \frac{m}{s}$ باشد آنگاه:

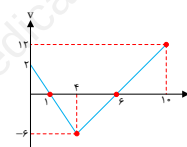
$$S = 12 \rightarrow \text{سرعت متحرک } 12 \frac{m}{s} \text{ زیاد می شود} \rightarrow (V_0 = -4 \frac{m}{s} \rightarrow V = 8 \frac{m}{s})$$



$$V_0 = -4 \frac{m}{s} \rightarrow$$



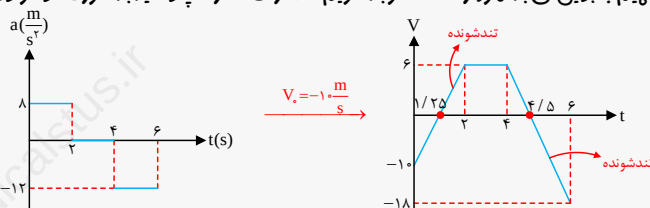
$$V_0 = 2 \frac{m}{s} \rightarrow$$



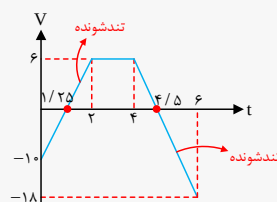
در هر یک از تبدیل نمودارهای بالا دقت کنید محل برخورد نمودار $v-t$ با محور افقی را با استفاده از شیب خط که همان شتاب متحرک است به دست می آوریم.

برای درک بیشتر:

در شکل زیر نمودار شتاب-زمان را برای شمارم رسم کرده ایم و می خواهیم با تبدیل آن به نمودار $v-t$ متوجه شویم مثلاً حرکت متحرک چند ثانیه به صورت تدریجی بوده است؟



$$V_0 = -10 \frac{m}{s} \rightarrow$$



در کل در بازه های $(0, 2)$ و $(4, 6)$ حرکت تدریجی بوده است که جمعاً $2/25$ ثانیه می شود.

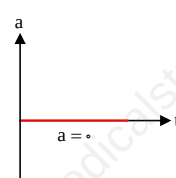
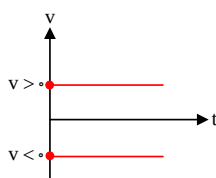
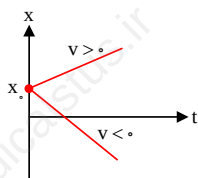
خلاصه پنجم: حرکت با سرعت ثابت

معادله $x-t$ در حرکت با سرعت ثابت

حرکتی است که در آن بردار سرعت (اندازه و جهت سرعت) ثابت است پس سرعت متوسط با سرعت لحظه ای در این حرکت برابر است.

مکان نهایی

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{x - x_0}{t} \Rightarrow x = vt + x_0 \rightarrow \text{مکان اولیه}$$



نمودارهای حرکت یکنواخت



برای درک بیشتر: حالا یک مثال از حرکت بکنواخت وامتون حل می کنیم که کاربرد مطالب بالا در سوالات روهتر متوجه بشی:

الف) متحرکی با سرعت ثابت روی محور x در حال حرکت است و در دو ثانیه ی ششم حرکت خود $-6m$ جابه جایی شود اگر متحرک در آغاز این بازه زمانی از مکان $x = -12m$ بگذرد، معادله مکان - زمان این متحرک در I کدام است؟

که مقدار این همواره ثابت است $\Rightarrow V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-6m}{2} = -3 \frac{m}{s}$

دو ثانیه ششم $\begin{cases} t_1 = 10s \\ t_2 = 12s \end{cases}$

حال با توجه به گفته سوال می دانیم متحرک در آغاز این بازه یعنی در لحظه ی $t = 10s$ در مکان $x = -12m$ بوده است پس:

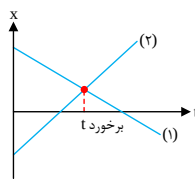
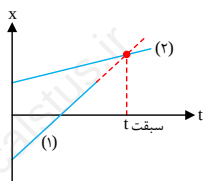
$$-12 = -3 \cdot 10 + x_0 \Rightarrow x_0 = 18m \Rightarrow x = -3t + 18$$

ب) انواع نمودارها را برای حرکت بالا رسم کنید.

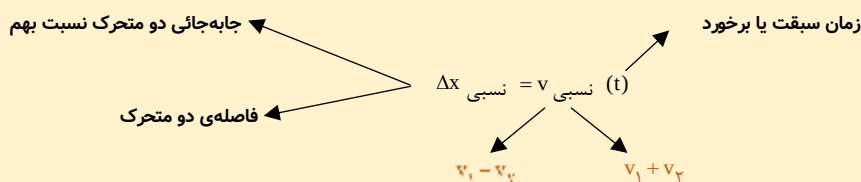


۵-۳ حرکت نسبی دو متحرک

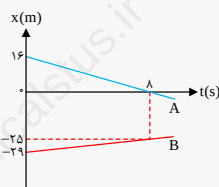
هنگامی که دو متحرک بر روی محور x ها حرکت می کنند یا ممکن است از هم سبقت بگیرند یا در لحظه ای بهم برخورد کنند که در زیر به بررسی نمودار $x-t$ و سرعت آن ها نسبت بهم پرداخته ایم:



نکته: برای حل مسائل دو متحرک می توانیم از رابطه حرکت نسبی به صورت زیر استفاده کنیم:



برای درک بیشتر: حرکت نسبی در حل مسائل تکنور خیلی میتونه مفیدتر از راه حل های کتاب باشه که در زیر برای فهم بیشتر شما یک مثال از اون حل کردیم. فقط توجه کنید در امتحان نهایی باید از همون روش کتاب استفاده کنید که ما هر دو روش رو در زیر توضیح دادیم.



اگر نمودار مکان - زمان دو متحرک مطابق شکل زیر باشد می خواهیم تعیین کنیم در چه زمان و مکانی دو متحرک به یکدیگر می رسند.

روش اول - امتحان نهایی:

معادله ی سرعت ها - مرتبه ی اول

$$\begin{cases} V_A = \frac{-16}{18} = -\frac{8}{9} \frac{m}{s} \\ V_B = \frac{4}{18} = \frac{2}{9} \frac{m}{s} \end{cases}$$

نوشتن معادله ی $x-t$ مرتبه ی دوم:

$$\begin{cases} x_A = -\frac{8}{9}t + 16 \\ x_B = \frac{2}{9}t - 29 \end{cases}$$

در مرتبه ی سوم معادله ی $x_A = x_B$ را حل کرده تا لحظه ی بهم رسیدن متحرک ها به دست آید:

$$x_A = x_B \Rightarrow -\frac{8}{9}t + 16 = \frac{2}{9}t - 29 \Rightarrow 45 = 2t \Rightarrow t = 18s$$

$$x_A = -\frac{8}{9} \cdot 18 + 16 = -20m$$

در آخر t به دست آمده را در یکی از معادله ها جایگذاری کرده تا مکان بهم رسیدن دو متحرک به دست آید.



روش دوم - حرکت نسبی

با توجه به علامت شیب نمودارها متوجه می شویم که حرکت دو متحرک خلاف جهت یکدیگر است پس:

$$V_{\text{نسبی}} = |V_A| + |V_B| = 2/5 \frac{m}{s}$$

$$\Delta x_{\text{نسبی}} = V_{\text{نسبی}} t \Rightarrow 16 + 29 = 2/5 t \Rightarrow t = \frac{45}{2/5} = 11.25$$

در نهایت با جایگذاری $t = 11.25$ در یکی از معادله های جایگذاری کرده و مکان هم رسیدن مجدداً همان $x = -20m$ بدست می آید.

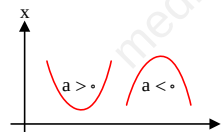
خلاصه ششم: معادله ی $x-t$ در حرکت شتابدار

بررسی معادله ی $x-t$

اگر متحرکی به صورت شتابدار روی خط راست حرکت نماید آنگاه معادله ی $x-t$ آن چنین می شود:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

مکان اولیه سرعت اولیه شتاب ثابت مکان نهایی



برای درک بیشتر: از این جابه بعد وارد مباحث شتاب ثابت میشویم که هر سال حجم بیش تر سوالات از اینجا به بعد هست. بقیه فصل رو با تمرکز ۱۰۰٪ همراه ما پیش بیاین.

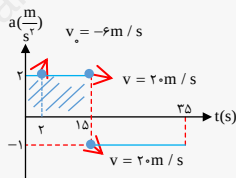
مسئله زیر که اتفاقاً یکی از مسائل های کنکور هم هست (تقریباً ۱۴) یک مثال خیلی عالی از کاربرد معادله ی $x-t$ در حرکت شتابدار است. خوب هوش دقت کنید:

نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه ای $t = 2s$ سرعت متحرک $\vec{v} = (-6 \frac{m}{s})\hat{i}$ و مکان متحرک

$\vec{x} = (-16m)\hat{i}$ باشد، مکان متحرک در لحظه ی $t = 3.5s$ چند متر است؟

شروع حرکت را لحظه ی $t = 2s$ در نظر می گیریم و معادله ی مکان - زمان را یک بار برای بازه ی $(2s, 1.5s)$ و بار دیگر برای بازه ی $(1.5s, 2.5s)$ می نویسیم. فقط قبل از این کار با

استفاده از مسافت زیر نمودار سرعت متحرک را در لحظه ی $t = 1.5s$ حساب می کنیم (در شکل نوشتیم)



$$\Delta x_{2 \rightarrow 1.5} = \frac{1}{2}(2)(169) + (-6)(13) = 91m$$

$$\Rightarrow x = -16 + (91 + 200) = 275m = X_{\text{نهایی}}$$

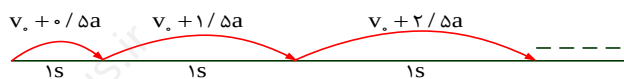
$$\Delta x_{1.5 \rightarrow 2.5} = \frac{1}{2}(-1)(400) + 20(20) = 200m$$

خلاصه هفتم: بررسی تصاعد در حرکت شتاب ثابت

با توجه به معادله ی $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ با جایگذاری زمان های مختلف می توان ثابت کرد که جابه جایی متحرک در ثانیه های n ام حرکت از رابطه ی

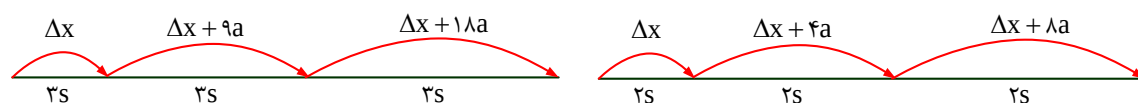
$$\Delta x = v_0 + (n-1)a$$

به دست می آید. پس جابه جایی متحرک در ثانیه های متوالی تشکیل یک دنباله ی (تصاعد) حسابی به صورت زیر می دهد:



$a =$ قدرنسبت تصاعد
جا به جایی در ثانیه های متوالی $\rightarrow 0/5a, 1/5a, 2/5a, \dots$ اگر $v_0 = 0$

تذکره مهم: در شکل بالا، طول بازه های زمانی یک ثانیه (1s) بود و اگر طول بازه های زمانی t ثانیه باشد، آنگاه قدرنسبت تصاعد at^2 می شود. مثلاً:



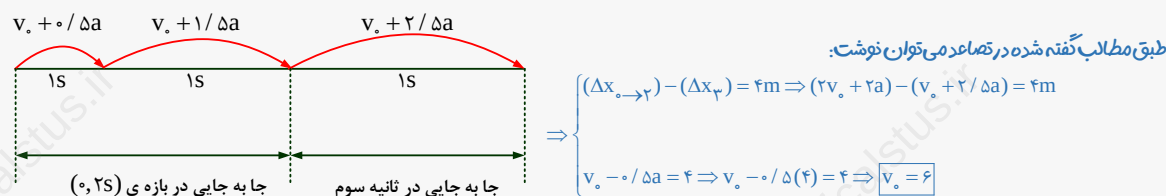
$$at^2 = 9a$$

$$at^2 = 4a$$

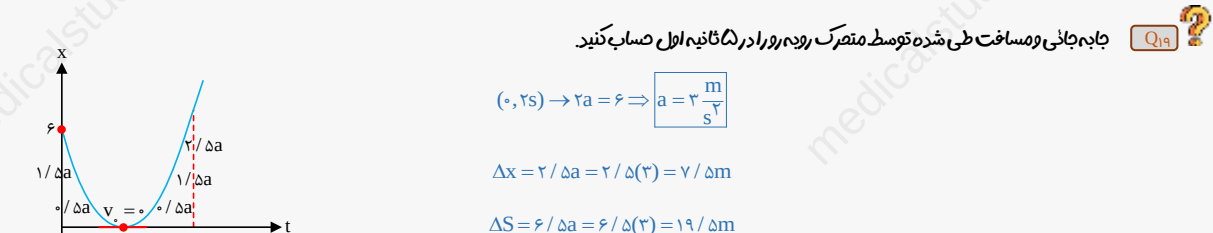
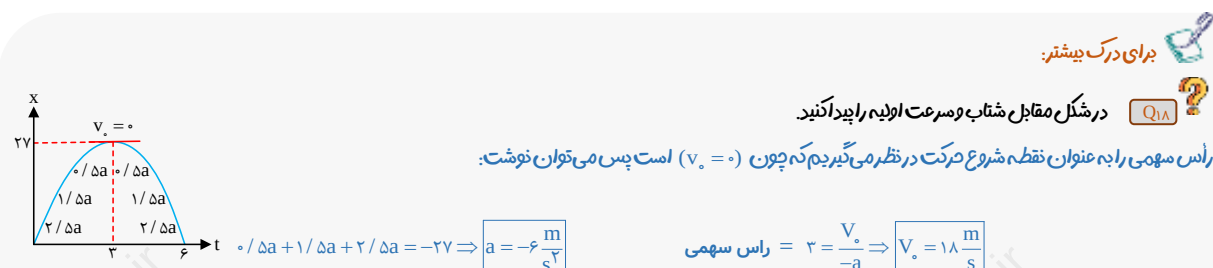


برای درک بیشتر: تصاعد از نکات بسیار مهم و کلیدی فصل حرکت شناسی و ما تقریباً هر سال شاهد طرح سؤال از آن در کنکور مسراسری هستیم. فقط دقت کنید در حل مسؤلات امتحان نهایی از تکنیک تصاعد استفاده نکنید. فب حالا بایم برای قسط پیش تر به مطالب بالا به مثال کنکور ریاضی ۱۴۰۱ آقو به کنیم:

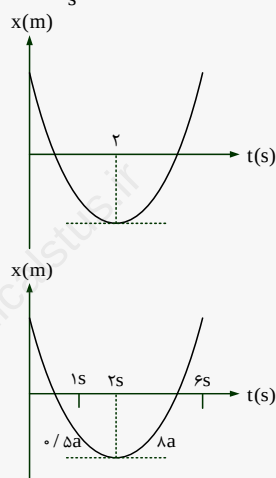
Q17 متحرکی با شتاب ثابت $a = 4 \frac{m}{s^2}$ در جهت محور x، در حرکت است. اگر مسافتی که این متحرک در فاصله ی زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 2s$ طی می کند، ۸ متر بیش تر از مسافتی باشد که در ثانیه سوم طی می کند، سرعت اولیه ی آن چند متر بر ثانیه است؟



۷-۲ می توانیم از مطالبی که در مبحث تصاعد آموختیم در حل مجهولات نمودار $x-t$ استفاده کنیم فقط دقت کنید در این مسائل رأس سهمی را به عنوان شروع حرکت در نظر می گیریم چون می توانیم $v_0 = 0$ در نظر بگیریم و حل مسئله راحت تر است.



Q20 نمودار مکان-زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می کند مطابق شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در بازه های $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 6s$ برابر $3 \frac{m}{s}$ باشد، برای حل مسؤلات، لطفاً $t_1 = 1s$ و $t_2 = 6s$ را به طور فرضی روی محور زمان در نظر می گیریم. پس چون رأس سهمی را به عنوان شروع حرکت در نظر گرفته ایم می نویسیم:





حال طبق گفته سؤال چون $\bar{v} = 3 \frac{m}{s}$ می‌توانیم بنویسیم:

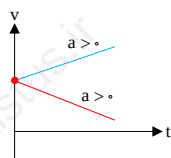
$$(v_s, \epsilon_s) \begin{cases} \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 3 = \frac{\lambda a - 0 / \Delta a}{\epsilon - 1} \Rightarrow 1 \Delta = v / \Delta a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2} \\ \Delta s = 0 / \Delta a + \lambda a = \lambda / \Delta a = \lambda / \Delta (3) = 17m \end{cases}$$

خلاصه هشتم: محاسبه ی تند ی متوسط (کاربرد اول v-t)



۸-۱ معادله ی سرعت - زمان

برای متحرکی که با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می کند معادله ی سرعت - زمان چنین است:



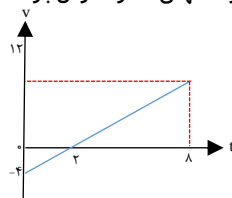
شیب = a

$$v = at + v_0$$

سرعت اولیه سرعت نهایی

۸-۲ معادله ی سرعت متوسط

اگر متحرکی با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم حرکت کند آنگاه سرعت متوسط آن در هر بازه ی زمانی برابر با میانگین سرعت اولیه و سرعت نهایی متحرک در آن بازه است



یعنی $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ به طور مثال در نمودار روبه رو می نویسیم:

$$\bar{v} = 3 \rightarrow 3 = \frac{(-4) + 12}{2} = 4 \frac{m}{s}$$

برای درک بیشتر: فرض کنید معادله ی سرعت - زمان متحرکی $v = -2t + 8$ است آنگاه به موارد خواسته شده پاسخ می‌دهیم:

الف) در چه لحظه ای سرعت متحرک سه برابر سرعت اولیه و خلاف جهت آن است؟

$$v = -2t + 8 \Rightarrow -24 = -2t + 8 \Rightarrow -32 = -2t \Rightarrow t = 16s$$

ب) سرعت متوسط متحرک در سه ثانیه دوم چند متر بر ثانیه است؟

$$\begin{cases} t_1 = 3s \Rightarrow v_1 = 2 \frac{m}{s} \\ t_2 = 6s \Rightarrow v_2 = -4 \frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow \bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{2 + (-4)}{2} = -1 \frac{m}{s}$$

سه ثانیه دوم

خلاصه نهم: کاربردهای نمودار v-t

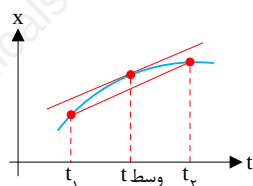


۹-۱ محاسبه مسافت و تند ی متوسط : یکی از کاربردهای مهم معادله و نمودار $v-t$ محاسبه ی مسافت طی شده توسط متحرک و یا محاسبه ی تند ی متوسط است که برای این کار باید مراحل زیر را انجام دهیم:

۱- تعیین معادله ی $v-t$ و رسم نمودار سرعت - زمان متحرک

۲- محاسبه ی مساحت زیر $v-t$ در بازه خواسته شده و جمع قدرمطلق مساحت‌ها

۹-۲ محاسبه ی سرعت متوسط در بازه‌های سخت : همانطور که در شکل مقابل می‌بینید شیب خط واصل در بازه ی (t_1, t_2) با شیب خط مماس در وسط این بازه برابر است یعنی:

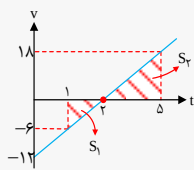


$$\bar{v}_{t_1 \rightarrow t_2} = v \text{ (وسط بازه)}$$

پس نتیجه مهم از مطالب بالا این است که اگر نمودار $x-t$ سهمی باشد آنگاه سرعت متوسط در هر بازه ی زمانی برابر با سرعت لحظه ای در وسط بازه است.



برای درک بیشتر:



Q21) فرض کنید معادله مکان-زمان متحرک در SI به صورت $x = 3t^2 - 12t + 9$ است. آنگاه به سؤالات زیر پاسخ می دهیم:

الف) مسافت طی شده توسط متحرک در بازه ی $(1s, 5s)$

ابتدا معادله ی سرعت-زمان متحرک را می نویسیم و سپس نمودار آن را رسم می کنیم:

$$V = 6t - 12$$

$$\Delta S = |S_1| + |S_2| = \left(\frac{1 \times 6}{2}\right) + \left(\frac{3 \times 18}{2}\right) = 30m$$

سپس با استفاده از مساحت زیر نمودار می نویسیم:

ب) سرعت متوسط متحرک در بازه ی $(2/2s, 2/1s)$ چقدر است؟

$$t_{\text{وسط}} = \frac{2/2 + 2/1}{2} = 2/5s$$

سپس طبق معادله ی سرعت-زمان قسمت قبل می نویسیم:

$$\bar{V} \text{ در بازه } V = \text{در وسط بازه } V = 6t - 12 = 6(2/5) - 12 = -\frac{3}{5} \frac{m}{s}$$

9-3) پیاده کردن اطلاعات مسئله روی نمودار $V-t$: در حل بسیاری از سؤالات می توانیم اطلاعات مسئله را بر روی نمودار $V-t$ پیاده کنیم فقط یادآوری چند نکته

حائز اهمیت است:

ب) شیب آن معرف شتاب متحرک است

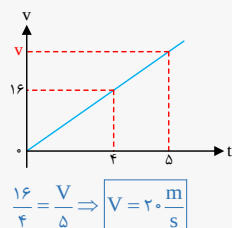
الف) چون شتاب ثابت است نمودار $V-t$ خطی است

د) نقطه شروع نمودار معرف سرعت اولیه (V_0) است.

ج) مساحت زیر آن معرف جابه جایی است

برای درک بیشتر: برای تثبیت مطالب بالا به سؤالات زیر دقت کنید:

Q22) متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت در مسیر مستقیم به حرکت در می آید. اگر سرعت متوسط متحرک در Δt ثانیه ی اول حرکت برابر $\frac{1}{2} \frac{m}{s}$ باشد، سرعت آن در پایان



$$\bar{V}_{0 \rightarrow 4} = \frac{V(0) + V(4)}{2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{0 + V(4)}{2} \Rightarrow V(4) = \frac{1}{2} \frac{m}{s}$$

$$\frac{16}{4} = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow V = 2 \frac{m}{s}$$

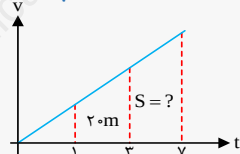
باتوجه به شیب خط سرعت در پایان Δt ثانیه پنجم (یعنی لحظه ی $t = 5s$) می شود:

ضرب دریم به چهار تست دیگر از شکل وصل کنیم!

Q23) متحرکی روی خط راست، با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت می کند. در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 3s$ مسافت $20m$ را طی می کند. مسافتی که در بازه

زمانی $t_3 = 3s$ تا $t_4 = 7s$ طی می کند، چند متر است؟

باتوجه به سؤال ابتدا نمودار $V-t$ مسئله را رسم می کنیم فقط توجه کنید چون $V_0 = 0$ است جابه جایی متحرک در Δt ثانیه های متوالی $\Delta a, 1/\Delta a, 2/\Delta a, \dots$ می شود پس:



$$\Delta x_{1 \rightarrow 3} = 1/\Delta a + 2/\Delta a \Rightarrow 20 = 4a \Rightarrow a = \frac{5}{2} \frac{m}{s^2}$$

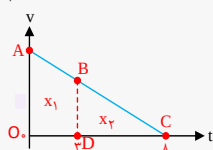
$$\Delta x_{3 \rightarrow 7} = 3/\Delta a + 4/\Delta a + 5/\Delta a + 6/\Delta a = 20a = 100m$$

نکته: می دانیم در مثلث های متشابه نسبت مساحت مثلث ها برابر مجذور نسبت تشابه است.



برای درک بیشتر: برای این که به ما کاربرد نکته‌ی بالا رو قوی تست ها بفهمید به مثال زیر دقت کنید:

Q۲۴؟ متحرکی روی خط راست در حال حرکت است و بر اثر دیدن مانعی در جلوی خود ترمز کرده و بعد از مدت ۸ ثانیه متوقف می شود. اگر مسافت طی شده در ۳ ثانیه اول x_1 و بقیه مسافت x_2 باشد آنگاه $\frac{x_2}{x_1}$ قدر می شود؟



ابتدا نمودار $v-t$ حرکت را رسم کرده سپس می نویسیم:

$$\Delta CBD \sim \Delta CAO \Rightarrow \frac{x_2}{x_1 + x_2} = \left(\frac{CD}{CO}\right)^2 = \left(\frac{8}{11}\right)^2 = \frac{64}{121} \Rightarrow 64x_2 = 121x_1 \Rightarrow \frac{x_2}{x_1} = \frac{121}{64}$$

خلاصه دهم: بررسی دو معادله مهم و کاربرد ی



زمانی کاربرد دارد که شتاب متحرک داده نشده باشد

$$\Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right) \Delta t$$

۱) معادله مستقل از شتاب

سرعت اولیه v_0 ، سرعت نهایی v

زمانی کاربرد دارد که در سؤال زمان داده نشده باشد

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

۲) معادله مستقل از زمان

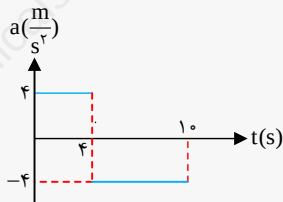
نام دیگر آن معادله سرعت - جابه جایی است

تذکر: دو معادله‌ی بالا زمانی کاربرد دارد که شتاب متحرک ثابت و متحرک روی خط راست حرکت کند (پیش فرض تمام مسائل کنکور)

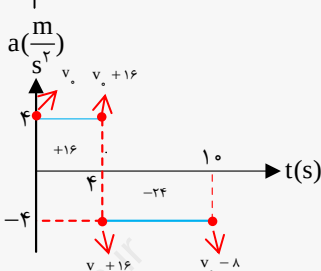


برای درک بیشتر: معادلات مستقل از جمله مهم ترین مباحث حرکت شناسی است که هر سال یک عدد سوال ارزش دادیم حالا برای تسلط بیشتر در زمینه از سوال های مهم رو با هم بررسی میکنیم. آماده اید!!

Q۲۵؟ نمودار شتاب- زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می کند به صورت شکل زیر است. اگر جابه جایی متحرک در این $10s$ برابر $156m$ باشد، سرعت اولیه ی متحرک چند متر بر ثانیه است؟



در این سوال می توان از تبدیل $a-t$ به $v-t$ استفاده کرد چون v_0 را نداریم و برای حل آن از معادله ی مستقل از شتاب استفاده می کنیم فقط قبل از شروع با استفاده از مسافت زیر نمودار، سرعت را در لحظات مختلف باید حساب کنیم:



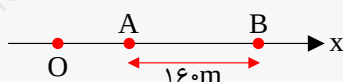
$$\Delta x = \left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right) \Delta t \begin{cases} \Delta x_{0 \rightarrow 4} = \left(\frac{v_0 + v_0 + 16}{2}\right)(4) = 4v_0 + 32 \\ \Delta x_{4 \rightarrow 10} = \left(\frac{v_0 + 16 + v_0 - 8}{2}\right)(6) = 6v_0 + 24 \end{cases}$$

$$\Delta x_1 + \Delta x_2 = 156 \Rightarrow 10v_0 + 56 = 156 \Rightarrow v_0 = 10 \frac{m}{s}$$

در نهایت می توان نوشت:

در سؤال زیر که یکی از تست های مهم کنکوره کاربرد هر دو معادله مستقل در مسوالات رو با هم بررسی می کنیم

Q۲۶؟ مطابق شکل زیر متحرکی با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ روی محور x حرکت می کند. اگر حاصله ی بین دو نقطه ی A و B را در مدت ۸ ثانیه طی کند در نقطه ی O سرعش صفر باشد، حاصله ی OA چند متر است؟



$$\Delta x = \left(\frac{v_A + v_B}{2}\right) \Delta t \Rightarrow 160 = \left(\frac{v_A + v_A + 16}{2}\right) 8 \Rightarrow v_A = 12 \frac{m}{s}$$

$$v_A^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 144 - 0 = 2(2)\Delta x \Rightarrow \Delta x = 36m$$

سپس برای مسیر OA می نویسیم:



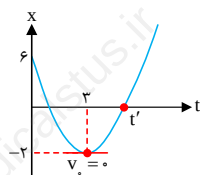
خلاصه یازدهم : تکنیک $\Delta x \equiv t^2$



طبق معادله $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ که پیش از این خواندیم می دانیم که:

if $v_0 = 0 \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2}at^2 \xrightarrow{a=\text{ثابت}} \Delta x \equiv t^2 \rightarrow \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2$

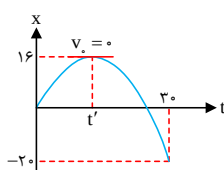
از این نتیجه مهم می توانیم در حل بسیاری از سؤالات استفاده کنیم به عنوان مثال:



$$\Delta x \equiv t^2 \Rightarrow \frac{\Delta}{2} = \left(\frac{3}{\Delta t}\right)^2 \Rightarrow 2 = \frac{9}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 9/2 \Rightarrow t' = 4/2 = 2$$

مثال (۱) مقدار t' در نمودار روبه رو را محاسبه کنید.

دو بازه $(0, 3s)$ و $(0, t')$ را در نظر گرفته و می نویسیم:



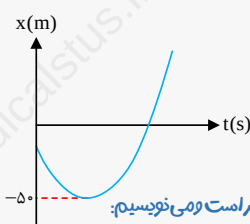
$$\Delta x \equiv t^2 \Rightarrow \frac{16}{36} = \left(\frac{t'}{30-t'}\right)^2 \Rightarrow \frac{4}{9} = \frac{t'^2}{30-t'} \Rightarrow t' = 12s$$

مثال (۲) مقدار t' در شکل روبه رو را حساب کنید.

ابتدا دو بازه $(0, t')$ و $(t', 30)$ را در نظر می گیریم سپس می نویسیم:

برای درک بیشتر: بچه ها سؤال زیر یک تست فیلی فتن و قهریادشوار از سؤالات کنکور که میفایم با روش فشنگ $\Delta x \equiv t^2$ طش کنیم.

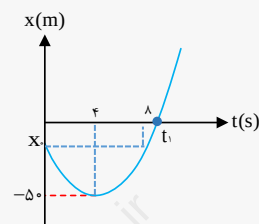
نمودار مکان- زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است و سرعت متوسط در ثانیه اول حرکت برابر صفر است. اگر در لحظه t_1 که متحرک از مبدأ محور عبور می کند، قندی آن $20 \frac{m}{s}$ باشد، سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا t_1 چند متر بر ثانیه است؟



چون سرعت متوسط در بازه $(0, 4s)$ صفر است یعنی $x(0) = x(4) = 0$ می شود و $t = 4s$ همان رأس مهمی است و سرعت در این لحظه صفر است و می نویسیم:

$$\Delta x = \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right) \Delta t \Rightarrow 5 = \left(\frac{0 + 20}{2}\right) \Delta t \Rightarrow \Delta t = 5s \Rightarrow t_1 = 9s$$

سپس با توجه به تکنیک $\Delta x \equiv t^2$ برای بازه های $(0, 4s)$ و $(4s, 9s)$ می نویسیم:



$$\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{\Delta x_1}{5} = \left(\frac{4}{9}\right)^2 \Rightarrow \Delta x_1 = 32m \Rightarrow x_0 = -18m$$

$$\bar{v}_{0 \rightarrow t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t_1) - x(0)}{t_1 - 0} = \frac{0 - (-18)}{9} = 2 \frac{m}{s}$$

در نهایت برای معامبهی سرعت متوسط در بازه $(0, t_1)$ می توان نوشت:



فصل ۲ فیزیک دوازدهم / سه تست در کنکور

دینامیک

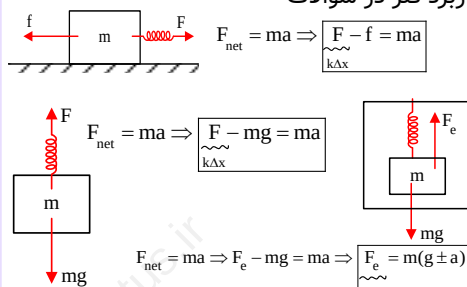
خلاصه پنجم

تعریف و محاسبه نیروی سطح $\leftarrow R = \sqrt{(f_{اصطکاک})^2 + F_N^2}$
بررسی R در سه شکل اصلی

خلاصه ششم

محاسبه نیروی فنر $\leftarrow F_e = k\Delta x$

کاربرد فنر در سؤالات



خلاصه هفتم

تعریف تکانه و رابطه محاسبه

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \Rightarrow \Delta \vec{p} = m(\Delta \vec{v}) \quad , \quad \Delta \vec{v} = \begin{cases} V_1 + V_2 \\ V_1 - V_2 \\ \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \end{cases}$$

- رابطه نیرو با تکانه $\leftarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$
- رابطه تکانه با انرژی جنبشی $\leftarrow k = \frac{p^2}{2m}$
- تعبیر هندسی تکانه

خلاصه هشتم

- رابطه قانون گرانش عمومی نیوتن $\leftarrow F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
- رابطه گرانش زمین $\leftarrow F = \frac{GMm}{Re^2}$
- شتاب گرانش در سطح سیارات $\begin{cases} g = \frac{Gm}{r^2} \\ g = \rho r \end{cases}$

خلاصه اول

- قانون اول نیوتن
- قانون دوم نیوتن

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots}{m} \quad , \quad F_{net} = \begin{cases} F_1 + F_2 \\ F_1 - F_2 \\ \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \end{cases}$$

- قانون سوم نیوتن

خلاصه دوم

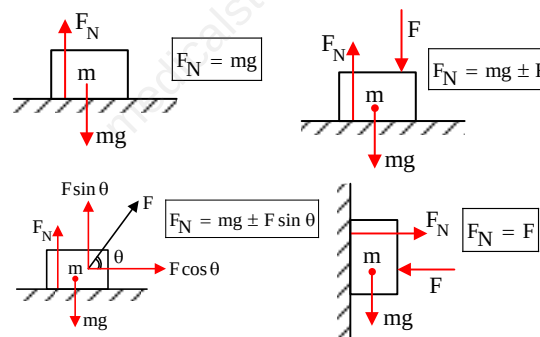
بررسی حرکت چتر باز سرعت

سرعت حدی $mg = f_D \Rightarrow v$ اگر

$$\begin{cases} a \text{ پائین} = g - \frac{f_D}{m} \\ a \text{ بالا} = -(g + \frac{f_D}{m}) \end{cases}$$

خلاصه سوم

محاسبه نیروی عمودی تکیه گاه



آسانسور

$$F_N = m(g \pm a) \quad \begin{cases} \oplus : \text{تندشونده بالا، کندشونده پائین} \\ \ominus : \text{تندشونده پائین، کندشونده بالا} \end{cases}$$

خلاصه چهارم

نیروی اصطکاک ایستایی

اگر جسم ساکن باشد $\leftarrow f_s = F_{محری}$

اگر جسم در آستانه حرکت باشد $\leftarrow f_{sm} = \mu_s(F_N)$

نیروی اصطکاک جنبشی $\leftarrow f_k = \mu_k(F_N)$



فصل نهم: دینامیک

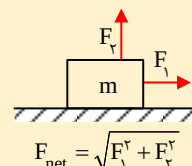
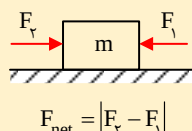
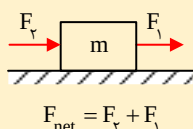
خلاصه اول: قوانین نیوتن



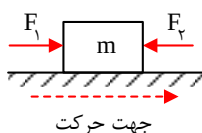
۱-۱ قانون اول نیوتن: بیان میکند یک جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت خود را حفظ میکند مگر آن که تحت تاثیر نیروی مجبور به تغییر حالت شود

۱-۲ قانون دوم نیوتن: $\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} = \frac{\text{نیروی برآیند}}{\text{جرم}} \Rightarrow a_{\text{واحد}} = \frac{N}{kg}$

نکته: در محاسبه F_{net} باید به زاویه بین نیروهای وارد به جسم توجه کنید:



توجه داشته باشید در حالتی که دو نیروی خلاف جهت به جسم وارد می شود:



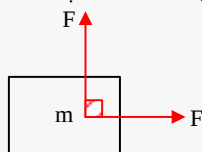
$F_1 =$ نیروی محرک

$$\Rightarrow F_{net} = (F \text{ محرک}) - (F \text{ مقاوم})$$

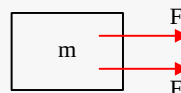
$F_2 =$ نیروی مقاوم

برای درک بیشتر: چه هادقت کنید قوی مناسبی F_{net} و منظور که در خلاصه بالا هم اشاره کردم توجه به زاویه بین نیروها مهمه. حالا یک سؤال جبینم از همین موضوع:

۱-۳ دو نیروی هم اندازه اگر به طور عمود بر هم بر یک جسم وارد شوند، به آن شتاب $\sqrt{2} \frac{m}{s}$ می دهند. هرگاه این دو نیرو موازی و در یک سوبه همان جسم وارد شوند، شتاب آن چند متر بر معذور



$$a_1 = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow \sqrt{2} \frac{F}{m} = \frac{F\sqrt{2}}{m} \Rightarrow F = \sqrt{2}m$$



$$a_2 = \frac{F_{net}}{m} = \frac{\sqrt{2}F}{m} = \frac{\sqrt{2}(m)}{m} = \sqrt{2} \frac{m}{s}$$

ثابۀ خواهد بود؟

قانون سوم نیوتن

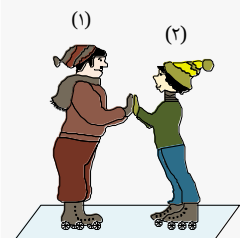
اگر جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند جسم دوم نیز به جسم اول نیروئی به همان اندازه ولی در جهت مخالف وارد می کند. در شکل زیر دو بار ناهم نام بهم نیروی جاذبه وارد می کنند که نیروهای کنش و واکنش آن را رسم کرده ایم



برای درک بیشتر: خب اما قانون سوم به نظرمیاد که فقط جنبه ی حفظی داره اما خب هم قوی کتاب هم امتحان نهائی و حتی کنکور هم سؤال حل کردنی داشتیم ارزش بریم با

هم به دونه از اونارو ببینیم:

۱-۴ مطابق شکل مقابل دو شخص (۱) و (۲) به ترتیب به جرم های ۱۰ kg و ۵ kg با کفش های چرخ دار در یک سالن مسطح و صاف روی هم ایستاده اند اگر شخص اول شخص دوم را هل



دهد. شخص دوم با شتاب $\vec{a} = \vec{a}_1$ شروع به حرکت می کند در این حالت شتاب حرکت شخص اول در I کدام است؟
خب طبق قانون سوم نیرویی که دو شخص بهم وارد می کنند برابر است پس: $F_{12} = F_{21} \Rightarrow m_1 a_1 = m_2 a_2 \Rightarrow 10 \cdot a_1 = 5 \cdot a_2 \Rightarrow |a_1| = \frac{1}{2} \frac{m}{s}$

اما چون جهت F_{12} و F_{21} قرینه هست پس جهت شتاب دو شخص نیز قرینه می شود و $\vec{a}_1 = -\frac{1}{2} \frac{m}{s}$

خلاصه دوم: نیروی مقاومت شاره

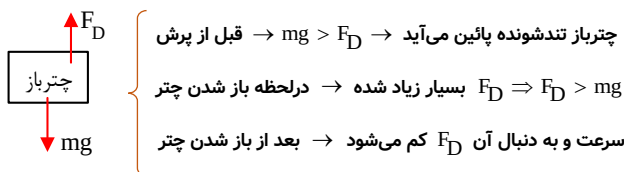


تعریف نیروی مقاومت شاره

این نیرو در حکم همان نیروی اصطکاکی است که از طرف هوا به جسم و در خلاف جهت حرکت آن وارد می شود، به دو عامل **تندی و ابعاد** جسم بستگی دارد به طوریکه هر چه تندی جسم بیش تر و حجم آن بزرگتر باشد مقدار نیروی مقاومت شاره هم بیش تر است. طبق متن کتاب درسی ما باید کاربرد این نیرو را در دو حرکت بررسی کنیم که در زیر به ذکر و بررسی آن ها می پردازیم:

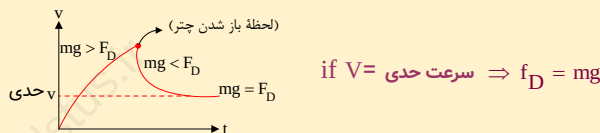


۲۰۲ حرکت چتر باز: اگر چتر بازی مدتی بعد از پرش چتر خود را باز کند آنگاه در مورد تغییرات نیروی وارد به آن می توان گفت:



تا در نهایت $F_D = mg$ شود $\rightarrow$

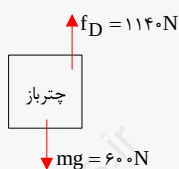
نکته: هنگامی که در حرکت چتر باز $F_D = mg$ می شود شتاب چتر باز صفر و سرعت آن ثابت می ماند که به آن تندی حدی گفته می شود پس نمودار سرعت - زمان حرکت آن چنین می شود:



نکته: در حرکت چتر باز بیشینه بزرگی شتاب آن در لحظه باز شدن چتر است اما به علت افزایش بسیار زیاد نیروی f_D در این لحظه این $a_{\max} < 0$ می باشد.

برای درک بیشتر: بریم سراغ یک مثال که مشابه تمرین کتاب درسی هم هست:

چتر بازی به جرم 60 kg مدتی پس از یک پرش آزاد چترش را باز می کند. اگر نیروی مقاومت هوا در این لحظه 1140 N شود، شتاب چتر باز و نوع حرکت چتر باز در این لحظه را بدست آورید؟



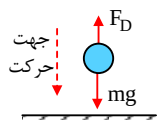
$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{600 - 1140}{60} = -9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

نیروهای وارد بر چتر باز در لحظه باز شدن چتر را مطابق شکل روی نمودار رسم کرده سپس قانون دوم نیوتن را برای آن می نویسیم:

دقت کنید طبق مطالبی که قبلاً اشاره کردیم شتاب در این لحظه شتاب بیشینه و چون $f_D > mg$ است جهت آن رو به بالا است.

۲۰۳ حرکت گلوله:

اگر گلوله را از سطح زمین به سمت بالا پرتاب کنیم آنگاه مقدار شتاب گلوله هنگام بالا رفتن و پائین آمدن آن چنین می شود:



$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{mg - F_D}{m} = g - \frac{F_D}{m}$$



$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{-(mg + F_D)}{m} = -(g + \frac{F_D}{m})$$

برای درک بیشتر: بریم چیه هاسراغ یک سؤال عالی و تکنوری طور از حرکت گلوله:

دو گلوله ی 500 g در می A و B به چگالی های به ترتیب $4 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ و $2 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ را از بالای ساختمانی به ارتفاع 12 m رها می کنیم. اگر نیروی مقاومت هوا را در هر گلوله ی A در طول مسیر ثابت و برابر 4 N باشد آنگاه:

$$a = g - \frac{f_D}{m} = 10 - \frac{4}{0.5} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

الف) شتاب گلوله ی A هنگام پائین آمدن چقدر است؟

ب) سرعت گلوله ی B هنگام رسیدن به سطح زمین چقدر $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟

چون جرم دو گلوله برابر $\rho_A = \rho_B$ است پس طبق رابطه ی $\rho = \frac{m}{V}$ می توان نتیجه گرفت که حجم A ، دو برابر B است پس:

$$V_A = 2V_B \Rightarrow B \text{ برابر } 2, A \Rightarrow f_{DA} = 2f_{DB} \Rightarrow f_{DB} = 2 \text{ N}$$

$$a_B = g - \frac{f_D}{m} = 10 - \frac{2}{0.5} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$V_B^2 - V_A^2 = 2a\Delta x \Rightarrow V_B^2 = 2(6)(12) \Rightarrow V_B = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

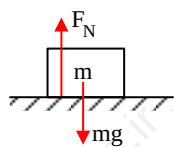


خلاصه سوم نیروی عمودی تکیه‌گاه - آسانسور و روابط آن

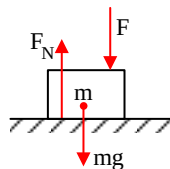


۳-۱ بررسی نیروی عمودی تکیه‌گاه

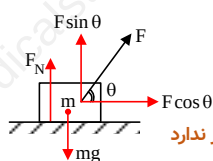
نیرویی است که به طور عمودی از طرف تکیه‌گاه به جسم وارد می‌شود، نماد آن F_N و در چند شکل زیر که کاربرد بیش‌تری در سؤالات دارند به بررسی آن می‌پردازیم:



$$F_N = mg$$

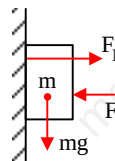


$$F_N = mg \pm F$$



$$F_N = mg \pm F \sin \theta$$

نیروی $F \cos \theta$ در مقدار F_N تأثیر ندارد

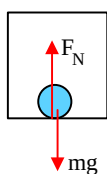


$$F_N = F$$

نیروی mg در مقدار F_N تأثیر ندارد

۳-۲ آسانسور

اگر جسمی به جرم m بر کف آسانسور قرار گیرد که با شتاب ثابت a در راستای قائم حرکت می‌کند آنگاه نیرویی که از طرف کف آسانسور به جسم وارد می‌شود چنین به دست می‌آید:



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{شتاب آسانسور رو به بالا} \quad F_N > mg \xrightarrow{F_{\text{net}}=ma} F_N - mg = ma \\ \text{شتاب آسانسور رو به پایین} \quad mg > F_N \xrightarrow{F_{\text{net}}=ma} mg - F_N = ma \end{array} \right.$$

اگر روابط بدست آمده در بالا را ساده کنیم $F_N = m(g \pm a)$ می‌شود که درباره‌ی این رابطه توجه به نکات زیر مهم است:

الف) تعاریف F_N و m

(۳) وزن ظاهری F_N

جرم جسم (شخص) m

(۲) نیروی عمودی کف F_N

جرم جسم (شخص) m

(۱) نیروی کشش کابل F_N

جرم کل مجموعه m

ب) تعیین علامت $\oplus$ و $\ominus$

$\oplus$ ← آسانسور تندشونده رو به بالا یا کندشونده رو به پایین حرکت کند. $\ominus$ ← آسانسور کند شونده رو به بالا یا تندشونده رو به پایین حرکت کند.

برای درک بیشتر: واصله اینکه کاربرد نکات گفته شده در مورد آسانسور روبرو سؤالات متوجه شویم به دو مثال زیر دقت کنید:

سؤال ۹۵: شخصی به وزن 600 N درون آسانسوری، روی یک ترازوی فنری ایستاده است و ترازو عدد 480 N را نشان می‌دهد. شتاب آسانسور چند متر بر مجذور ثانیه و به کدام جهت است؟

است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

جهت شتاب رو به پایین $\Rightarrow$ علامت شتاب منفی $\Rightarrow$ واقعی $W <$ عدد ترازو

$$F_N = m(g - a) \Rightarrow 480 = 60(10 - a) \Rightarrow a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

سؤال ۹۶: شخصی به وزن 600 N درون آسانسوری، روی نیرومنجی ایستاده است. آسانسور با شتاب ثابت از حال سکون، رو به پایین شروع به حرکت می‌کند و در مدت 2 s تا به 18 m متر جابه‌جایی می‌شود در این مدت، نیرومنجی چند نیوتن را نشان می‌دهد؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 \Rightarrow 18 = \frac{1}{2} a(2)^2 \Rightarrow a = 9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

حرکت کند شونده رو به پایین است $\Rightarrow$ چون آسانسور از حال سکون شروع به حرکت کرده است پس حرکت آن کند شونده است: $F_N = m(g - a) = 60(10 - 9) = 360 \text{ N}$

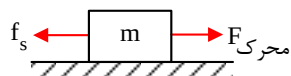


خلاصه چهارم: نیروی اصطکاک



۴-۱) نیروی اصطکاک ایستائی (f_s)

این مدل از نیروی اصطکاک به اجسام ساکن وارد می شود و مانع از شروع حرکت آن است:



محرك F $\Rightarrow f_s = F$ $\Rightarrow F_{net} = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow$ جسم ساکن

پس اگر جسم ساکن باشد f_s با نیروی محرك برابر است.



نکته: با افزایش F محرك f_s زیاد شده $\leftarrow$ تا این که جسم در آستانه حرکت (لغزش) قرار می گیرد $\leftarrow$ آنگاه $f_s = \max$ که این مقدار از رابطه زیر به دست می آید:



$$f_{sm} = \mu_s (F_N)$$

μ_s

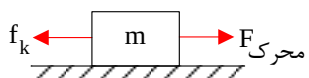
ضریب اصطکاک ایستائی نام دارد

بستگی به شرایط جسم و سطح دارد

نیروی عمودی تکیه گاه

۴-۲) نیروی اصطکاک جنبشی (f_k)

این مدل نیروی اصطکاک به اجسام در حال حرکت وارد شده و مانع از ادامه حرکت آن هاست:



$$\begin{cases} F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \\ f_k = \mu_k (F_N) \end{cases}$$

μ_k

ضریب اصطکاک جنبشی نام دارد

به شرایط جسم و سطح وابسته است

نیروی عمودی تکیه گاه



نکته: دقت کنید موقعی که جسم به حرکت می افتد مقدار f_k آن ثابت است و در ضمن $1 > \mu_s > \mu_k$ می باشد.

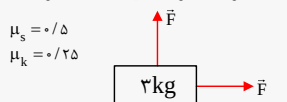


برای درک بیشتر: شب بچه ها هم بودن اصطکاک دیگه وامه هیچ دواطلب کنکور پوشیده نیست وامه همین دردم دوتا سوال در چه جک ببینیم تا تسلط شما روی بیدم بالا:



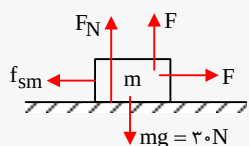
Q۷) در شکل زیر جسمی روی سطح افقی در آستانه حرکت قرار دارد و دینامیتری افقی و عمودی هم اندازه $\vec{F}$ به آن وارد می شود اگر اندازه نیروهای $\vec{F}$ هر کدام 5 نیوتون باشد

$$\begin{aligned} \mu_s &= 0.5 \\ \mu_k &= 0.25 \end{aligned}$$



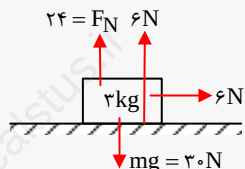
یابند، نیروی اصطکاک چند نیوتون می شود؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

اجدا نیروهای وارد به جسم را رسم می نمائیم:



$$F = f_{sm} = \mu_s (F_N) \Rightarrow F = 0.5 (30 - F) \Rightarrow F = 10 \text{ N}$$

در حالت دوم چون هر کدام از نیروهای F به مقدار 4 N کم می شود پس می توان نوشت:



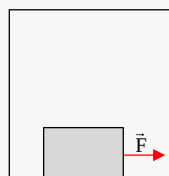
$$\begin{cases} f_{sm} = \mu_s (F_N) = 0.5 (24) = 12 \text{ N} \end{cases}$$

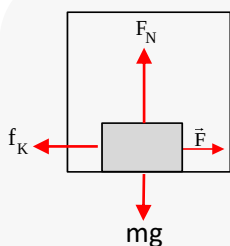
$$F_{\text{محرك}} = 6 \text{ N} < f_{sm} \Rightarrow \text{جسم ساکن است} \Rightarrow f_s = F_{\text{محرك}} = 6 \text{ N}$$



Q۸) مطابق شکل زیر جسمی به جرم 4 kg روی یک آسانسوری که به سمت بالا در حال حرکت است، قرار دارد این جسم تحت تأثیر نیروی افقی $F = 4 \text{ N}$ روی سطح افقی با سرعت ثابت در حال

حرکت است. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سقف آسانسور 0.2 باشد، به قریب از راست به چپ بزرگی شتاب بر حسب $\frac{m}{s^2}$ و نوع حرکت آسانسور را بدست آورید؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$





اگر تمام نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم و سپس می‌نویسیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{سرعت افقی ثابت} \Rightarrow F_x = 0 \Rightarrow f_k = F \Rightarrow \mu_k(F_N) = F \\ \Rightarrow \mu(F_N) = F \Rightarrow F_N = \frac{F}{\mu} \end{array} \right.$$

پس از مقایسه F_N با وزن واقعی جسم ($mg = 40N$) می‌توان نوشت:

حرکت کند شونده است $\Rightarrow$ چون $F_N < W$ واقعی $\Rightarrow a < 0$

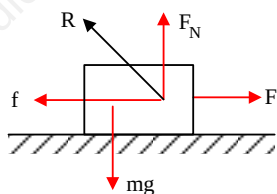
در نهایت طبق رابطه F_N که در خلاصه به آن اشاره کردیم برای مقایسه می‌توان نوشت:

$$F_N = m(g - a) \Rightarrow 40 = 4(10 - a) \Rightarrow a = \frac{m}{s}$$

خلاصه پنجم: نیروی سطح



تعریف ۵-۱

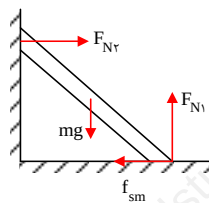
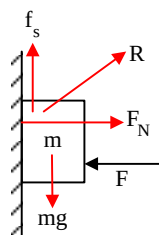
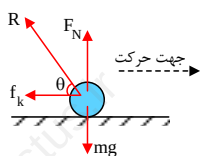


نیروی سطح برابر با برآیند نیروی اصطکاک و نیروی عمودی تکیه‌گاه است، $\vec{R}$ پس می‌توان نوشت:

$$\vec{R} = \vec{F}_N + \vec{f} \rightarrow R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

در سه شکل اصلی R بررسی

۵-۲



فرض: سطح قائم اصطکاک ندارد

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{R} = (-f_k)\vec{i} + (F_N)\vec{j} \\ \tan\theta = \frac{F_N}{f_k} = \frac{1}{\mu_k} \end{array} \right.$$

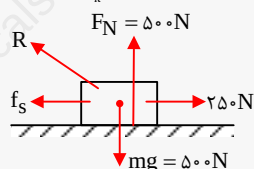
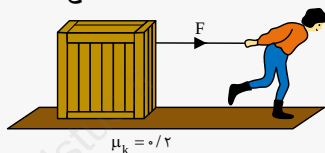
$$\vec{R} = (F_N)\vec{i} + (f_s)\vec{j}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{N1} = mg \\ \vec{R} = (-f_{sm})\vec{i} + (F_N)\vec{j} \\ f_{sm} = F_{N2} \end{array} \right.$$

برای درک بیشتر: چون برای پاسخگویی به سؤالات نیروی سطح باید هم نیروی عمودی تکیه‌گاه و هم اصطکاک را خوب یاد گرفته باشیم به همین علت سؤالات زیادی از این

مبحث در کنکور مطرح می‌گردد که در زیر برای فهم بیشتر نیروی سطح به بررسی برخی آنها می‌پردازیم:

مطابق شکل زیر، شغصه‌ای مسکنی به جرم $50kg$ را با نیروی ثابت افقی $\vec{F} = (250N)\vec{i}$ می‌کشند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین شغصه و سطح به ترتیب



$$(g = 10 \frac{m}{s^2})$$

اگر با مقایسه f_{sm} با جرم می‌کنیم جسم ساکن است یا حرکت می‌کند:

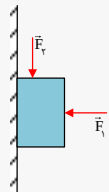
$$\left\{ \begin{array}{l} f_{sm} = \mu_s(F_N) = 0.6(mg) = 0.6(500) = 300N \\ \text{چون } F_{\text{محرک}} = 250N < f_{sm} \Rightarrow \text{جسم ساکن} \Rightarrow f_s = F_{\text{محرک}} = 250N \end{array} \right.$$

حال نیروی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود یعنی همان $\vec{R}$ چنین می‌شود:

$$\vec{R}' = 250\vec{i} - 500\vec{j}$$

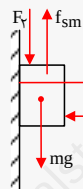


Q10: قطعه چوبی به جرم ۵۰ گرم، با نیروی افقی F_1 مطابق شکل زیر، به دیوار قائم خشوده شده است. اگر با وارد کردن نیروی $F_2 = 3/5 N$ ، چوب در آستانه لغزش قرار گیرد و در این حالت



نیروی که دیوار به چوب وارد می‌کند، $10 N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار و چوب، چقدر است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

اجزای نیروهای وارد به جسم را در شکل مقابل رسم می‌کنیم پس می‌نویسیم:



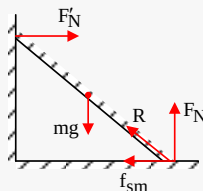
$$\begin{cases} f_{sm} = F_2 + mg = 3/5 + 2/5 = 6N \\ R = \sqrt{F_N^2 + f_{sm}^2} \Rightarrow 10 = \sqrt{F_N^2 + 36} \Rightarrow F_N = 8 \end{cases}$$

حال چون $F_x = 0$ است پس $F_1 = F_N = 8N$ می‌باشد و می‌توان نوشت: $f_{sm} = \mu_s(F_N) \Rightarrow 6 = \mu_s(8) \Rightarrow \mu_s = 0.75$

Q11: فردیانی به جرم ۱۶ kg به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه دارد و پایه آن روی سطح افقی در آستانه سر خوردن است. اگر نیرویی که در این حالت از طرف فردیان به

سطح افقی وارد می‌شود $200 N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی فردیان با این سطح چقدر است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

اجزای شکلی برای سؤال رسم کرده و نیروهای وارد به فردیان را رسم می‌کنیم پس می‌دانیم نیروی $200 N$ که طرح سؤال گفته همان نیروی R است می‌نویسیم:



$$\begin{cases} F_N = mg = 160 N \\ R = \sqrt{F_N^2 + f_{sm}^2} \Rightarrow 200 = \sqrt{160^2 + f_{sm}^2} \Rightarrow f_{sm} = 120 N \end{cases}$$

$$f_{sm} = \mu_s(F_N) \Rightarrow 120 = \mu_s(160) \Rightarrow \mu_s = \frac{120}{160} = 0.75$$

در نهایت با توجه به مقدار f_{sm} می‌توان نوشت:

خلاصه ششم: نیروی کشسانی فنر



۶-۱

محاسبه‌ی نیروی فنر

$$F_e = k(\Delta x)$$

نیروی فنر

تغییر طول فنر

ثابت فنر $(\frac{N}{m})$

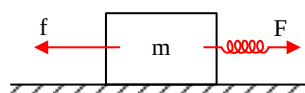
F_e

Δx

$$\text{ثابت فنر} = k = \frac{F_e}{\Delta x} = \text{شیب نمودار}$$

$$\begin{cases} x_2 < x_1 \Rightarrow \Delta x < 0 \Rightarrow \text{طول فنر کم شود} \\ x_2 > x_1 \Rightarrow \Delta x > 0 \Rightarrow \text{طول فنر زیاد شود} \end{cases}$$

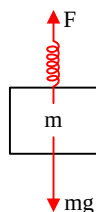
سطح افقی (الف)



$$F_{net} = ma \Rightarrow \frac{F - f}{k\Delta x} = ma$$

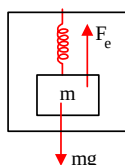
۶-۲ کاربرد فنر در سؤالات

راستای قائم (ب)



$$F_{net} = ma \Rightarrow \frac{F - mg}{k\Delta x} = ma$$

آسانسور (ج)



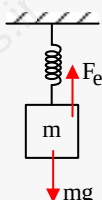
$$F_{net} = ma \Rightarrow \frac{F_e - mg}{k\Delta x} = ma \Rightarrow F_e = m(g \pm a)$$



نکته: در مورد (ج)
 آسانسور بالا رود $\leftarrow$ به علت لختی $\leftarrow$ جسم سر جای خود می ماند $\leftarrow$ فنر به همراه آسانسور بالا رفته $\leftarrow$ طول فنر زیاد می شود.
 آسانسور پائین رود $\leftarrow$ به علت لختی $\leftarrow$ جسم سر جای خود می ماند $\leftarrow$ فنر به همراه آسانسور پائین می آید $\leftarrow$ طول فنر کم می شود.

برای درک بیشتر: از مبدا فنر نوی نظام جدید غالباً سوالات ترکیبی داده می شود مثلاً ترکیب با آسانسور یا مبدا نیروی اصطکاک که برای فهم بیشتر تمرین در دو نمونه سوال با هم می بینیم:

Q12 وزنه ای به جرم m را به افقهای فنری که از سقف آویزان است، می بندیم و طول فنر 10 cm افزایش می یابد. اگر به همین فنر وزنه ای به جرم M را بندیم و آن را روی سطح افقی که

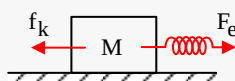


ضرب اصطکاک جنبشی آن 0.2 است، با قدری ثابت بکشیم، افزایش طول فنر 2 cm می شود. $\frac{M}{m}$ کدام است؟

در حالت اول که فنر در راستای قائم است می توان نوشت:

$$F_e = mg \Rightarrow k\Delta x = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{\Delta x} = \frac{mg}{0.1} = 10mg$$

مپس فنر در راستای افقی است و بارمسم نیروهای وارد به آن می توان نوشت:



$$F_e = f_k \Rightarrow k\Delta x = \mu_k(F_N) \Rightarrow 10mg\left(\frac{2}{10}\right) = 0.2(Mg) \Rightarrow 0.2M = 0.2M \Rightarrow \frac{M}{m} = 1$$

$$\Rightarrow 10mg\left(\frac{2}{10}\right) = 0.2(Mg) \Rightarrow 0.2M = 0.2M \Rightarrow \frac{M}{m} = 1$$

Q13 جسمی به وزن 8 N را به فنری به طول 2 cm و ثابت $k = 2 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ می بندیم و از سقف آسانسور آویزان می کنیم. در مدتی که آسانسور رو به بالا با شتاب $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ در حال توقف

است، طول فنر به چند سانتی متر می رسد؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

$$F_e = m(g - a) \Rightarrow 6 = m(10 - 2) \Rightarrow 6 = 8 \Rightarrow \frac{6}{8} = \frac{3}{4} \Rightarrow \Delta x = 3/4 \text{ cm}$$

مپس با استفاده از معادله ی هوک تغییرات طول فنر را به دست می آوریم:

$$F_e = k\Delta x \Rightarrow 6/4 = 2\Delta x \Rightarrow \Delta x = 3/4 \text{ cm}$$

چون آسانسور رو به بالا در حال حرکت بوده پس هنگام اعمال نیرو تاوانی (لغظی توقف) جسم به علت لغظی سر جای خود می ماند و فنر کشیده می شود پس:

$$= 20 + 3/4 = 20.75 \text{ cm} = X \text{ نهائی}$$

خلاصه هفتم: تکانه و روابط آن

تعریف تکانه $\vec{a}$

حاصل ضرب جرم در سرعت اجسام را گویند، کمیت برداری و نام دیگر آن اندازه حرکت یا ضربه است.

۷-۲ رابطه ی محاسبه $\vec{p} = m\vec{v} \Rightarrow \Delta p = m(\Delta v) \Rightarrow p_{\text{واحد}} = \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$

نکته: در رابطه ی $\Delta p = m(\Delta v)$ دقت کنید $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ است که این یک رابطه ی برداری است و بستگی به زاویه بین $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ دارد:

الف) $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ هم جهت

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

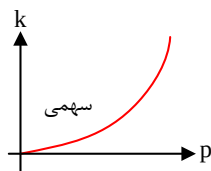
ب) $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ خلاف جهت

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 + \vec{v}_1$$

ج) $\vec{v}_1$ عمود بر $\vec{v}_2$

$$\Delta \vec{v} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

۷-۳ رابطه ی نیرو با تکانه $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$: نیرو برابر با آهنگ تغییرات تکانه است



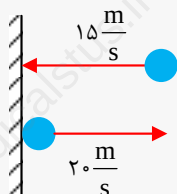
۷-۴

رابطه تکانه با انرژی جنبشی

$$k = \frac{p^2}{2m}$$

برای درک بیشتر: بردم سراغ حل دو تا سؤال از مبحث تکانه که خیلی طراحی کنکور ارزش سؤال میدن. فکر کنم این مبحث جدیداً در خیلی به چشمشون میاد:

Q۱۴: توی به جرم ۲۵ g با قندی $\frac{km}{h}$ ۵۴ به طور افقی به دروازه بان می رسد و دروازه بان آن را با قندی $\frac{km}{h}$ ۷۲ در جهت مخالف دفع می کند. اگر مشت دروازه بان ۳۵ ° در تماس با توپ باشد، تغییر تکانه ی توپ و نیروی متوسط وارد شده بر آن در SI به ترتیب از راست به چپ و است.



ابتدا سرعت ها را به $\frac{m}{s}$ تبدیل می کنیم سپس با توجه به شکل چون V_2 و V_1 خلاف جهت هستند می توانیم بنویسیم:

$$\Delta p = m(\Delta V) = \frac{1}{4} (15 + 20) = \frac{8}{4} \frac{kgm}{s}$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{8 / 75}{0.1} = \frac{87}{1} \Delta N$$

سپس با توجه به رابطه ی بین نیرو و تکانه می نویسیم:

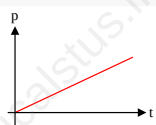
Q۱۵: تکانه ی اتومبیلی به جرم یک تن با تکانه ی کامیونی به جرم پنج تن برابر است. انرژی جنبشی کامیون چند برابر انرژی جنبشی اتومبیل است؟

$$k = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2 \times \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 1 \times \left(\frac{5 \text{ Ton}}{\Delta \text{ Ton}} \right) = \frac{1}{5}$$

اتومبیل متحرک او کامیون را متحرک ۲ در نظر می گیریم پس:

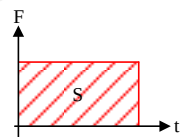
۷-۵ تعابیر هندسی تکانه

(الف) شیب نمودار تکانه - زمان برابر نیروی خالص وارده به جسم است



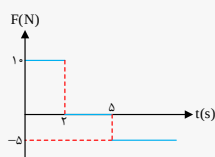
$$p - t \text{ شیب} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = F$$

(ب) مساحت زیر نمودار نیرو - زمان برابر تغییرات تکانه جسم است



$$S_{F-t} = \Delta p = m(\Delta v)$$

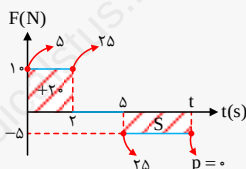
برای درک بیشتر: تعابیر هندسی تکانه در متن کتاب درسی آورده شده و سؤال هم قوی کتاب، امتحان نهانی و حتی کنکور هم ارزش داشتیم بردم سراغ سؤال:



Q۱۶: نمودار نیرو- زمان متحرکی با تکانه اولیه ی $\frac{kg.m}{s}$ ۵ مطابق شکل زیر است. به سؤالات زیر پاسخ می دهیم:

(الف) متحرک در چه لحظه ای متوقف می شود؟

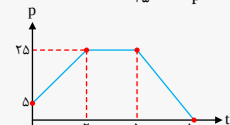
یعنی $V = 0$ شود پس $p = 0$ می شود و ما در نمودار زیر این لحظه را با دقت گرفته ایم که با استفاده از مساحت زیر نمودار این لحظه را پیدا می کنیم:



$$S = -25 \Rightarrow (t - 5) \times (-5) = -25 \Rightarrow t = 10 \text{ s}$$

(ب) نمودار تکانه- زمان آن را رسم کنید

می دانیم شیب نمودار $p - t$ معرف F است پس نمودار $p - t$ چنین می شود:





خلاصه هشتم: قانون گرانش عمومی نیوتن



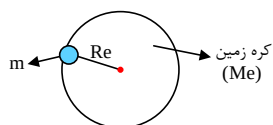
رابطه قانون عمومی گرانش نیوتن

دو جسم که در مجاورت یکدیگرند به هم نیروی جاذبه‌ای گرانشی وارد می‌کنند که این نیرو با حاصل ضرب جرم اجسام رابطه‌ی مستقیم و با مجذور فاصله میان آن‌ها رابطه‌ی عکس دارد و می‌توان نوشت:

$$F_{12} = F_{21} = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

$$G = \text{ثابت جهانی گرانش نیوتن} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$$

نیروی گرانش زمین: حال اگر از میان دو جسم بالا یکی از آنها زمین باشد آنگاه:



وزن جسم یا نیروی گرانش زمین به جسم :

$$F = \frac{GMe m}{Re^2}$$

شتاب گرانش زمین

در رابطه‌ی بالا عبارت $\frac{GMe}{Re^2}$ را شتاب گرانش زمین روی جسم گویند پس می‌نویسیم:

$$F = \frac{GMe m}{Re^2} \Rightarrow F = mg$$

$$g_e = \frac{GMe}{Re^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

نکته: طبق رابطه به دست آمده برای شتاب گرانش در بالا می‌توان نوشت:

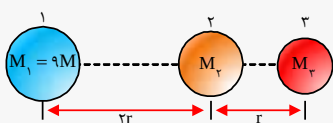
$$g_{\text{سیاره}} = \frac{G(M_{\text{سیاره}})}{(r_{\text{سیاره}})^2} \Rightarrow \frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1}{M_2} \times \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

نکته: اگر چگالی سیاره را در سوالات به ما بدهند آنگاه:

$$g = \frac{Gm}{r^2} = \frac{G(\rho v)}{r^2} = \frac{G\rho\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)}{r^2} \Rightarrow g = \frac{4}{3}\pi G\rho r \Rightarrow g \propto \rho r$$

که در رابطه‌ی فوق ρ چگالی سیاره و شکل آن را کره در نظر گرفتیم.

برای درک بیشتر: شب‌دیده چه‌ها رسیدیم به آخرین مبست این فصل، جرم برای تسلط شما دو سؤال دیگر رو از این مبست حل کنیم و دیگر تمام تا فصل بعدی



سه سیاره مطابق شکل نشان داده شده قرار دارند. جرم سیاره‌ی (۲) چقدر باشد تا نیروی خالص وارد شده به سیاره‌ی (۱) صفر شود؟

به سیاره‌ی شماره‌ی ۲، دو نیرو از طرف میارات دیگر وارد می‌شود که چون برآیندشان صفر است می‌توانیم بنویسیم:

$$F_{23} = F_{12} \Rightarrow \frac{GM_2M_3}{r_{23}^2} = \frac{G(9M)(M_2)}{r_{12}^2} \Rightarrow M_3 = \frac{9}{4}M$$

جرم جسی در سطح زمین ۲ kg است. اگر شتاب گرانش در سطح زمین $\frac{9}{8} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و شعاع آن ۶۴۰۰ km باشد آنگاه وزن جسم را در حالت‌های زیر به دست آورید:

الف) در ارتفاع ۶۴۰۰ km از سطح زمین

ثابت

$$g = \frac{Gm}{r^2} \Rightarrow \frac{g_h}{g_e} = \left(\frac{r_e}{r_h}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_h}{9/8} = \left(\frac{6400}{6400 + 6400}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow g_h = \frac{9/8}{4}$$



$$W = mg = 20 \left(\frac{9.8}{4} \right) = \boxed{49\text{N}}$$

می پس برای معاصبهی وزن جسم در آن ارتفاع می نویسیم:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \Rightarrow \text{شعاع دو برابر} \Rightarrow \text{حجم ۸ برابر}$$

ب) در میاره ای که حجم و جرم آن ۸ برابر جرم و حجم زمین است:

می پس طبق رابطه ی معاصبهی شتاب گرانش می نویسیم:

$$\frac{g_s}{g_e} = \frac{m_s}{m_e} \times \left(\frac{r_e}{r_s} \right)^2 = 8 \times \left(\frac{r_e}{2r_e} \right)^2 = 2 \Rightarrow g_s = 2(9.8) = 19.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

در نهایت به معاصبهی وزن جسم می پردازیم:

$$W = mg = 20(19.6) = \boxed{392\text{N}}$$



فصل ۳ فیزیک دوازدهم / دو تست در کنکور

نوسان

خلاصه اول

بررسی کمیت‌های مختلف روی پاره‌خط نوسان

بررسی مسافت طی شده $\rightarrow \Delta S = n(4A)$

بررسی زمان حرکت

$$T = \frac{1}{f}$$

$$n = \frac{t}{T}$$

خلاصه دوم

تصویر حرکت نوسانگر روی دایره مرجع

علامت کمیت‌های مختلف روی پاره‌خط نوسان

معادله‌ی مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده

$$x = A \cos(\omega t) \quad , \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

نمودار $x-t$ در حرکت هماهنگ ساده

تبدیل زاویه دوران به زمان

خلاصه پنجم

محاسبه‌ی دوره آونگ $\rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

روش‌های تغییر طول آونگ

روش‌های تغییر شتاب گرانش محل آونگ

خلاصه سوم

سامانه جرم - فنر $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

شتاب نوسانگر

معادله‌ی شتاب - مکان $a = -\omega^2 x$

شتاب بیشینه نوسانگر $a = A\omega^2$

سرعت بیشینه نوسانگر $V_{\max} = A\omega$

خلاصه چهارم

بررسی انواع انرژی نوسانگر

$$k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$u = \frac{1}{2}k'x^2$$

$$E = k + u$$

روابط انرژی مکانیکی نوسانگر

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2$$

$$E = \frac{1}{2}k'A^2$$

نمودارهای انرژی نوسانگر

بررسی نسبت انرژی‌ها

با مکان

$$\begin{aligned} E &\equiv A^2 \\ u &\equiv x^2 \\ k &\equiv A^2 - x^2 \end{aligned}$$

با سرعت

$$\begin{aligned} E &\equiv V_m^2 \\ k &\equiv V^2 \\ u &\equiv V_m^2 - V^2 \end{aligned}$$



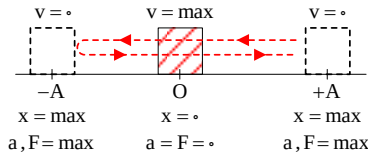
فصل دهم: نوسان

خلاصه اول: مفاهیم اولیه



۱-۱ بررسی کمیت‌های مختلف روی پاره‌خط نوسان

حرکت هماهنگ ساده حرکتی رفت و برگشت روی یک پاره خط بدون اصطکاک است که در زیر به معرفی نقاط مهم این حرکت می‌پردازیم

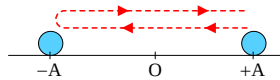


Max فاصله از مبدأ = دامنه نوسان = $+A, -A$

O = مبدأ مکان (نقطه تعادل)

شروع حرکت نوسانگر در شکل بالا نقاط $+A$ یا $-A$ می‌باشد

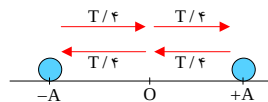
۱-۲ بررسی مسافت طی شده



در هر دوره $\Delta s = n(4A)$ $\xrightarrow{\text{نوسان } n}$ در هر دوره ۴ بار دامنه نوسان طی می‌شود
در هر دوره ۲ بار پاره‌خط نوسان طی می‌شود

۱-۳ بررسی زمان حرکت

مدت زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر یک دور کامل بزند را دوره نوسان (T) و به تعداد نوسان‌های کاملی که نوسانگر در ۱s می‌زند بسامد (f) گفته می‌شود:



دوره و بسامد عکس یکدیگرند $\rightarrow T = \frac{1}{f}$

نکته: اگر نوسانگری در مدت t ثانیه n نوسان کامل انجام دهد: $n = \frac{t}{T}$
دوره نوسان

برای درک بیشتر: این خلاصه پیش نیاز تمام مباحثی هست که توی کنکور ارزش سؤال می‌اد و مهم چینی توی امتحان نهائی سؤال اختصاصی هم داشته، بریدم باهم یک سؤال حل کنیم تا مطالبش همین ابتدای کار تک بشه توی ذهنمون:

۱) نوسانگری روی پاره‌خطی به طول ۴۰cm در هر دقیقه ۶۰ بار طول دامنه نوسان را طی می‌کند. آنگاه

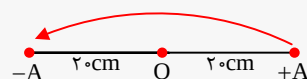
الف) دوره‌ی نوسان چند ثانیه است؟ ۶۰ بار طول دامنه یعنی ۱۲۰ نوسان کامل داشته پس: $n = \frac{t}{T} \Rightarrow ۱۵ = \frac{۶۰}{T} \Rightarrow T = ۴s$

ب) مسافتی که نوسانگر در مدت ۱۲ ثانیه طی می‌کند چند cm است؟

طول پاره‌خط $= ۴۰cm = ۲A \Rightarrow A = ۲۰cm$

$$\Delta s = n(4A) = \frac{t}{T}(4A) = \frac{۱۲}{۴}(4 \times ۲۰) = ۲۴۰cm$$

ج) سرعت متوسط از ابتدای حرکت تا لحظه‌ای که برای اولین بار تغییر جهت می‌دهد چند $\frac{m}{s}$ است؟



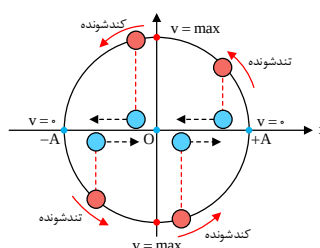
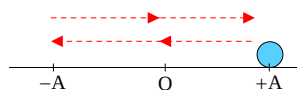
$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۴۰cm}{\frac{T}{۲}} = \frac{۰/۴}{۲} = ۰/۲ \frac{m}{s}$$

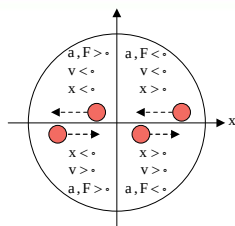
می‌دانیم نوسانگر در دو سر پاره خط نوسان تغییر جهت می‌دهند پس

خلاصه دوم: معادله و نمودار مکان - زمان



۲-۱ تصویر حرکت نوسانگر روی دایره مرجع





۲-۲ علامت کمیت‌های مختلف

$V > 0 \rightarrow$ برگشت نوسانگر $\rightarrow$ حرکت در جهت محور x باشد
 قرینه علامت $x \rightarrow$ علامت F, a
 $V < 0 \rightarrow$ رفت نوسانگر $\rightarrow$ حرکت خلاف جهت محور x باشد
 علامت v

۲-۳ معادله‌ی مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده

$$x = A \cos(\omega t)$$

فاصله از مبدأ

زمان نوسان

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \Rightarrow \omega \text{ واحد } = \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \text{میزان دور در ثانیه}$$

نکته: از معادله‌ی بالا می‌توان نتیجه گرفت:

$$\frac{x}{A} = \cos \phi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

نوسانگر در خانواده $\frac{\pi}{6}$ است

$$\frac{x}{A} = \cos \phi = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

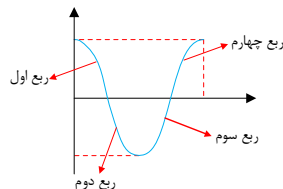
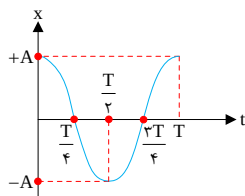
نوسانگر در خانواده $\frac{\pi}{4}$ است

$$\frac{x}{A} = \cos \phi = \frac{1}{2}$$

نوسانگر در خانواده $\frac{\pi}{3}$ است

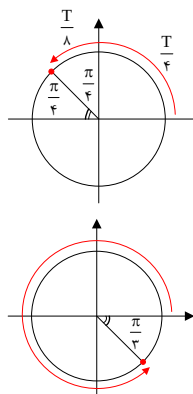
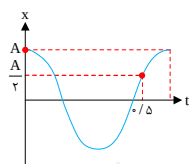
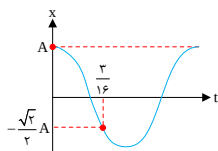
۲-۴ نمودار $x - t$ در حرکت هماهنگ ساده

طبق معادله‌ی $x = A \cos(\omega t)$ می‌توان نمودار مکان - زمان نوسانگر را به صورت زیر رسم کرد:



۲-۵ تبدیل زاویه دوران به زمان

$2\pi \rightarrow T$	$\pi \rightarrow \frac{T}{2}$	$\frac{\pi}{2} \rightarrow \frac{T}{4}$
$\pi \rightarrow \frac{T}{2}$	$\frac{\pi}{2} \rightarrow \frac{T}{4}$	$\frac{\pi}{4} \rightarrow \frac{T}{8}$
$\frac{\pi}{2} \rightarrow \frac{T}{4}$	$\frac{\pi}{4} \rightarrow \frac{T}{8}$	$\frac{\pi}{8} \rightarrow \frac{T}{16}$



$$\frac{T}{4} + \frac{T}{8} = \frac{3}{16}$$

$$T = \frac{\Delta s}{\omega}$$

$$T - \frac{T}{6} = \frac{5}{6}$$

$$T = \frac{\Delta s}{\omega}$$

برای درک بیشتر: از مباحث این خلاصه به احتمال بسیار قوی هر سال قوی‌کنکور امتحان نهایی سؤال داریم پس بریم چندتا مثال خیلی جامع حل کنیم تا دیدگاه مطمئن بشم

مسئله شومی تونید جواب بدین:

معادله‌ی مکان - زمان نوسانگری در SI به صورت $x = 0.06 \cos(\frac{\pi}{4} t)$ است. به سوالات فواید شده پاسخ دهید:

الف) زمان لازم برای آن که نوسانگر از $x_1 = -3 \text{ cm}$ به صورت تدریجی در $x_2 = +3\sqrt{2} \text{ cm}$ با سرعت مثبت برود، چند ثانیه است؟

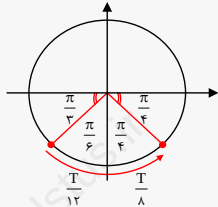
$$\omega = \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 8 \text{ s}$$



$$\begin{cases} \cos \Phi_1 = \frac{x_1}{A} = \frac{-3}{6} = \frac{-1}{2} \\ \Phi_1 = \frac{\pi}{3} \text{ ربع سوم خانواده} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \cos \Phi_2 = \frac{x_2}{A} = \frac{3\sqrt{2}}{6} = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \Phi_2 = \frac{\pi}{4} \text{ ربع چهارم خانواده} \end{cases}$$

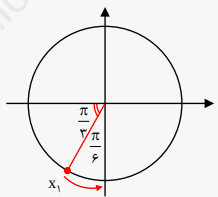
در نهایت اطلاعات به دست آمده را روی دایره پیاده کرده تا Δt مورد نظر به دست آید:



$$\Delta t = \frac{T}{12} + \frac{T}{8} = \frac{5T}{24} = \frac{5(4)}{24} = \frac{5}{6} \text{ s}$$

ب) چند ثانیه پس از مکان x_1 در قسمت قبل بردار مکان، نوسانگر تغییر جهت می دهد؟

می دانیم بردار مکان هنگام عبور از مبدأ تغییر جهت می دهد که در دایره $\frac{\pi}{2}$ و $\frac{3\pi}{2}$ است پس:

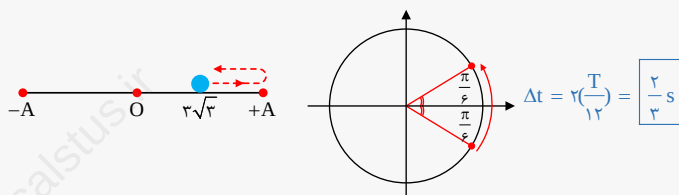


$$\Delta t = \frac{T}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \text{ s}$$

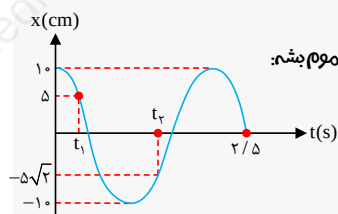
ج) حداقل بازه ی زمانی برای دو عبور متوالی از مکان $+3\sqrt{3} \text{ cm}$ چند ثانیه است؟

$$\frac{x}{A} = \cos \Phi \Rightarrow \frac{3\sqrt{3}}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \cos \Phi \Rightarrow \Phi = \frac{\pi}{6} \text{ ربع اول یا چهارم خانواده}$$

اجتداسیر را روی پاره خط و سپس بر روی دایره رسم می کنیم:



$$\Delta t = 2\left(\frac{T}{12}\right) = \frac{2}{3} \text{ s}$$



برای درک بیشتر: بردیم سراغ سوالات نمودار $x-t$ در حرکت هماهنگ ساده که دیگر مثال ها و توضیح کامل این مبث هم تموم بشه:

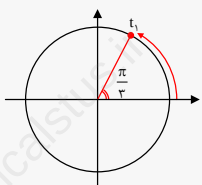
نمودار مکان- زمان، نوسانگاری مطابق شکل زیر است به سوالات زیر پاسخ کامل دهیم:

الف) t_1 برابر چند ثانیه است؟

$$2/\Delta = \frac{\Delta T}{4} \Rightarrow T = 2 \text{ s}$$

اجتدبا توجه به عدد $2/\Delta$ روی محور زمان مقدار دوره (T) را حساب می کنیم:

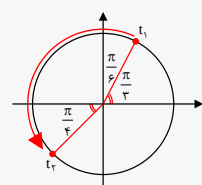
سپس می دانیم این لفظه در ربع اول است و چون $(\frac{x}{A} = \frac{1}{2})$ می شود مربوط به خانواده $\frac{\pi}{3}$ است پس می توان نوشت:



$$t_1 = \frac{T}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ s}$$

ب) سرعت متوسط نوسانگر در بازه ی (t_1, t_2) چند $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ است؟

لفظی t_2 در ربع سوم و چون $(\frac{x}{A} = \frac{\sqrt{2}}{2})$ است مربوط به خانواده $\frac{\pi}{4}$ می باشد پس می نویسیم:



$$\Delta t = \frac{T}{12} + \frac{T}{4} + \frac{T}{8} = \frac{11T}{24} = \frac{11}{12} \text{ s}$$

$$\Rightarrow \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-5\sqrt{2} - 5}{\frac{11}{12}} = \frac{-60}{11} (\sqrt{2} + 1)$$



ج) در بازه‌ی (t_1, t_2) چند ثانیه حرکت متحرک متدشونده است؟

می‌دانیم نقطه در ربع اول و سوم حرکت نوسانگر متدشونده است پس با توجه به دایره رسم شده در قسمت قبل Δt قسمت‌هایی رو فقط حساب می‌کنیم که نوسانگر در این دوره است پس می‌توان نوشت:

$$\Delta t_{\text{تند}} = \frac{T}{12} + \frac{T}{8} = \frac{\Delta T}{24} = \frac{5}{12} \text{ s}$$

نکته: اگر در سؤالات نوسان، جابه‌جائی نوسانگر در بازه‌ی (t, t') را بخواهند آنگاه همانند فصل حرکت شناسی مقادیر t و t' را در معادله‌ی $x - t$ جایگذاری کرده تا x و x' به دست آید سپس جابه‌جائی به راحتی هر چه تمام‌تر از رابطه‌ی $\Delta x = x_2 - x_1$ به دست می‌آید.

نکته: اگر در سؤالات نوسان، مسافت طی شده را مثلاً در بازه‌ی (t, t') بخواهند باید ابتدا مقادیر t و t' را در معادله‌ی $x - t$ جایگذاری کنیم تا مکان نوسانگر در این نقاط به دست آید آنگاه مسیر حرکت را رسم کرده تا با توجه به آن مسافت طی شده به دست آید. حال اگر بعد از جایگذاری زمان‌ها، زاویه‌های ناآشنا به دست آمد و x ها را نتوانستیم حساب کنیم آنگاه می‌توانیم برای مسافت طی شده از رابطه‌ی زیر استفاده کنیم:

$$\frac{\Delta t}{\frac{T}{2}} = k \xrightarrow{k \in \mathbb{Z}} \Delta S = 2kA$$

برای درک بیشتر: برای درک بیشتر مفاهیم بالا به مثال مهم زیر دقت کنید:

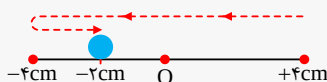
Q4: معادله‌ی مکان-زمان نوسانگری در SI به صورت $x = 0.04 \cos(\pi t)$ است. مطلوب است تعیین موارد زیر:

الف) جابه‌جائی نوسانگر در بازه‌ی $t_1 = \frac{1}{3} \text{ s}$ تا $t_2 = 1 \text{ s}$

$$\begin{cases} t_1 = \frac{1}{3} \text{ s} \Rightarrow x_1 = 4 \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = +2 \text{ cm} \\ t_2 = 1 \text{ s} \Rightarrow x_2 = 4 \cos(\pi) = -4 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow \Delta x = -4 - (2) = -6 \text{ cm}$$

ب) مسافت طی شده نوسانگر در بازه‌ی $t_1 = 0$ تا $t_2 = \frac{4}{3} \text{ s}$

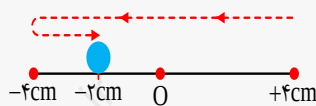
$$\begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 4 \cos 0 = +4 \text{ cm} \\ t_2 = \frac{4}{3} \text{ s} \Rightarrow x_2 = 4 \cos\left(\frac{4\pi}{3}\right) = -2 \text{ cm} \end{cases}$$



دقت کنید چون در ربع سوم است به همین علت نوسانگر در برشت به مکان $x = -2 \text{ cm}$ می‌رسد.

ج) مسافت طی شده توسط نوسانگر در بازه‌ی $t_1 = 0/1 \text{ s}$ تا $t_2 = 3/1 \text{ s}$

$$\begin{cases} k = \frac{\Delta t}{T/2} = \frac{3/1 - 0/1}{1} = 3 \\ \Delta S = 2kA = 2(3)(4) = 24 \text{ cm} \end{cases}$$

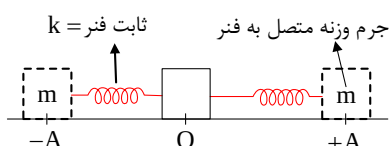


چون در این سؤال با جایگذاری مقادیر x, t جابه‌دست نمی‌آید پس می‌نویسیم:

خلاصه سوم: سامانه جرم - فنر - شتاب و سرعت بیشینه نوسانگر

۳-۱ سامانه جرم - فنر

الف) ابتدا می‌دانیم فنر تا هر کجا کشیده یا فشرده شود دامنه تا همان جا می‌شود و دوره‌ی آن از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است



$$\begin{cases} \text{ب) } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \\ \text{ج) دوره‌ی فنر به دامنه‌ی نوسان آن بستگی ندارد} \end{cases}$$



$$a = -\omega^2 x \xrightarrow{x=A} a_{\max} = A\omega^2 \xrightarrow{F=ma} F = -m\omega^2 x$$

معادله‌ی شتاب

شتاب بیشینه

معادله‌ی نیرو

۳-۲ شتاب نوسانگر

۳-۳ سرعت بیشینه نوسانگر

می دانیم سرعت نوسانگر هنگام گذر از مبدأ نوسان بیشینه است که این مقدار بیشینه از رابطه‌ی $(v_{\max} = A\omega)$ به دست می‌آید

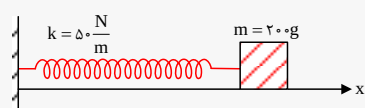
به طور مثال: اگر معادله‌ی مکان - زمان نوسانگری در SI به صورت مقابل باشد آنگاه سرعت بیشینه آن چنین می‌شود: $x = 0.02 \cos(2\pi t)$

$$v_{\max} = A\omega = 0.02(2\pi) = \frac{4}{100} \frac{m}{s}$$

برای درک بیشتر: مباحث مربوط به فنر، شتاب و سرعت بیشینه از جمله مباحثی در نوسان است که اغلب از آن‌ها سوالات ترکیبی با مباحث دیگری نوسان طرح می‌شوند در

زیر چند مورد آن‌ها را بررسی می‌کنیم:

Q۵ در شکل زیر، اصطکاک سطح افقی ناچیز است. وزنه را ۳ cm از حالت تعادل در جهت محور کشیده و رها می‌کنیم تا حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. در نیم ثانیه اول،



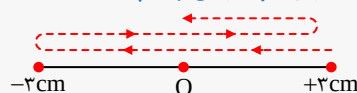
مسافتی که نوسانگر می‌پیماید، چند برابر بزرگی جابه‌جایی آن است؟ $(\pi = \sqrt{10})$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{10} \times \sqrt{\frac{0.2}{50}} = \frac{0.4}{5} s$$

ابتدا دوره‌ی فنر را محاسبه می‌کنیم:

مپس $\Delta t = 0.5 s$ که در سؤال آمده است را در صلب دوره می‌نویسیم:

$$\Delta t = 0.5 s = \frac{\Delta T}{f} = T + \frac{T}{f} \xrightarrow{\text{مسیر حرکت}}$$

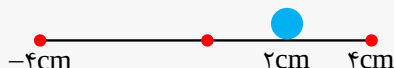


$$|\Delta x| = 3 \text{ cm} \quad \Delta S = \Delta(3 \text{ cm}) = 1.5 \text{ cm} \Rightarrow \frac{\Delta S}{\Delta x} = \frac{1}{2}$$

طبق مسیر رسم شده می‌نویسیم:

Q۶ نوسانگری روی پاره‌قطبی به طول ۸ cm روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر در لحظه‌ای که حاصله نوسانگر از نقطه تعادل برابر ۳ cm

است، بزرگی شتاب برابر $\frac{\pi^2}{4} \left(\frac{m}{s}\right)$ باشد، قدری نوسانگر در لحظه عبور از نقطه تعادل چند متر بر ثانیه است؟



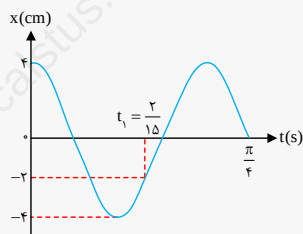
ابتدا شکل سؤال را با توجه به اطلاعات داده شده رسم می‌کنیم:

$$a = \omega^2 x \Rightarrow \frac{\pi^2}{4} = \omega^2 \left(\frac{3}{100}\right) \Rightarrow \omega^2 = \frac{100\pi^2}{12} \Rightarrow \omega = \frac{10\pi}{\sqrt{3}} = \frac{10\pi}{2} = 5\pi$$

$$v_{\max} = A\omega = \frac{4}{100} \times 5\pi = \frac{\pi}{5}$$

می‌دانیم سرعت نوسانگر هنگام گذر از مبدأ نوسان بیشینه است پس:

Q۷ نمودار مکان - زمان - نوسانگری به جرم ۵۰ گرم مطابق شکل زیر است. نیروی وارد شده بر نوسانگر در لحظه‌ی t_1 چند نیوتن است؟ $(\pi^2 = 10)$



$$\text{محاسبه‌ی دوره فنر: } \frac{\pi}{f} = \frac{\Delta T}{f} \Rightarrow T = \frac{\pi}{f}$$

$$\text{محاسبه‌ی بسامد زاویه‌ای: } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.4} = 5\pi$$

$$\text{محاسبه‌ی نیرو: } F = m\omega^2 x = \frac{5}{100} \times (5\pi)^2 \times (0.02) = 0.1 \text{ N}$$

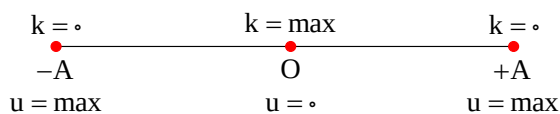
برای کل مسئله سه مرتبه‌ی زیر را انجام می‌دهیم:



خلاصه چهارم: انرژی نوسانگر



۴-۱ بررسی انواع انرژی نوسانگر



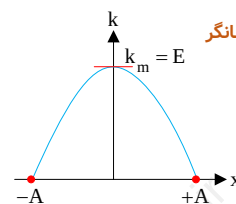
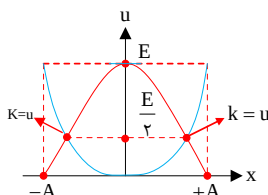
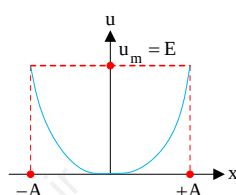
$k = \frac{1}{2}mv^2$: انرژی جنبشی
 $u = \frac{1}{2}kx^2$: انرژی پتانسیل
 تغییر طول فنر ثابت فنر
 $E = k + u$: انرژی مکانیکی (کل)

تذکر: از رابطه $u = \frac{1}{2}kx^2$ سؤال مطرح نمی‌شود اما بهتر است برای فهم بهتر و حل راحت‌تر سؤالات این رابطه را یاد بگیرید.

۴-۲ روابط انرژی مکانیکی نوسانگر

الف) $E = k_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \rightarrow$ اگر جرم و دوره‌ی نوسانگر معلوم باشد

ب) $E = u_{\max} = \frac{1}{2}kx_{\max}^2 = \frac{1}{2}k'A^2 \rightarrow$ اگر ثابت فنر معلوم باشد



۴-۳ نمودارهای انرژی نوسانگر

۴-۴ بررسی نسبت انرژی‌ها

رابطه‌ی انواع انرژی با مکان (الف)

$$\begin{cases} E \equiv A^2 \\ u \equiv x^2 \\ k \equiv A^2 - x^2 \end{cases}$$

رابطه‌ی انواع انرژی با سرعت (ب)

$$\begin{cases} E \equiv v_m^2 \\ k \equiv v^2 \\ u \equiv v_m^2 - v^2 \end{cases}$$

برای درک بیشتر: مطالب مربوط به انرژی نوسانگر مطلب این خلاصه تقریباً هر سال قوی‌کنکور ارزش سؤال داریم و همیشه گفت به جورایی مهم‌ترین درسی است این فصل

هست پس جرم با چند تا مثال کلی تسلط خودمون رو ببریم بالا آماده اید بچه‌ها؟؟؟

❓ **Q۸** فیزی که جرم وزنه متصل به آن ۵۰ گرم است روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر دامنه نوسان ۲ cm و انرژی جنبشی و پتانسیل

نوسانگر در یک لحظه ۵ mJ و ۱۵ mJ باشد آنگاه: $(\pi^2 \approx 10)$

الف) ثابت فنر

$$E = k + u = 20 \text{ mJ} \quad E = \frac{1}{2}k'A^2 \Rightarrow 20 \times 10^{-3} = \frac{1}{2}k'(4 \times 10^{-2})^2 \Rightarrow k' = 1000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

ب) بسامد نوسانگر

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow 20 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 4 \times 10^{-4} \omega^2 \Rightarrow \omega^2 = 1000 \Rightarrow \omega = 10\sqrt{10} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

پس طبق رابطه‌ی بسامد زاویه‌ای می‌نویسیم:

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow 10\sqrt{10} = 2\sqrt{10}f \Rightarrow f = 5 \text{ HZ}$$



ج) در لحظه ای که انرژی پتانسیل نوسانگر ۴mJ است سرعت آن چند $\frac{m}{s}$ است؟

$$E = k + u \Rightarrow k = 16mJ = \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow 16 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{10}\right) V^2 \Rightarrow V = 0.4 \sqrt{\frac{m}{s}}$$

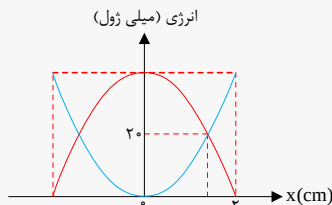
د) در لحظه ای که سرعت نوسانگر $\frac{\sqrt{2}}{4}$ برابر سرعت بیشینه آن است، اختلاف انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر چند میلی ژول است؟

$$\frac{V}{V_m} = \sqrt{\frac{k}{E}} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{4} = \sqrt{\frac{k}{E}} \Rightarrow \frac{k}{E} = \frac{1}{8} \Rightarrow k = 2.5mJ$$

$$\begin{cases} u = E - k = 10 - 2.5 = 7.5mJ \\ u - k = 7.5 - 2.5 = 5mJ \end{cases}$$

حال با توجه به مقدار انرژی مکانیکی می توان نوشت:

سؤال مقابل، نمودار تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل سامانه جرم-فنری را در حین نوسان می دهد. اگر حداقل زمانی که طول می کشد که انرژی جنبشی نوسانگر از صفر به ۴mJ برسد برابر ۰.۵s باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در لحظه عبور از مکان $x = 0$ چند متر بر ثانیه است؟



$$2mJ = \frac{E}{2} \Rightarrow E = 4mJ$$

طبق پاره خط زیر مدت زمانی که طول می کشد تا از $k = 0$ به $k = 4mJ = k_{max}$ برسیم برابر $\frac{T}{4}$ است پس:

$$0.5 = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 2s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{2} = \pi$$

$$V_{max} = A\omega = \frac{2}{10} \times \pi = 0.2\pi$$

می دانیم سرعت نوسانگر هنگام عبور از $x = 0$ سرعت بیشینه است پس:

خلاصه پنجم: آونگ ساده



طول آونگ l بسامد زاویه ای آونگ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

محاسبه ی دوره آونگ: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

شتاب گرانش محل g

۵-۲) T تغییر می کند $\rightarrow l$ تغییر می کند $\rightarrow$ آونگ بریده یا کشیده شود

ضریب انبساط طولی α $\rightarrow l_p = l_1(1 + \alpha \Delta\theta)$ دمای محیط را تغییر دهیم

۵-۳) شتاب آسانسور a $\rightarrow$ آونگ را در آسانسور بگذاریم $g' = g \pm a$

جرم m و فاصله از مرکز سیاره است $\rightarrow g = \frac{Gm}{r^2}$ آونگ را به ارتفاعات یا سیارات دیگر ببریم



برای درک بیشتر: همانطور که داخل خلاصه دیدید آونگ روفیلی راحت می تونن با مباحث دیگه نوسان و حتی فصل های دیگه فیزیک ترکیب کنند که بریم برای تسلط شما روی

این مبحث سؤال های زیر رو برر می کنیم:

آونگ یک ساعت پاندولی در مدت ۲۶ ثانیه ۲ نوسان کامل انجام می دهد مطلوبست تعیین موارد زیر: ($g = \pi^2$)

الف) طول آونگ

$$T = \frac{t}{n} = \frac{36}{20} = 1.8 \text{ s} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \xrightarrow[\text{توان ۲}]{\text{طرفین به}} 1.8 \times 1.8 = 4\pi^2 \left(\frac{l}{g}\right) \Rightarrow l = 0.81 \text{ m}$$

ب) اگر طول آونگ را ۱۷cm کم کنیم آنگاه دوره آن چند برابر می شود؟

$$T \equiv \sqrt{l} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \sqrt{\frac{17-17}{17}} = \sqrt{\frac{64}{17}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{8}{\sqrt{17}}$$

ج) اگر آونگ را به سطح میاره ای ببریم که شتاب گرانش در سطح آن $\frac{8}{9} \frac{m}{s^2}$ باشد آنگاه ساعت در مدت یک شبانه روز عقب می افتد یا جلو؟ چقدر؟

ساعت عقب می افتد $\Rightarrow$ آونگ کندتر نوسان می کند $\Rightarrow$ افزایش دوره $\Rightarrow$ کاهش g

$$T \equiv \frac{1}{\sqrt{g}} \left\{ \begin{array}{l} \frac{T_s}{T_e} = \sqrt{\frac{g_e}{g_s}} \Rightarrow \frac{T_s}{T_e} = \sqrt{\frac{10}{8/9}} \Rightarrow T_s = 2s \end{array} \right.$$

اختلاف T_e و T_s برابر $2/20$ ثانیه است یعنی به ازای هر نوسان ساعت $2/20$ ثانیه عقب می افتد. حال ابتدا نوسان در سطح میاره در هر شبانه روز را حساب می کنیم:

$$n = \frac{t}{T} = \frac{24h}{2s} = \frac{24 \times 3600}{2} = 24 \times 1800$$

حال با استفاده از یک تناسب ساده داریم:

تعداد نوسان	زمانی که عقب می افتد
۱	$2/20 \text{ s}$
24×1800	Δt

یا $\Delta t_{\text{عقب}} = 24 \times 1800 \times \left(\frac{2}{20} \text{ s}\right) = 864 \text{ s}$ یا $2/4h$



فصل ۴ فیزیک دوازدهم / چهار تست در کنکور

موج

خلاصه چهارم

مقایسه‌ی تندی صوت در حالت‌های مختلف ماده

شدت صوت

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{tA} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$I = \left(\frac{Af}{r}\right)^2$$

شدت تراز صوت

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$\Delta B = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

خلاصه اول

آشنایی با مفاهیم اولیه‌ی موج

علامت کمیت‌های مختلف در نقش موج

انواع حرکت‌ها در موج

حرکت خود موج $\Delta x_{\text{موج}} = (V_{\text{موج}}) \Delta t$

مسافت ذرات $d = n(\lambda A) = \frac{t}{T}(\lambda A)$

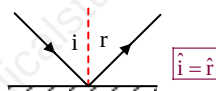
انواع سرعت در موج

سرعت خود موج $V_{\text{موج}} = \frac{\lambda}{T}$

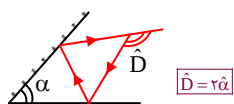
ذره در قله یا دره
 باشد $V = 0 \leftarrow$
 ذره روی خط تعادل
 باشد $V_{\text{max}} = A\omega \leftarrow$

خلاصه پنجم

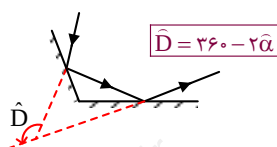
تعاریف اولیه بازتاب موج



قانون بازتابش عمومی نور



زاویه‌ی انحراف



خلاصه دوم

محاسبه‌ی تندی انتشار موج عرضی در طناب

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{Fl}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} \leftarrow$$

تأثیر طول بر تندی موج

خلاصه سوم

میدان الکترومغناطیسی

قانون دست راست

رابطه ماکسول $C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$

خلاصه ششم

بررسی پدیده‌ی شکست نور

قانون اسنل دکارت $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

ثابت $n = \frac{C}{V} \rightarrow n_1 V_1 = n_2 V_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_2}{V_1}$

روابط ریاضی شکست نور

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

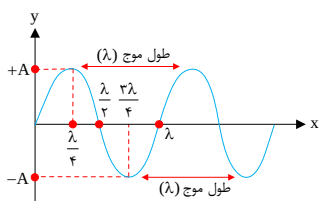
$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

تمام کمیت‌ها با یکدیگر رابطه‌ی مستقیم ولی با ضریب شکست رابطه‌ی عکس دارد.



فصل یازدهم: موج

خلاصه اول: امواج مکانیکی



پس از شکل بالا در می یابیم فاصله ی هر قله از دره متوالی خودش $\frac{\lambda}{4}$ است.

۱-۱ آشنایی با مفاهیم اولیه ی موج

$+A$ و $-A$ دامنه ی موج

λ = فاصله ی بین دو قله یا دو دره ی متوالی

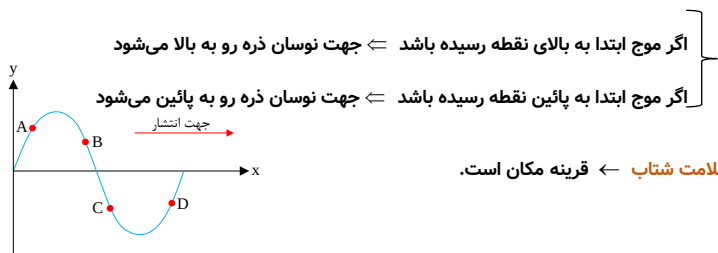


۱-۲ علامت کمیت های مختلف در نقش موج

الف) جهت نوسان ← هر ذره حرکت ذره قبل خود را تکرار می کند ←

ب) علامت مکان ← علامت y نقطه است.

ج) علامت شتاب ← قرینه مکان است.



اگر موج ابتدا به بالای نقطه رسیده باشد ⇒ جهت نوسان ذره رو به بالا می شود

اگر موج ابتدا به پائین نقطه رسیده باشد ⇒ جهت نوسان ذره رو به پائین می شود

جهت انتشار

ذره	مکان	نوسان	سرعت	شتاب	نوع حرکت
A	+	↓	-	-	تندشونده
B	+	↑	+	-	کندشونده
C	-	↑	+	+	تندشونده
D	-	↓	-	+	کندشونده

به قله یا ذره نزدیک شود ← حرکت کند شونده است.

به خط تعادل (مبدأ) نزدیک شود ← حرکت تند شونده است.

و) نوع حرکت

ذره بالا رود ← $v > 0$

ذره پائین رود ← $v < 0$

د) علامت سرعت

جابجائی موج ← چون حرکت موج یکنواخت است ← $\Delta x = (v_{\text{موج}}) \Delta t$

مسافت ذرات ← در هر دوره ۴ برابر دامنه موج است ← $\Delta s = n(4A)$

۱-۳ انواع حرکت ها در موج

سرعت خود موج ← $\lambda = VT$ ← $v_{\text{موج}} = \frac{\lambda}{T}$

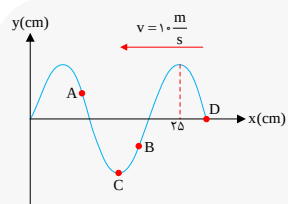
ذره در قله یا ذره باشد ← $V = 0$

(سرعت ذرات دیگر در موقعیت های دیگر درموج پرسیده نخواهد شد)

سرعت نوسان ذره

ذره روی مبدأ باشد ← $V_{\text{max}} = A\omega$

۱-۴ انواع سرعت در موج



برای درک بیشتر: بچه ها بریم فصل موج رو بایک سؤال چند قسمتی شروع کنیم. تمام موارد بالا رو در این دو سؤال آوردیم:

شکل مقابل نقش یک موج عرضی در لحظه $t = 0$ را نشان می دهد. با توجه به شکل به موارد خواسته شده پاسخ دهید:

الف) علامت شتاب و سرعت ذرات A و B مکان مثبت پس $a_A < 0$ و مکان منفی پس $a_B > 0$

ب) انرژی جنبشی کدام ذره در حال کاهش است؟ ذره D چون نوسان آن به سمت پائین (دره) است و به $V = 0$ نزدیک می شود

پ) فاصله ی هر قله از دره ی متوالی خود در موج

$$\Delta x = \frac{\lambda}{4} = \Delta \text{cm}$$

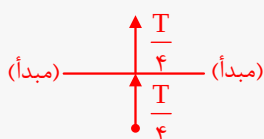
$$\lambda = VT \Rightarrow 0.2 = 10 \cdot T \Rightarrow T = 0.02 \text{ s}$$

ت) دوره نوسان ذرات محیط انتشار

ث) سرعت کدام ذره محیط پیشینه است؟ این مقدار چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟ ($\pi = 3$)

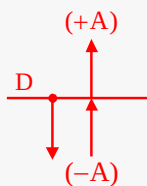
$$V_{\text{max}} = A\omega = \frac{4}{100} \times \frac{2\pi}{0.02} = \frac{4 \times 2 \times 3}{2} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ذره D چون روی مبدأ نوسان است که مقدار آن برابر است با:



ج) مکان ذره ی C در لحظه $t = 0.01 \text{ s}$ ؟ سرعت ذره در این لحظه چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟

$$V = 0 \Rightarrow \text{پس از این زمان چون ذره در قله قرار می گیرد} \Rightarrow t = 0.01 \text{ s} = \frac{T}{2}$$



چ) محاسبه ی جابه جایی و مسافت طی شده ذره ی D بعد از $\frac{3T}{4}$

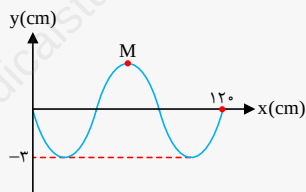
مسیری که ذره ی D بعد از $\frac{3T}{4}$ طی می کند مطابق شکل رویدر راست: $\Delta x = +A$ و $\Delta S = 3A$

فقط توجه کنید ذره ابتدا به دره و سپس به گشته و به قله می رود

برای درک بیشتر: بررسی نقش موج بعد از گذشت مدتی، بررسی نوع حرکت، جهت آن و مواردی از این قبیل از دیگر موارد مهم موج است که در سؤال زیر به بررسی آن می پردازیم:

می پردازیم:

شکل زیر نقش یک موج عرضی را در لحظه ی $t = 0$ نشان می دهد که با سرعت $10 \frac{m}{s}$ در جهت محور x ها در حال انتشار است. مطلوبست تعیین موارد خواسته شده:



الف) مسافتی که ذره ی M در مدت $t_1 = 0.1s$ تا $t_2 = 0.5s$ طی می کند

$$\begin{cases} 12 \text{ cm} = \frac{3\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 8 \text{ cm} \\ \lambda = VT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{V} = \frac{8}{10} = 0.8 \text{ s} \end{cases}$$

$$\Delta t = 0.5s - 0.1s = 0.4s = \frac{T}{2} \Rightarrow \Delta S = 2A = 6 \text{ cm}$$

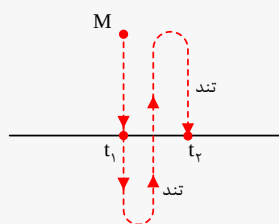
مپس بازه ی t_1 تا t_2 را به حسب دوره می نویسیم و در نهایت مسافت طی شده را محاسبه می کنیم:

ب) در بازه ی $t_1 = 0.2s$ تا $t_2 = 0.1s$ چند ثانیه حرکت ذره ی M تدرشونده است؟

ابتدا هر دو لحظه را به حسب دوره (T) می نویسیم سپس مکان M را در این لحظات به دست می آوریم:

$$t_1 = 0.2s = \frac{T}{4}$$

$$t_2 = 0.1s = \frac{\Delta T}{4}$$



$$\Delta t = 2\left(\frac{T}{4}\right) = 0.4s$$

ج) رسم نقش موج در لحظه ی $t = 0.4s$

ابتدا می دانیم که $t = 0.4s = \frac{T}{2}$ است سپس مکان چند نقطه مهم از موج را بعد از این مدت پیدا کرده و در نهایت با وصل کردن نقاط به دست آمده شکل موج به دست می آید یا

می توانیم در روش دیگر محور y ها را به اندازه $\frac{\lambda}{4}$ عقب بکشیم (خلاص جهت انتشار موج) پس نقش موج را رسم نماییم.



خلاصه دوم: محاسبه ی تند ی موج / توان انتقال انرژی



۲-۱ محاسبه ی تند ی انتشار امواج

برای محاسبه ی تند ی انتشار امواج در موج عرضی با توجه به اطلاعات مسئله از یکی از روابط زیر استفاده می کنیم:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{m}{l}$$

$$V = \sqrt{\frac{Fl}{m}}$$

$$m = \rho v$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$A = \pi r^2$$

$$V = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

چگالی خطی طناب معلوم باشد

طول یا جرم طناب معلوم باشد

چگالی و سطح مقطع طناب معلوم باشد

شعاع (قطر) طناب معلوم باشد



۲۰۲

روش‌های تغییر طول طناب

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{طناب بریده شود} \rightarrow \text{ثابت } \mu \rightarrow m \rightarrow l \text{ با هم تغییر می‌کند} \\ \text{طناب کشیده شود} \rightarrow \text{ثابت } m \rightarrow V \equiv \sqrt{Fl} \text{ تغییر می‌کند} \end{array} \right.$$

$$P \equiv A^2 f^2 \xrightarrow{f = \frac{V}{\lambda}} P \equiv \left(\frac{AV}{\lambda} \right)^2$$

آهنگ انتقال انرژی برای همه انواع امواج مکانیکی، با مربع دامنه و مربع بسامد موج متناسب است:

۲۰۳ توان انتقال انرژی

برای درک بیشتر: فرمول‌هایی که نوی خلاصه بالا با هم خواندیم جز فرمول‌های پرکاربرد موج هست پس بریم مثال زیر را با هم تمرین کنیم تا درک و کاربرد اون‌ها واستون راحت‌تر بشه

Q۳ در میمی به چگالی $10 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ موج عرضی با بسامد 600 Hz ایجاد شده و طول موج آن 20 cm است. اگر نیروی کشش این میم 36 N باشد:

الف) سطح مقطع این میم چند میلی متر مربع است؟ ابتدا سرعت موج را معامبه می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow 0.2 = \frac{V}{600} \Rightarrow V = 120 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

مپس با توجه به رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ می‌نویسیم:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow 120 = \sqrt{\frac{36}{10^3 \times A}} \xrightarrow{\text{طرفین به توان ۲}} 120^2 \times 10^3 = \frac{36}{A} \rightarrow A = \frac{36}{10^6 \times 144} \text{ m}^2 = \frac{0.25}{10^6} \text{ m}^2 = \boxed{0.25 \text{ mm}^2}$$

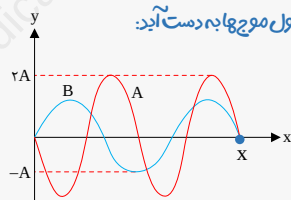
ب) اگر طول میم را نصف کرده و نیروی وارد بر آن را یک درصد افزایش دهیم، سرعت موج در میم چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ می‌شود؟

اگر طول میم نصف شود، جرم آن هم نصف می‌شود پس این تغییر طول در سرعت تأثیر ندارد اما تغییر نیرو تأثیر دارد پس می‌توان نوشت:

$$V = \sqrt{\frac{F}{m}} \Rightarrow V = \sqrt{F} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \Rightarrow \frac{V_2}{120} = \sqrt{\frac{1}{144}} = 1/12 \Rightarrow V_2 = \boxed{144 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Q۴ شکل زیر عکس لفظی ای از دو موج A و B را که در یک محیط منتشر می‌شوند، نشان می‌دهد. آهنگ انتقال انرژی در موج A چند برابر آهنگ انتقال انرژی در موج B است؟

آخرین نقطه تلاقی دو نمودار روی محور افقی را به نقطه یک بار این را به راسب λ_A و بار دیگر در راسب λ_B می‌نویسیم تا رابطه بین طول موج‌ها بدست آید:



$$x = \frac{3\lambda_B}{2} = \frac{4\lambda_A}{2} \Rightarrow \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{4}{3}$$

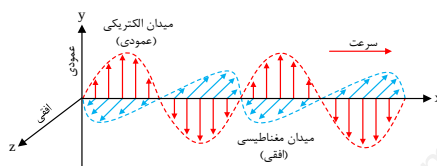
چون دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند لذا سرعت آن‌ها برابر است مپس طبق رابطه انتقال انرژی می‌نویسیم:

$$P \equiv (Af)^2 \equiv \left(A \times \frac{V}{\lambda} \right)^2 \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \left(\frac{A_A}{A_B} \times \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \right)^2 = \left(\frac{2A}{A} \times \frac{4}{3} \right)^2 = \boxed{\frac{64}{9}}$$

خلاصه سوم: امواج الکترومغناطیسی

۳۰۱ میدان الکترومغناطیسی

شکل زیر که در آن هم میدان الکتریکی و هم میدان مغناطیسی وجود دارد را میدان الکترومغناطیسی گویند



نکته: با توجه به شکل بالا می‌توان نتیجه گرفت جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بعد از گذشت زمان $\frac{T}{2}$ تغییر می‌کند.

نتایج شکل

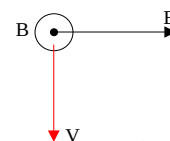
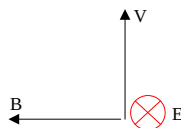
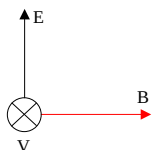
$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{E} \perp \vec{B} \\ \vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{V} \end{array} \right.$$

چون میدان‌های E و B بر راستای V عمود هستند لذا می‌توان گفت امواج الکترومغناطیسی عرضی هستند



۳-۲ قانون دست راست

اگر چهار انگشت دست راست را در جهت E قرار دهیم به طوریکه کف دستان به سمت B باشد آنگاه انگشت شست جهت V را نشان می‌دهد.



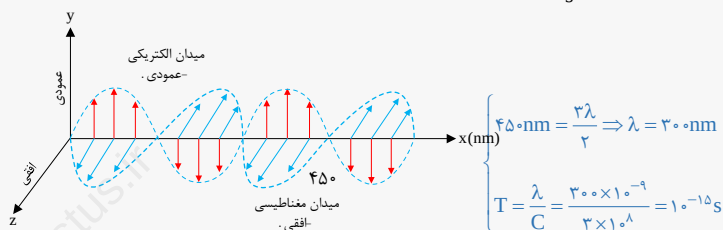
۳-۳ رابطه‌ی ماکسول

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \quad \left\{ \begin{array}{l} \mu_0 = \text{ضریب تراوانی مغناطیسی خلأ} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A} \\ \epsilon_0 = \text{ضریب گذردهی الکتریکی خلأ} = \frac{1}{8/85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}} \end{array} \right.$$

با جایگذاری μ_0 و ϵ_0 در رابطه فوق $C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ می‌شود که مقدار آن همواره ثابت است و همان سرعت نور در هواست.

برای درک بیشتر: این مبث از جمله مبانی از موج هست که سوالات آن از چند حالت خارج نیست و جز مبث تقریباً ساده موج است اما برای پوشش کامل مبث از این خلاصه هم یک سؤال جامع حل می‌کنیم، پس به دقت مثال زیر را با هم می‌خوانیم:

شکل زیر تصویر لفظی از موجی الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با سرعت $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ در حال انتشار است. مطلوب است تعیین موارد زیر:



الف) دوره نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی چند ثانیه است؟

$$\begin{aligned} 450 \text{ nm} &= \frac{3\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 300 \text{ nm} \\ T &= \frac{\lambda}{C} = \frac{300 \times 10^{-9}}{3 \times 10^8} = 10^{-15} \text{ s} \end{aligned}$$

ب) جهت انتشار موج به کدام سمت است؟

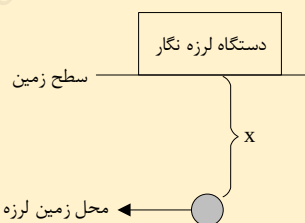
مثلاً اگر $\frac{T}{2}$ اول را در نظر بگیریم آنگاه $\Rightarrow$ جهت انتشار در جهت محور x است

ج) این موج در کدام محدوده طیف امواج الکترومغناطیسی است؟ اگر $40 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm}$ باشد در محدوده امواج مرئی، اگر λ کمتر از 40 nm باشد در محدوده امواج فرابنفش و اگر λ بیش از 750 nm باشد در محدوده امواج فرورسرخ است پس این موج در محدوده امواج فرابنفش است. (چون $300 \text{ nm} < 40 \text{ nm}$ شد)

د) بعد از گذشت $5 \times 10^{-16} \text{ s}$ جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی کدام سواست؟

$$\Delta t = 5 \times 10^{-16} \text{ s} = \frac{T}{2} \Rightarrow \text{جهت E و B نسبت عکس می‌شود} \Rightarrow \begin{cases} \text{E به سمت پایین} \\ \text{B به سمت داخل صفحه (درفسو)} \end{cases}$$

نکته: یکی از منشأهای مهم امواج لرزه‌ای، زمین‌لرزه‌ها هستند. دو نوع از امواج لرزه‌ای، امواج اولیه P که جز امواج طولی‌اند و امواج ثانویه S که جز امواج عرضی هستند و $V_p > V_s$ می‌باشد. دستگاه‌های لرزه‌نگار موج‌های P و S حاصل از یک زمین‌لرزه را ثبت می‌کنند و با توجه به اختلاف زمانی (Δt) که این امواج به دستگاه می‌رسند فاصله‌ی محل زمین‌لرزه از سطح زمین را به صورت زیر محاسبه می‌کنند



$$V_p > V_s \Rightarrow t_p < t_s$$

$$t_s - t_p = \Delta t \Rightarrow \frac{x}{V_s} - \frac{x}{V_p} = \Delta t \Rightarrow x \left(\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p} \right) = \Delta t \Rightarrow x = \frac{\Delta t}{\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p}}$$

بماسته کردن معادله به دست می‌آید



برای درک بیشتر: نکته بالا از مفاهیم اصلی کتاب درسی است و به همین علت هم قابلیت طرح سؤال در امتحان نهائی و هم در کنکور را دارد. در قدم با هم دیدگاه مسئله ارزش حل کنیم:

Q۱؟ در یک زمین لرزه، امواج اولیه P و امواج ثانویه S به ترتیب با قدری $\frac{km}{s}$ و $\frac{km}{s}$ با اختلاف زمانی ۲ دقیقه به یک دستگاه لرزه نگار روی سطح زمین می‌رسند. اگر این موج‌ها روی خط راست حرکت کنند، در چه فاصله‌ای از دستگاه لرزه نگار در صوب کیلومتر زلزله رخ داده است؟

$$t_s - t_p = 2 \text{ min} \Rightarrow \frac{x}{\Delta} - \frac{x}{10} = 180 \text{ s} \Rightarrow x \left(\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{10} \right) = 180 \text{ s} \Rightarrow x = 180 \cdot \Delta \text{ km}$$

خلاصه چهارم: امواج صوتی

۴-۱) مقایسه تندی صوت در حالات ماده

می‌دانیم صوت یک موج مکانیکی طولی است و هر چه مولکول‌های یک ماده به هم نزدیکتر باشد سرعت انتقال صوت در آن ماده بیشتر است پس:

$$V_{\text{جامد}} > V_{\text{مایع}} > V_{\text{گاز}}$$

۴-۲) شدت صوت

برابر با توان صوتی است که از واحد سطح جسم عبور می‌کند، کمیت نرده‌ای، نماد آن I و طبق روابط زیر به دست می‌آید:

الف) $I = \frac{P}{A}$ (توان صوت / مساحت تماس) $\Rightarrow I \text{ واحد } = \frac{W}{m^2}$

ب) $P = \frac{E}{t} \Rightarrow I = \frac{E}{tA}$ (انرژی صوتی / زمان انتقال صوت)

د) $\begin{cases} I \equiv P \equiv A^2 f^2 \\ I \equiv \frac{1}{r^2} \end{cases} \Rightarrow I \equiv \left(\frac{A f}{r} \right)^2$ (دامنه موج A = ، بسامد موج f =)

ج) $I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow A = 4\pi r^2 \Rightarrow I = \frac{P}{4\pi r^2}$ (فاصله منبع صوت تا نقطه مورد نظر)

۴-۳) در این رابطه برحسب دسی‌بل است $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$: تراز شدت صوت

نکته: اگر شدت صوتی از I_0 به I_1 تغییر کند آنگاه می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow \Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

برای محاسبه $\frac{I_2}{I_1}$ از روابط موجود در قسمت شدت صوت استفاده می‌کنیم.

برای درک بیشتر: مبض صوت به علت تیپ سؤالات خوب و متفاوتی که دارد تقریباً پای ثابت تمام کنکور هاست و ماکزیم مثال‌های زیر با طشون این نکات رو تثبیت می‌کنیم:

شدت صوتی $2\sqrt{10} \times 10^{-5}$ برابر شدت صوت مرجع است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ ($\log 2 = 0.3$)

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log (2\sqrt{10} \times 10^{-5}) = 10 (\log 2 + \log \sqrt{10} + \log 10^{-5}) = 10 (\log 2 + \log 10^{0.5} + \log 10^{-5}) = 10 (0.3 + 0.5 + -5) = -42.5 \text{ dB}$$

Q۸؟ در یک فضای باز، تراز شدت صوت در فاصله ۵ متری چشمه صوت برابر ۶۰ دسی‌بل است. توان چشمه صوت چند میلی‌وات است؟ ($\pi = 3$ ، $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$)

جذب انرژی توسط محیط صرف نظر شود.

اجدا با توجه به تراز شدت صوت مقدار خود شدت را حساب می‌کنیم:

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 60 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 6 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \log 10^6 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 10^6 = \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow 10^{-6} = \frac{P}{4 \times 3 \times 2500} \Rightarrow P = 3 \times 10^{-2} W = 30 \text{ mW}$$

مپس با توجه به رابطه‌ی شدت صوت مقدار توان آن را به دست می‌آوریم:



نمودار جابه جایی - مکان در موج صوتی که در یک محل، به گوش شنونده ای می رسد مطابق شکل زیر است. در مقایسه ی تراز شدت این دو صوت، کدام گزینه درست است؟ Q9



است؟ $(\log 2 = 0.3)$

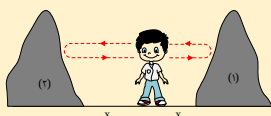
چون دو صوت در یک محل به گوش شنونده می رسد پس $\lambda_A = \lambda_B$ می باشد پس می توانیم بنویسیم:

$$I = \left(\frac{A}{r}\right)^2 = \left(A \times \frac{v}{\lambda}\right)^2 \Rightarrow I = \left(\frac{A}{\lambda}\right)^2 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{A_A}{A_B} \times \frac{\lambda_B}{\lambda_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = (2 \times 2)^2 = 16$$

$$\Delta B = 10 \log \frac{I_A}{I_B} = 10 \log 16 = 10 \log 2^4 = 40 \log 2 \Rightarrow \Delta B = 40(0.3) = 12 \text{ dB}$$

پس با توجه به رابطه ی تراز شدت صوت می نویسیم:

نکته: وقتی شخصی مطابق شکل زیر بین دو کوه ایستاده و فریاد می زند آنگاه صوت ایجاد شده به هر کوه برخورد کرده و سپس به شخص برمی گردد که این پدیده را پژواک می نامند و می توانیم بنویسیم:



چون محیط برای پژواک ثابت است لذا طبق رابطه ی $(\text{صوت } S) = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ مقدار قندی صوت برای این دو پژواک هم ثابت است و می توانیم بنویسیم:

$$S = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{\Delta S_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2} \Rightarrow \frac{2x_1}{\Delta t_1} = \frac{2x_2}{\Delta t_2}$$

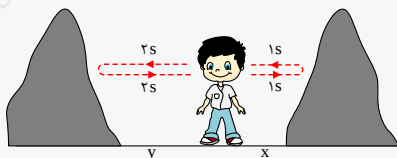
برای درک بیشتر: برای تثبیت مطالب گفته شده در بالا بریم یک سؤال کنکور حل کنیم. فقط توجه کنید چون در کتاب درسی هم به این مطالب اشاره شده امکان طرح سؤال

در امتحان نهایی هم از این مبحث زیاد پرسیدم سؤال فتن زیر رو تحلیل کنیم

Q10 دانش آموزی بین دو صخره قائم ایستاده است و فاصله ی بین دو صخره 1020 m است. دانش آموز فریادی می زند و اولین پژواک صدای خود را پس از 2 s و صدای پژواک

دوم را 2 s بعد از پژواک اول می شنود. فاصله دانش آموز از صخره نزدیک تر چند متر است؟

طبق سؤال زمان رفت و برگشت صوت برای پژواک اول ۲ ثانیه و برای پژواک دوم ۴ ثانیه است پس می نویسیم:



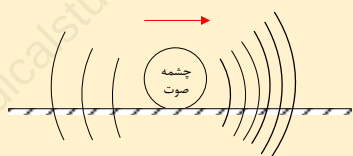
$$S = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \frac{x}{1} = \frac{y}{2} \Rightarrow y = 2x$$

از طرفی چون فاصله ی دو صخره از هم یعنی $(x + y = 1020 \text{ m})$ است پس می نویسیم:

$$x + y = 1020 \Rightarrow 3x = 1020 \Rightarrow x = 340 \text{ m}$$

همان فاصله ی شخص از صخره نزدیکتر

نکته: در این نکته می خواهیم به بررسی اثر دوپلر بپردازیم. می دانیم هر گاه فاصله ی چشمه صوت با شنونده تغییر کند بسامد شنیداری با بسامد صوت منبع متفاوت خواهد بود که به این پدیده اثر دوپلر گفته می شود. قبل از بررسی حالت های مختلف اثر دوپلر باید بدانیم:



این فاصله کم شود: $f_o > f_s$

بسامد شنیداری (f_o) = بستگی به فاصله ی شخص تا چشمه دارد

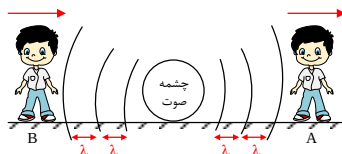
این فاصله زیاد شود: $f_o < f_s$

چشمه ثابت باشد $\lambda_o = \lambda_s$

طول موج شنیداری (λ_o) = بستگی به حرکت چشمه دارد

جلوی چشمه: تراکم جبهه های موج بیشتر و طول موج کوتاه تر پس $\lambda_o < \lambda_s$

پشت چشمه حرکت کند: تراکم جبهه های موج کم تر و طول موج بزرگ تر پس $\lambda_o > \lambda_s$



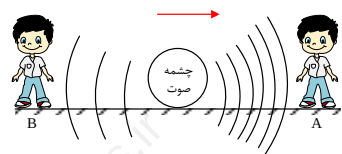
$$f_B > f_S \text{ و } f_A < f_S$$

الف) چشمه ثابت، شخص متحرک $\Rightarrow \lambda_B = \lambda_S = \lambda_A$ تراکم جبهه های صوت اطراف آن یکسان $\Rightarrow$ چشمه موج ثابت است

اکنون به بررسی دو حالت مختلف اثر دوپلر می پردازیم:

الف) چشمه ثابت، شخص متحرک

ب) چشمه متحرک، شخص ساکن



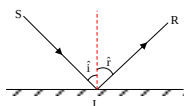
$$f_A > f_S \text{ و } f_B < f_S$$

ب) چشمه متحرک، شخص ساکن $\Rightarrow \lambda_A < \lambda_S, \lambda_B > \lambda_S$ تراکم جبهه های جلوی چشمه بیش تر و پشت آن کم تر است

خلاصه پنجم: بازتاب نور



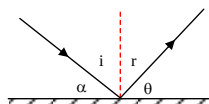
۵-۱ تعاریف اولیه: مطابق شکل زیر پرتو SI به سطح مانع تخت و صیقلی برخورد کرده و سپس از سطح آن پرتو IR بازتاب می شود آنگاه تعاریف اولیه در این شکل به شرح زیر است:



خط عمود IR = پرتو تابش SI =

زاویه بازتابش $\hat{r}$ زاویه تابش $\hat{i}$

۵-۲ قانون بازتاب عمومی: این قانون بیان می کند در برخورد پرتو نور به سطح صاف و صیقلی زاویه تابش و بازتابش برابر صفر است پس می توان نوشت:



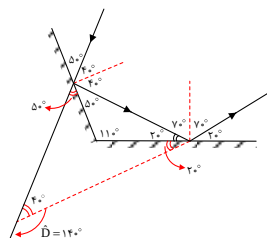
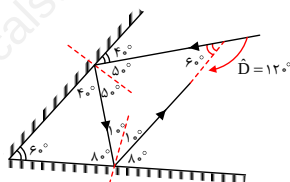
$$\hat{i} = \hat{r}$$

$$i + \alpha = 90^\circ = r + \theta$$

$$\alpha = \theta$$

۵-۳ زاویه انحراف

به زاویه بین امتداد پرتو تابش با امتداد پرتو بازتابش گویند، نماد آن $\hat{D}$ و می توان نوشت:

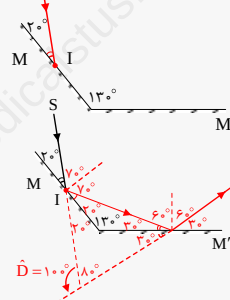


نکته: اگر α زاویه بین دو آئینه باشد - حاده - $D = 2\alpha$ - منفرجه - $D = 360^\circ - 2\alpha$

البته لازم به ذکر است در مسائلی که پرتو در مجموعه آئینه ها چندین بازتابش داشته باشد این روابط برقرار نیست و روش حل این دسته از مسائل را در مثال های زیر به طور مفصل توضیح داده ایم.

برای درک بیشتر: بچه ها همون طور که می دونید لقبای مبحث آئینه ها را در مقطع دوره اول و کتاب علوم هم داشتن اما شب اینجایا قراره سوالات پیچیده تر و جامع تری از اونارو

بفونیم چون ما تقریباً هر ساله توی کنکور از آئینه ها سوال داریم. ما هم چندتا مثال آوردم واستون که این مبحث رو هم عالی یاد بگیرین. آماده اید؟؟ پس بپردازیم



۱) مطابق شکل مقابل پرتوئی به سطح آئینه M می تابد. به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) پرتو نور خروجی از مجموعه نسبت به پرتو ورودی به آن چند درجه منصرف شده است؟

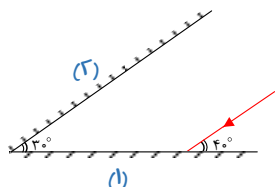
$$D = 360^\circ - 2\alpha = 360^\circ - 2(130^\circ) = 100^\circ \text{ (البته حل بدون فرمول در شکل زیر موجود است)}$$

ب) زاویه بازتاب نور در آئینه M' چند درجه است؟ طبق شکل معلوم است که این زاویه $\hat{r} = 60^\circ$ است.

ج) اگر زاویه پرتو SI با سطح آئینه ۲۰ درجه کم شود آنگاه زاویه انحراف پرتو خروجی نسبت به پرتو ورودی چگونه تغییر می کند؟



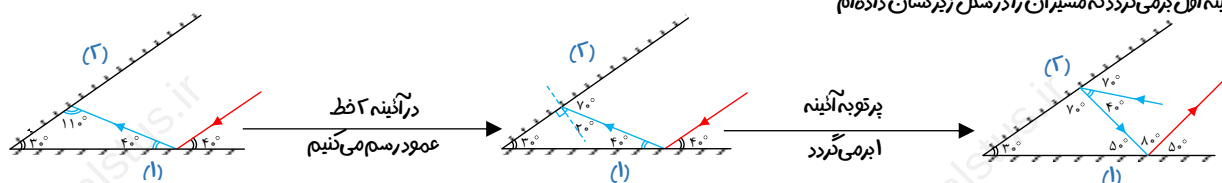
زاویه انحراف پرتوها فقط بستگی به زاویه بین دو آئینه دارد پس مقدارش در این سؤال ثابت می ماند



Q11 مطابق شکل زیر پرتو SI به آئینه (1) می تابد. زاویه ی بازتاب نهائی در آئینه ها چند درجه است؟

همانطور که در شکل روید و نگاه می کنید پرتو فرضی از آئینه (1) هنگامی که به آئینه (2) می تابد باز آئینه منفرجه (باز) بر فرد می کند در چنین مواردی پرتو از مجموعه خارج نشده و دوباره

به آئینه اول برمی گردد که مسیر آن را در شکل زیر نشان داده ام



در شکل آخر چون زاویه بین پرتو بازتاب نهائی با تابش به آن آئینه 80 درجه است پس $\hat{r} = 40^\circ$ می شود

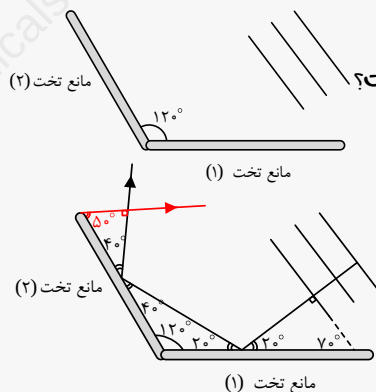
نکته: می دانیم جبهه ی تابش (ج . ت) خطی است که بر پرتو تابش (پ . ت) عمود می کنیم و جبهه ی بازتابش (ج . ب) خطی است که پرتو بازتابش (پ . ب) عمود می کنیم پس می توان گفت:

برای رسم بازتاب جبهه های موج امتداد خطی بر جبهه تابش عمود کرده که در حکم پرتو تابش است سپس پرتو بازتاب نهائی را رسم می کنیم و در نهایت بر آن خطی عمود کرده که این خط همان جبهه بازتابش است.



برای درک بیشتر: مطلب گفته شده در نکته بالا جز موارد جدید کتاب است اگر چه تاکنون سابقه تاریخی در کشور نداشته اما مایک مثال جامع ارزش حل می کنیم که خدای نکرده

سرطسه آزمون غافلگیر نشیم پس بریم با هم یک سؤال چالشی از این مبحث حل کنیم:



در شکل روید و اگر زاویه ی جبهه های موج قف با مانع (1) برابر 70° باشد، زاویه ی بازتاب آنها از سطح مانع (2) چند درجه است؟

اجدا بر جبهه های تابش قطبی عمود کرده و سپس مسیر آن را مطابق شکل زیر رسم می کنیم:

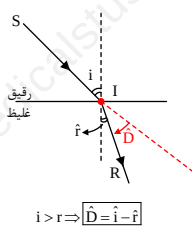
پرتو قرمز رنگ در شکل مقابل همان جبهه بازتاب است که با سطح مانع (2) زاویه 50 درجه ساخته است

خلاصه ششم: شکست نور

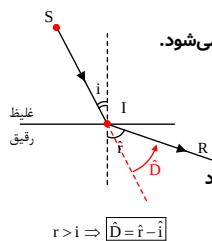


6-1 بررسی پدیده شکست نور

اگر پرتو نوری وارد محیط غلیظ شود به خط عمود نزدیکتر و اگر وارد محیط رقیق شود از خط عمود دور می شود.



$$i > r \Rightarrow \hat{D} = i - \hat{r}$$



$$r > i \Rightarrow \hat{D} = \hat{r} - i$$

i = زاویه بین SI و خط عمود

IR = پرتو شکست

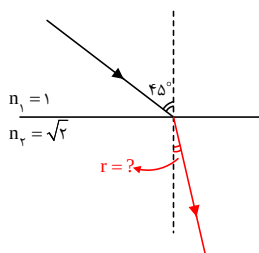
SI = پرتو تابش

$\hat{D}$ = زاویه بین امتداد پرتو تابش با پرتو شکست

r = زاویه بین IR و خط عمود

6-2 روابط ریاضی شکست نور

قانون شکست نور (الف) : $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ ضریب شکست دو محیط است



$$1 \times \sin 45^\circ = \sqrt{2} \sin r \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \sin r$$

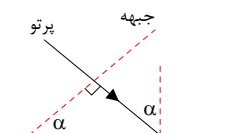
$$\sin r = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{r = 30^\circ}$$

به طور مثال برای تمرین این قانون به شکل زیر توجه شود

سرعت نور در خلأ $n = \frac{c}{v}$ (ب) $\xrightarrow{\text{چون ثابت C}} n \equiv \frac{1}{v} \Rightarrow \boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}}$ سرعت با ضریب شکست رابطه عکس دارد.
سرعت نور در ماده شفاف

(ج) از دو مورد بالا می توان نتیجه گرفت:

$$\begin{cases} \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i}{\sin r} \\ \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin i}{\sin r} \Rightarrow \boxed{v \equiv \sin \alpha}$$



زاویه بین پرتوها با خط عمود α در رابطه بالا زاویه α
زاویه بین جبهه ها با مرز جدائی

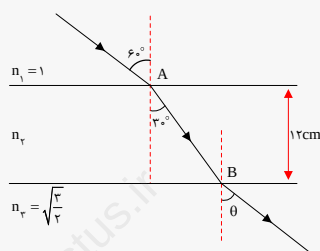
(و) می دانیم هنگام عبور موج از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر بسامد آن ثابت است پس:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f = \text{ثابت}} \lambda \equiv v \Rightarrow \boxed{\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}}$$

دقت کنید اگر در مسئله، جبهه های موج نشان دهند را آنگاه فاصله ی بین دو جبهه ی متوالی برابر طول موج است.

نکته مهم: از تمامی مطالب بالا نتیجه گرفته می شود ارتباط تمام کمیت ها با یکدیگر مستقیم و با ضریب شکست رابطه ی عکس دارد.

برای درک بیشتر: شب بردیم بچه ها سراج آفرین میث فصل موج یعنی شکست نور این میث که اصول در نظام جدید ما هر سال ارزش تست داشتیم جز موارد دشوار نبوده و



با کار کردن چند قیپ سؤال می توینم از پس سؤالات کنکورش بریایم. بردیم ببینیم چه فبره:

مطابق شکل مقابل مسیر پرتو نوری هنگام عبور از چند محیط شفاف رسم شده است. مطلوبست تعیین موارد زیر:

(قدی نور در خلأ $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ است.)

الف) مقدار n_2 و زاویه ی θ

رابطه ی اسنل دکارت رایت بار برای محیط او ۲ و بار دیگر برای محیط او ۳ می نویسیم:

$$\begin{cases} n_1 \sin 60^\circ = n_2 \sin 30^\circ \Rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = n_2 \times \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{n_2 = \sqrt{3}} \\ n_1 \sin 60^\circ = n_2 \sin \theta \Rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \sin \theta \Rightarrow \sin \theta = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{\theta = 45^\circ} \end{cases}$$

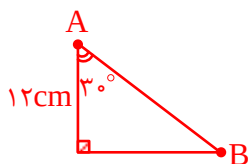
ب) نسبت طول موج پرتو در محیط ا ب ۳ می دانیم طول موج با زاویه نسبت مستقیم دارد پس می نویسیم: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$



پ) سرعت پرتو نور هنگام گذر از محیط ۲ به ۱ چند برابر می شود؟ این بار رابطه ی سرعت را با ضریب شکست می نویسیم: $\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

ت) پرتو نور حاصله ی AB را در مدت چند ثانویه طی می کند؟

ابتدا حاصله ی AB را معاینه می کنیم:



$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{12}{AB} \Rightarrow AB = 8\sqrt{3} \text{ cm}$$

مسیر AB در محیط دوم است پس سرعت نور را در محیط دوم هم حساب می کنیم:

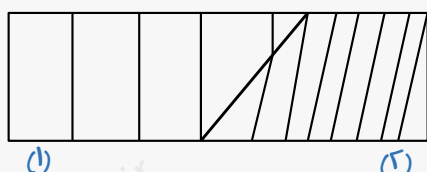
$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{v_2}{3 \times 10^8} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow v_2 = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

در نهایت طبق رابطه سرعت می نویسیم:

$$v_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \sqrt{3} \times 10^8 = \frac{8\sqrt{3} \times 10^{-2}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 8 \times 10^{-10} \text{ s} = 0.8 \text{ ns}$$

برای درک بیشتر: طراحان می توانند در سؤال به جای پرتو نور از جبهه موج استفاده کنند که یک سؤال کنکورش رود زیر با هم بررسی می کنیم:

سؤال Q13: شکل جبهه های موجی هنگام عبور از دو محیط با عمق های مختلف رسم شده است. با توجه به شکل هر یک از مربع های خالی را با علامت <, =, > پر کنید.



$f_1 = f_2$ ← چون بسامد نور هنگام گذر بین دو محیط ثابت است

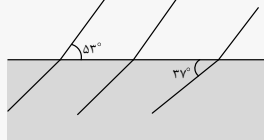
$\lambda_1 > \lambda_2$ ← چون حاصله ی جبهه های موج در محیط دوم کمتر است

$v_1 > v_2$ ← سرعت با طول موج رابطه مستقیم دارد

$n_1 < n_2$ ← ضریب شکست با طول موج رابطه عکس دارد

عمق ۲ > عمق ۱ ← هر چه محیط عمیق تر باشد طول موج نور در آن بیش تر است

سؤال Q14: جبهه های موج مطابق شکل از هوا وارد محیط شفاف دیگری می شود. پس از ورود حاصله های جبهه های موج چند درصد کاهش می یابد؟



می دانیم حاصله ی بین جبهه های موج همان طول موج است و هنگامی که در سؤال جبهه های موج داده می شود زاویه ای که در روابط ریاضی آورده می شود زاویه ی بین جبهه موج با مرز

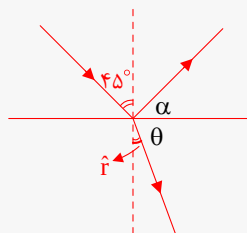
جدا می است پس:

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{0.6}{0.8} = 0.75 \Rightarrow \text{طول موج 25 درصد کم می شود}$$

سؤال Q15: پرتو نوری تحت زاویه ی ۴۵° درجه از هوا به مرز مشترک بین هوا و ماده ی شفاف دیگری می تابد. اگر بخشی از نور بازتاب شده و بخشی دیگر وارد آن

ماده شفاف شود زاویه ی بین پرتو بازتاب و شکست چند درجه است؟

ابتدا شکل سؤال را رسم می کنیم:

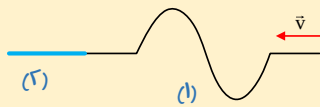


$$\left\{ \begin{array}{l} \text{طبق قانون بازتاب نور: } \alpha = 45^\circ \\ \text{طبق قانون شکست نور: } n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow 1 \times \sin 45^\circ = \sqrt{2} \sin r \\ 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \sin r \Rightarrow r = 30^\circ \Rightarrow \theta = 60^\circ \end{array} \right.$$

در نهایت زاویه ی بین پرتو بازتاب و شکست چنین می شود: $\alpha + \theta = 45^\circ + 60^\circ = 105^\circ$



نکته: هنگامی که موجی از قسمت نازک طنابی به قسمت ضخیم آن می‌رود آنگاه سرعت موج کاهش، لذا طول موج هم کم می‌شود اما بسامد آن ثابت می‌ماند



$$f_1 = f_2$$

$$\lambda_1 > \lambda_2$$

$$v_1 > v_2$$

نکته: اگر در سؤال جبهه‌های امواج مکانیکی را رسم کنند باید بدانیم در این امواج هر چه مولکول‌های محیط بهم نزدیکتر باشد سرعت موج و در نتیجه طول موج هم زیاد می‌شود مثلاً گاز $v_{\text{مایع}} > v$ است پس طول موج امواج مکانیکی در مایعات بیش‌تر از گازهاست (گاز $\lambda > \lambda_{\text{مایع}}$) و این قضیه ربطی به ضریب شکست محیط انتشار



موج ندارد در شکل روبه‌رو این مطلب را نشان داده‌ایم

فاصله‌ی جبهه‌های موج هنگام ورود به آب بیش‌تر شده است



فصل ۵ فیزیک دوازدهم / دویاسه تست در کنکور

فیزیک اتمی و هسته‌ای

خلاصه پنجم

- تمام گذارهای ممکن $\leftarrow \frac{n(n-1)}{2}$
- گذارهای Δn مجاز

خلاصه ششم

- انرژی یونش الکترون $\leftarrow$ انرژی همان مدار $-E$ یونش هر مدار E

خلاصه هفتم

- بررسی عددهای معروف
 - وایشی آلفا ${}_Z^AX \rightarrow {}_Z^A\alpha + {}_{Z-2}^{A-4}Y$
 - پرتو زائی ${}_Z^AX \rightarrow {}_{(-)}e^- + {}_{Z+1}^AY$
 - وایشی بتای منفی ${}_Z^AX \rightarrow {}_{(+)}e^+ + {}_{(Z-1)}^AY$
 - وایشی بتای مثبت ${}_Z^AX \rightarrow {}_{(+)}e^+ + {}_{(Z-1)}^AY$
 - وایشی گاما ${}_Z^AX \rightarrow {}_Z^A\gamma + {}_Z^AX$

خلاصه هشتم

- نیمه عمر مواد $\leftarrow N = \frac{N_0}{2^n}, n = \frac{t}{T}$

خلاصه اول

- معرفی پدیده‌ی فوتوالکتریک
- نظریه انیشتین در مورد پدیده‌ی فوتوالکتریک
- $E_{\text{فوتون}} = hf = \frac{hc}{\lambda}$
- $E = nhf$, $n = \text{تعداد فوتونها}$

خلاصه دوم

- معادله‌ی ریدبرگ $\rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$
- بررسی انواع رشته‌ها

خلاصه سوم

- شعاع مدارها در مدل $r_n = a_0 n^2$
- انرژی مدارها $\rightarrow E_n = \frac{-E_R}{n^2} = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2}$

خلاصه چهارم

- جذب یا گسیل فوتون
- محاسبه‌ی طول موج و بسامد فوتونها
- پائین $-E$ بالا $E = \Delta E$ دو لایه $E_{\text{فوتون}} = \Delta E$



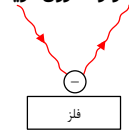
فصل دوازدهم: فیزیک اتمی و هسته ای

خلاصه اول: پدیده فوتو الکتریک



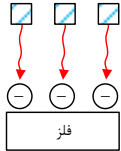
۱-۱ معرفی پدیده فوتوالکتریک

هرگاه نوری با بسامد معین به فلزی بتابد و بتواند از سطح آن الکترون جدا کند آنگاه پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد و به الکترون‌های جدا شده فوتوالکترئون گویند.



۱-۲ نظریه انیشتین در مورد پدیده فوتوالکتریک

هر نوری که به سطح فلز می‌تابد شامل بسته‌های کوچک انرژی به نام فوتون است، هنگام تابش نور هر فوتون فقط به یک الکترون برخورد می‌کند که اگر انرژی لازم و کافی را داشته باشد می‌تواند الکترون‌ها را از سطح فلز جدا کند.



$$E_{\text{فوتون}} = hf = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E_{\text{نور}} = nhf$$

اگر نور n تا فوتون داشته باشد

طول موج نور

بسامد نور

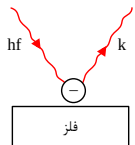
ثابت پلانک ($6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$)

نکته: شرط رخداد پدیده فوتوالکتریک داشتن بسامد لازم نور تابیده شده به سطح فلز است.

فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد $\Rightarrow f_{\text{نور}} < f_0 \Rightarrow$ کمترین بسامد لازم برای جدا کردن الکترون = بسامد آستانه f_0

نکته: افزایش شدت نور یعنی افزایش تعداد فوتون‌های تابیده شده که تأثیری بر رخداد پدیده فوتوالکتریک ندارد.

نکته: اگر $f_{\text{نور}} > f_0$ باشد آنگاه فوتو الکتریک رخ می‌دهد و اگر در این حال شدت نور را زیاد کنیم الکترون‌های بیش‌تری از سطح فلز جدا می‌کند اما انرژی جنبشی آنها تغییر نمی‌کند.



$$k = hf - W_0$$

min بسامد مجاز

$$W_0 = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

کمترین انرژی لازم برای جدا کردن الکترون‌ها (بستگی به جنس فلز دارد)

بیش‌ترین طول موج مجاز

نکته: واحد محاسبه انرژی فوتون‌ها الکترون . ولت است که: $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$h = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 4.1 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$$

مثلاً ثابت پلانک برحسب eV چنین می‌شود:

برای درک بیشتر: شب بیدم سراغ مثال‌های ابتدایی این فصل که از مفاهیم پدیده فوتوالکتریک هست و غالباً تیپ سؤالش راحت و مشکلی برای دانش‌آموزان ندارد.

انرژی هر کوانتوم یک موج الکترومغناطیسی $4 \times 10^{-7} \text{ eV}$ است. این موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟

$$(h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}, e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

هنگام جابجایی E در رابطه زیر دقت کنید که در این سؤال انرژی برحسب eV است که باید به ژول تبدیل کنیم:

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{4 \times 10^{-7}(1.6 \times 10^{-19})} \approx 3 \text{ m}$$

طول موج در حدود متر و بسیار بسیار بزرگ است پس موج در محدوده امواج رادیویی است

Q1 اختلاف طول موج پرتوهای A و B در خلا برابر با λ نانومتر است. اگر انرژی هر فوتون پرتوی B، برابر انرژی هر فوتون پرتوی A باشد، بسامد پرتوی B چند هرتز است؟

$$(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

$$E_B = 10 E_A \Rightarrow hf_B = 10 hf_A \Rightarrow f_B = 10 f_A \Rightarrow \lambda_A = 10 \lambda_B$$

از طرفی با توجه به اختلاف طول موج ها که طراح سؤال بیان کرده می‌نویسیم:

$$\lambda_A - \lambda_B = \lambda \Rightarrow 10 \lambda_B - \lambda_B = \lambda \Rightarrow 9 \lambda_B = \lambda \Rightarrow \lambda_B = \frac{\lambda}{9} = 50 \text{ nm}$$

$$f_B = \frac{c}{\lambda_B} = \frac{3 \times 10^8}{50 \times 10^{-9}} = 6 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

مپس با توجه به رابطه $f = \frac{c}{\lambda}$ می‌توان نوشت:



خلاصه دوم: معادله ریذبرگ / بررسی انواع رشته‌ها



۲-۱ معادله ریذبرگ

این معادله برای محاسبه‌ی انواع طول موج‌های مختلف در طیف خطی اتم هیدروژن است که به صورت زیر است:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\begin{cases} R = \text{ثابت ریذبرگ} \approx 1.097 \times 10^7 \text{ nm}^{-1} \\ \text{چون } \lambda > 0 \Rightarrow n > n' \end{cases}$$

در این معادله همواره طول موج بر حسب nm بدست می‌آید

۲-۲ بررسی انواع رشته‌ها

توسط معادله ریذبرگ طول موج طیف اتم هیدروژن در هر ناحیه‌ای توسط دانشمندی محاسبه شد که در جدول زیر به بررسی آن می‌پردازیم:

نام رشته	مقدار n'	مقدارهای n	گستره‌ی طول موج
لیمان	۱	۲, ۳, ۴, ...	فرابنفش
بالمر	۲	۳, ۴, ۵, ...	فرابنفش، مرئی
پاشن	۳	۴, ۵, ۶, ...	فروسرخ
براکت	۴	۵, ۶, ۷, ...	فروسرخ
پفوند	۵	۶, ۷, ۸, ...	فروسرخ

نکته: با توجه به جدول بالا به دو مثال زیر توجه کنید:

الف) اولین خط رشته بالمر ($n' = 2 \leftarrow n = 3$) ب) دومین خط رشته پاشن ($n' = 3 \leftarrow n = 5$)

نکته: برای محاسبه‌ی بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج در هر رشته باید بدانیم:

if $\lambda = \min \rightarrow n = \infty$ if $\lambda = \max \rightarrow n = n' + 1$

برای درک بیشتر: این مبحث جزو مسائل فیزیک مباحث این فصل هست که الان می‌خواهیم باطل چند تا سؤال فضا و درجه یک تسلط خودمون رو به اوج برسونیم. فقط

یادتون باشه تمام موارد جدول رو باید بلد باشیم. بریم واسه حل؟؟؟

سوال ۲: طول موج پنجمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = 2$) تقریباً چند نانومتر است و این خط در کدام گستره طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد؟

$$(R = 1.097 \times 10^7 \text{ (nm)}^{-1})$$

می‌دانیم پنجمین خط رشته بالمر ($n = 2 + 5 = 7$) است پس توسط معادله ریذبرگ می‌نویسیم:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{R} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{7^2} \right) = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left(\frac{49 - 4}{49 \times 4} \right) \Rightarrow \lambda = \frac{1.097 \times 49 \times 4}{45} \approx 434 \text{ nm}$$

سوال ۳: در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشته لیمان برابر $3 \times 10^{15} \text{ Hz}$ است؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}, R_H = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \text{ (nm)}^{-1})$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{15}} = 10^{-7} \text{ m} = \frac{100}{1} \text{ nm}$$

ابتدا طبق رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$ ابتدا طول موج را حساب می‌کنیم:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{100} = \frac{1}{1.097 \times 10^7} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow n = 3$$

پس طبق معادله ریذبرگ می‌نویسیم:

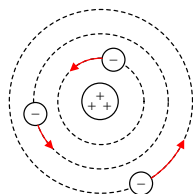
فقط در نهایت توجه کنید $n = 3$ بدست آمد که این عدد مربوط به دومین خط رشته لیمان است.

خلاصه سوم: معادله بور / بررسی ترازهای انرژی



۳-۱ شعاع مدارها در مدل بور

طبق الگوی اتمی بور الکترون‌ها در اتم هیدروژن بر روی مدارهای دایره‌ای شکل (ترازهای انرژی) در حال چرخش هستند که شعاع آن‌ها طبق رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:



$$r_n = a \cdot n^2 \quad \begin{cases} n=1 \Rightarrow \text{شعاع مدار اول} = a_1 = \text{شعاع بور} = \text{عدد ثابت} \\ n=2 \Rightarrow \text{شعاع مدار دوم} = 4a_1 \end{cases}$$



نکته: - حالت پایه $\leftarrow$ یعنی الکترون در تراز $n=1$ است.

دومین حالت برانگیخته $\leftarrow n=3$

- حالت برانگیخته $\leftarrow$ یعنی الکترون در ترازهای بالاتر از $n=1$ است. اولین حالت برانگیخته $\leftarrow n=2$

۳-۲ انرژی مدارها

انرژی هر مدار در مدل بور از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2}$$

$$E_R = 13.6 \text{ eV} \Rightarrow E_n = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2}$$

بهرتر است دانش آموزان برای حل راحت‌تر سؤالات این قسمت، انرژی چهار مدار ابتدائی را حفظ باشند که به شرح زیر است:

شماره مدار	انرژی مدار
۱	$E_1 = \frac{-13.6}{1} = -13.6 \text{ eV}$
۲	$E_2 = \frac{-13.6}{4} = -3.4 \text{ eV}$
۳	$E_3 = \frac{-13.6}{9} = -1.51 \text{ eV}$
۴	$E_4 = \frac{-13.6}{16} = -0.85 \text{ eV}$

$$n=4 \rightarrow -0.85 \text{ eV}$$

$$n=3 \rightarrow -1.51 \text{ eV}$$

$$n=2 \rightarrow -3.4 \text{ eV}$$

$$n=1 \rightarrow -13.6 \text{ eV}$$

از شکل بالا می‌توان دریافت هر چه به ترازهای انرژی بالاتر برویم اختلاف انرژی بین لایه‌ها کمتر و کمتر می‌شود و انرژی خود لایه‌ها هم افزایش می‌یابد.

برای درک بیشتر: قبل از بررسی سؤال‌های مهم مدل بور لازم به توضیح دیدیم که بدم قبل از این مدل دوتا الگوی اتمی دیگر کتاب گفته که چون فقط جنبه‌ی حفظی داره هیچ

مسئله‌ای از اون‌طرح همیشه این جا نیاموردم و فقط در قسمت مرور حفظیات توضیح دادیم. و اما درم سراغ درک بیش تر مسائل مدل بور:

در اتم هیدروژن انرژی الکترون در یک مدار -0.85 eV است. اگر الکترون از این مدار به مداری که انرژی الکترون در آن -3.4 eV است برود شعاع مدار چند درصد

چگونه تغییر می‌کند؟ ($E_R = 13.6 \text{ eV}$)

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} -0.85 = \frac{-13.6}{n^2} \Rightarrow n=4 \\ -3.4 = \frac{-13.6}{n'^2} \Rightarrow n'=2 \end{cases} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 = \left(\frac{4}{2}\right)^2 = 4 \Rightarrow \text{یعنی } 75\% \text{ درصد کم می‌شود}$$

خلاصه چهارم: محاسبه‌ی بسامد و طول موج



۴-۱ جذب یا گسیل فوتون



تراز پائین به بالا $\leftarrow$ جذب انرژی (جذب فوتون)

تراز بالا به پائین $\leftarrow$ دفع انرژی (گسیل فوتون)

۴-۲ محاسبه‌ی طول موج و بسامد فوتون‌ها

$$E_{\text{فوتون}} = \Delta E \Rightarrow hf = \frac{hc}{\lambda} = E_{(n')} - E_{(n)}$$

انرژی فوتون جذب یا گسیل شده برابر اختلاف انرژی در تراز است پس می‌نویسیم:

نکته: در روابط بالا λ و f به ترتیب بسامد و طول موج فوتون جذب یا گسیل شده است و $E_{n'}$ و E_n از همان رابطه‌ی ($E = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2}$) به دست می‌آید.

برای درک بیشتر: در اتم هیدروژن وقتی الکترون از چهارمین تراز برانگیخته به تراز پایه جهش می‌کند، بسامد فوتون گسیل شده چند هرتز است؟

$$(h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}, E_R = 13.6 \text{ eV})$$

می‌دانیم چهارمین تراز برانگیخته $n=4$ است و تراز پایه $n=1$ پس می‌نویسیم:

$$E_4 - E_1 = E \Rightarrow \frac{-E_R}{4^2} - \left(\frac{-E_R}{1^2}\right) = hf \Rightarrow E_R \left(1 - \frac{1}{16}\right) = hf \Rightarrow 13.6 \times \frac{15}{16} = 4 \times 10^{-15} f \Rightarrow f = 3.29 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

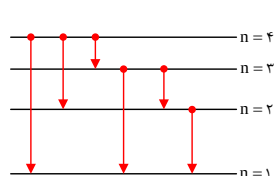
فقط لازم به یادآوری چون الکترون از تراز انرژی بالا پائین آمده است فوتون گسیل می‌کند



خلاصه پنجم : گذار الکترون



۵-۱ تمام گذارهای ممکن



$$\text{تعداد کل گذارها} = \frac{n(n-1)}{2}$$

نتایجی که از شکل بالا می‌توان گرفت به شرح زیر است:

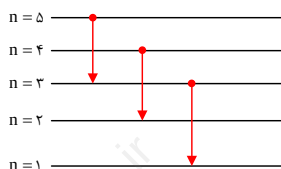
الف) در گذار $(n=4 \rightarrow n=1)$ فوتون گسیل شده بیش‌ترین انرژی و بسامد و کم‌ترین طول موج را دارد.

ب) در گذار $(n=4 \rightarrow n=3)$ فوتون گسیل شده کم‌ترین انرژی و بسامد و بیش‌ترین طول موج را دارد به طور کلی می‌توان گفت اگر الکترونی در تراز n قرار داشته باشد:

$$\begin{cases} \text{if } (n \rightarrow n-1) \Rightarrow f_{\text{فوتون}} = \min, \lambda = \max \\ \text{if } (n \rightarrow 1) \Rightarrow f_{\text{فوتون}} = \max, \lambda = \min \end{cases}$$

۵-۲ گذارهای Δn مجاز

اگر در سؤال مثلاً گفته شود برای گذار الکترون فقط $\Delta n=2$ مجاز باشد یعنی فقط گذارهایی مجاز است که اختلاف شماره دو لایه ۲ باشد.



$$(\Delta \rightarrow 3) \quad (4 \rightarrow 2) \quad (3 \rightarrow 1)$$

min انرژی و بسامد
max طول موج

Max انرژی و بسامد
Min طول موج

برای درک بیشتر: الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n=5$ قرار دارد به موارد زیر پاسخ دهید:

الف) تعداد کل گذارهای الکترون چقدر است؟ طبق رابطه $\frac{n(n-1)}{2}$ تعداد کل گذارها $(\frac{5 \times 4}{2} = 10)$ است

ب) اگر فقط $\Delta n=1$ مجاز باشد الکترون چقدر گذار دارد؟ پس تعداد $\Delta n=1$ برابر گذار است $(5 \rightarrow 4) \quad (4 \rightarrow 3) \quad (3 \rightarrow 2) \quad (2 \rightarrow 1) \Rightarrow$

ج) بسامد کم انرژی‌ترین فوتون گسیلی چقدر خواهد بود؟ $(h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}, E_R = 13.6 \text{ eV})$

کم انرژی‌ترین فوتون مربوط به گذار $n=5$ به $n=4$ است که بسامد آن طبق عملیات زیر بدست می‌آید:

$$E_5 - E_4 = hf \Rightarrow 13.6 \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25} \right) = 4 \times 10^{-15} f \Rightarrow f = \frac{13.6 \times 9}{400 \times 4 \times 10^{-15}} = 7.65 \times 10^{13} \text{ Hz} = 76.5 \text{ THz}$$

خلاصه ششم : انرژی یونش الکترون



انرژی لازم برای خارج کردن الکترون‌ها از قید هسته و صفر شدن انرژی آن‌ها را انرژی یونش می‌نامند. هر مدار انرژی یونش خاص خود را دارد که در زیر دو نمونه مثال می‌بینید:

$$E_1 = -13.6 \text{ eV} \xrightarrow{\text{می‌خواهیم } E=0 \text{ شود}} E_{\text{یونش}} = 13.6 \text{ eV}$$

$$E_2 = -3.4 \text{ eV} \xrightarrow{\text{می‌خواهیم } E=0 \text{ شود}} E_{\text{یونش}} = 3.4 \text{ eV}$$

$\Rightarrow$ انرژی یونش همان انرژی مدارها فقط با علامت مثبت شد



برای درک بیشتر: در اتم هیدروژن، الکترون در قشر n قرار دارد و انرژی یونش آن 13.6 eV است. انرژی لازم برای آنکه این الکترون را به قشر $n+1$ برود چند الکترون ولت است؟ ($E_R = 13.6 \text{ eV}$)

$$E = 13.6 \text{ eV} = \frac{-13.6}{n^2} \Rightarrow n = 4 \Rightarrow n+1 = 5$$

پس ما باید انرژی لازم برای انتقال الکترون از $n=4$ به $n=5$ را حساب کنیم:

$$E_{4 \rightarrow 5} = 13.6 \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25} \right) = 13.6 \left(\frac{9}{400} \right) = 0.306 \text{ eV}$$

خلاصه هفتم: عدد های معروف / پر تو زائی



۷-۱ بررسی عددهای معروف

$$\begin{aligned} \text{عدد جرمی} &= A = \text{تعداد پروتون} + \text{تعداد نوترون} \\ \text{تعداد نوترون ها} &= \text{عدد نوترونی} = \frac{X}{Z} = \frac{N}{Z} \\ \text{عدد اتمی} &= \text{تعداد پروتون های هسته} \end{aligned}$$

نکته: به پروتون و نوترون، نوکلئون نیز گفته می شود پس مجموع نوکلئون ها یعنی همان مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های هسته که عدد جرمی می شود.



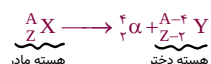
نکته: شکل روبه رو نمودار عدد اتمی بر حسب تعداد نوترون های عناصر موجود در طبیعت است که از آن می توان نتیجه گرفت:

$$\begin{cases} \text{نمودار بر خط } N = Z \text{ منطبق است} \Rightarrow \frac{N}{Z} = 1 \Rightarrow \text{ایزوتوپ های سبک} \\ \text{ایزوتوپ های سنگین} \Rightarrow N > Z \end{cases}$$

از شکل بالا نتیجه آخر می توان دریافت که با افزایش تعداد پروتون های هسته، تعداد نوترون ها بیش تر زیاد شده و به همین علت است که نمودار رفته رفته از خط $N = Z$ فاصله می گیرد و ایزوتوپ ها به سمت ناپایداری بیش تر می روند

۷-۲ پرتوزائی

الف) واپاشی آلفا: این مدل واپاشی در هسته های سنگین صورت می گیرد و در آن عدد جرمی هسته دختر ۴ واحد و عدد اتمی آن ۲ واحد کمتر از هسته مادر است. و به صورت زیر است:



ب) واپاشی بتای منفی (الکترون): در این واپاشی یک نوترون در هسته به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می شود

ج) واپاشی بتای مثبت (پوزیترون): پوزیترون در حکم الکترون مثبت است و در این واپاشی یک پروتون در هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می شود



د) واپاشی گاما: در این مدل واپاشی هسته مادر برانگیخته با گسیل یک فوتون (گاما) از حالت برانگیخته به حالت پایه می رسد و هیچ یک از عددهای جرمی و اتمی تغییر نمی کند



برای درک بیشتر: از قسمت فیزیک هسته ای ما هر سال یک تست توی کنکور و درودا تا ۱ نمره سؤال در امتحان نهائی داریم که با بررسی هائی که کردیم غالب این سؤالات از

مباحث این خلاصه بوده پس اینجا تعداد سؤالات بیش تری حل می کنیم تا دیکه مطمئن بشیم تسلطمون کامل شده. آماده اید بچه ها؟؟؟

سؤال ۱: در هسته ای یک اتم نسبت $\frac{N}{Z}$ برابر $\frac{1}{4}$ است. اگر اختلاف عدد نوترونی و عدد اتمی این هسته برابر ۸ باشد، عدد جرمی آن کدام است؟

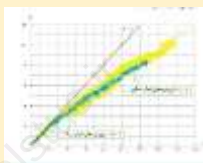


$$\frac{N}{Z} = 1/4 \Rightarrow N = 1/4 Z$$

$$N - Z = 8 \Rightarrow 1/4 Z - Z = 8 \Rightarrow 0/4 Z = 8 \Rightarrow \boxed{Z = 20, N = 28}$$

$$A = N + Z = 20 + 28 = \boxed{48}$$

در نهایت می دانیم عدد جرمی مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های هسته است پس:



نکته: شکل روبه رو نمودار عدد اتمی بر حسب تعداد نوترون های عناصر موجود در طبیعت است که از آن می توان نتیجه گرفت:

$$\begin{cases} \text{نمودار بر خط } N = Z \text{ منطبق است} \Rightarrow \frac{N}{Z} = 1 \Rightarrow \text{ایزوتوپ های سبک} \\ N > Z \Rightarrow \text{ایزوتوپ های سنگین} \end{cases}$$

از شکل بالا نتیجه آخر می توان دریافت که با افزایش تعداد پروتون های هسته، تعداد نوترون ها بیش تر زیاد شده و به همین علت است که نمودار رفته رفته از خط $N = Z$ فاصله می گیرد و ایزوتوپ ها به سمت ناپایداری بیش تر می روند

Q4 با واپاشی اورانیوم $^{238}_{92}\text{U}$ یک ذره ی آلفا تسیل می شود. عنصر ایجاد شده از این واپاشی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟

فرایند واپاشی بعد از تسیل یک ذره ی آلفا چنین می شود:



عنصر ایجاد شده حاصل از این واپاشی (هسته ی دختر) همان $^{234}_{90}\text{Y}$ است که می توانیم بنویسیم:

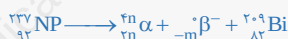
$$\text{تعداد پروتون ها} = 90$$

$$\text{تعداد نوترون ها} = 234 - 90 = \boxed{144}$$

Q4 در یک سری از تبدیلات رادیواکتیو، نیتروژن به بیسموت تبدیل می شود: $^{237}_{13}\text{Np} \rightarrow \dots \rightarrow ^{209}_{83}\text{Bi}$. در این فرایند ها، تعداد ذرات α و β^- ی حاصل شده، از راست به

چپ برابر است با:

غرض می کنیم در این فرایند واپاشی تعداد m ذره آلفا (α) و n ذره ی بتای منفی (β^-) حاصل شده است پس فرایند واپاشی چنین می شود:



در نهایت از مساوی قرار دادن اعداد بالا و پایین معادلات زیر به دست می آید که باطل آن می توانیم تعداد ذرات α و β^- حاصل شده را به دست می آوریم:

$$\begin{cases} 237 = 4n + 0 + 209 \Rightarrow 4n = 28 \Rightarrow \boxed{n = 7} \\ 13 = 2n - m + 82 \Rightarrow 10 = 14 - m \Rightarrow \boxed{m = 4} \end{cases}$$

$$\boxed{m = 4}$$

Q5 در کدام مورد، فرایند واپاشی درست است؟

- $$\begin{cases} \text{الف) } ^A_Z\text{X}_N \rightarrow ^A_{Z-1}\text{Y}_{N+1} + e^- \\ \text{ب) } ^A_Z\text{X}_N \rightarrow ^A_{Z+1}\text{Y}_N + e^- \\ \text{ج) } ^A_Z\text{X}_N \rightarrow ^A_{Z+1}\text{Y}_N + e^+ \end{cases}$$
- هر دو نادرست - چون در واپاشی β^- تعداد نوترون ها درون هسته یک واحد باید کم شود
- نادرست - در واپاشی بتای β^+ تعداد نوترون های موجود در هسته یک واحد باید زیاد شود

خلاصه هشتم : نیمه عمر مواد



مدت زمانی که طول می کشد تا نصف اتم های یک عنصر واپاشیده شود و برای محاسبه ی تعداد ذرات باقی مانده بعد از واپاشی از رابطه ی زیر بهره می بریم:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow \text{تعداد هسته های اولیه} \rightarrow \text{تعداد هسته های باقی مانده}$$

$$n = \frac{\text{زمان سپری شده}}{\text{زمان نیمه عمر}} = \frac{t}{T}$$



برای درک بیشتر: دیگر رسیدیم به آخر این مبحث فیزیک دوازدهم یعنی نیمه عمر. این مبحث با وجود اینکه قوی تکنور سابقه سؤال داشته اما ما شاهد این بودیم که بیش تر مد نظر طراحان امتحان نهائی هست. الان با هم دیگه می ریم ارزش چند تا سؤال ناب حل می کنیم که آخر فیزیک دوازدهم رو هم خوش تموم کنیم. بریم بشنویم؟؟؟

چهار سال طول می کشد تا ۷۵ درصد تعداد هسته های یک ماده پرتوزا به هسته های دیگر تبدیل شود چند سال دیگر بگذرد تا تعداد هسته های باقیمانده ۱۲/۵ درصد تعداد هسته های اولیه باشد؟

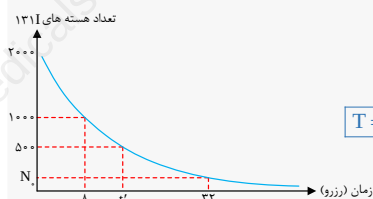
۸ سال

$$N = \frac{N_0}{2^n} \left\{ \begin{array}{l} \text{حالت اول مسئله} : \frac{1}{4} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 2 = \frac{t}{T} \Rightarrow T = 4 \text{ سال} \\ \text{حالت دوم مسئله} : \frac{12.5}{100} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{8} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 3 \end{array} \right.$$

پس مدت ۲ سال دیگر باید زمان بگذرد $\Rightarrow t = 6 \text{ سال} \Rightarrow n = \frac{t}{T} \Rightarrow 3 = \frac{t}{4} \Rightarrow t = 12 \text{ سال}$

مپس با توجه به مقدار به دست آمده برای n می توان نوشت:

نمودار رو به رو، مربوط به چه پرتوزا است N و t به ترتیب کدام اند؟



از نمودار مشخص است که بعد از گذشت ۸ روز تعداد هسته های ماده نصف تعداد هسته های اولیه می شود پس:

مپس با توجه به رابطه ی نیمه عمر داریم:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \left\{ \begin{array}{l} 500 = \frac{2000}{2^n} \Rightarrow n = 2 = \frac{t}{T} \Rightarrow t = 16 \text{ روز} \\ n = \frac{32}{8} = 4, \quad N = \frac{2000}{2^4} = 125 \end{array} \right.$$