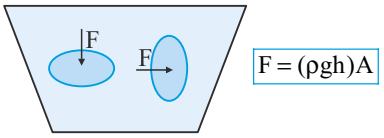
درسنامه

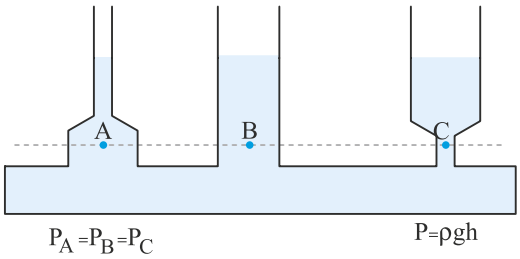
ویژگی مواد

فشار در شاره‌ها:

منظور از شاره، اجسام سیال مانند مایع و گاز است. مایع به عنوان یک شاره دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است؛ که در اینجا تعدادی از آنها را نام می‌بریم:

۱) مایعات در حال تعادل به هر سطحی درون خود نیرو به طور عمود وارد می‌کنند.



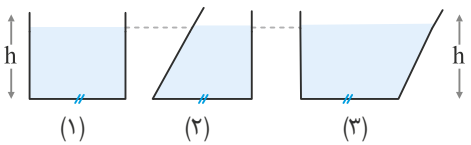


۲) فشار ناشی از مایع فقط به چگالی مایع و ارتفاع آن از سطح آزاد بستگی دارد.

نکته حائز اهمیت این است که نیرویی که این فشار را درون مایع ایجاد می‌کند، وزن مایع و یا ممکن است حتی عکس العمل دیواره ظرف باشد.

در شکل، سه ظرف حاوی یک نوع مایع می‌باشد که ارتفاع مایع در هر سه ظرف یکسان است.

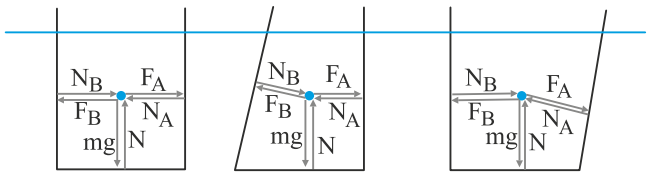
فرض کنید که مساحت قاعده در هر سه ظرف نیز یکسان باشد.



طبق رابطه $P=\frac{F}{A}$ و $P = \rho gh$ باید فشار در ته هر سه ظرف یکسان و حتی نیرویی که به طور عمود به سطح قاعده هر سه ظرف وارد می‌شود یکسان باشد.

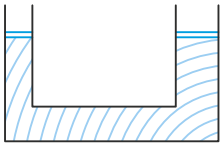
$$P_۱ = P_۲ = P_۳ \qquad F_۱ = F_۲ = F_۳$$

اگر این نیرو فقط ناشی از وزن مایع باشد، پس بایدانتظار داشته باشیم نیروی وزن مایع در هر سه ظرف یکسان باشد. با فرض اینکه هر سه مایع درون ظرف در حال تعادل هستند، پس باید برآیند نیروهای وارد بر مایع نیز یکسان باشد. با رسم نیرویی که مایع می‌تواند به طور عمود به دیواره هر ظرف وارد کند و عکس العمل آنها نتیجه جالبی به دست می‌آید.



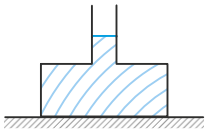
همانطور که مشاهده می‌کنید، N معرف همان نیروی F است که در هر سه شکل برابر هم بود. در ظرف (۱) $[F = m_۱g]$ در ظرف (۲) $[F > m_۲g]$ و در ظرف (۳) $[F < m_۳g]$ است. این مثال نشان می‌دهد که نیروی عمودی عکس العمل دیواره می‌تواند نیروی که فشار مایع را به وجود می‌آورد را تأمین کند.

۳) ویژگی سوم و جالب مایعات این است که مایعات به علت آنکه تراکم پذیر نیستند هر فشار اضافی را به تمام نقاط درون مایع به طور یکسان وارد می‌کنند.

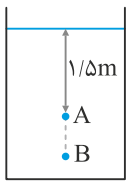


مثال ۱: در شکل مقابل مایعی به چگالی $۱/۵ \frac{g}{cm^۳}$ درون ظرفی قرار گرفته است. دو پیستون به مساحت‌های $a = ۱۰cm^۲$ و $A = ۴۰cm^۲$ این مایع را محصور کرده اند. اگر وزنه $۵kg$ را روی پیستون کوچک قرار دهیم، چه وزنه‌ای باید روی پیستون بزرگ بگذاریم تا هیچ یک از پیستون‌ها حرکت نکنند؟

اگر با وارد کردن نیرویی به پیستون کوچک، آن را $۲۰cm$ پایین ببریم، پیستون بزرگ چند سانتی‌متر در حالت آزاد جابجا می‌شود؟



مثال ۲: در شکل مقابل آب با چگالی $۱ \frac{g}{cm^۳}$ درون ظرف شکل مقابل ریخته شده است. مساحت ته ظرف $۲۵cm^۲$ و مساحت دهانه ظرف $۵Cm^۲$ است. با اضافه کردن $۲۰cm^۳$ آب به داخل ظرف، چه اندازه نیرو به ته ظرف اضافه می‌شود، چه اندازه فشار به سطح تکیه گاه ظرف اضافه می‌شود؟ $g \approx ۱۰ \frac{N}{Kg}$

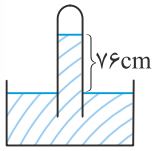


مثال ۳: در شکل مقابل فشار ناشی از مایع در نقطه B، ۵۰ درصد بیشتر از فشار ناشی از مایع در نقطه A است. فاصله نقطه B از سطح آزاد مایع چند متر است؟

۱) ۲ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۳ ۴) ۴/۵

اندازه‌گیری فشار هوا به وسیله بارومتر:

می‌دانیم ارتفاع جو حدوداً هزار کیلومتر است و فشاری که هوا به سطح زمین وارد می‌کند، به طور متوسط $۱۰^۵$ پاسکال است. دانشمندی با یک وسیله ساده ترازویی برای اندازه گیری فشار هوا ساخت. ابتدا لوله که یک طرف آن بسته و طرف دیگر آن باز است را از جیوه پُر کرد و از طرف دهانه باز آن، درون ظرف جیوه فرو برد. ارتفاع جیوه در شرایط استاندارد و در سطح دریاهای آزاد حدود $۷۶Cm$ شد.

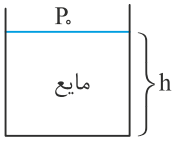


او نشان داد که فشار هوا، برابر فشار ستونی از جیوه به ارتفاع $۷۶cm$ است.

$$P = \rho gh = ۱۳۶۰۰ \times ۹.۸ \times ۰.۷۶ \cong ۱۰۱۳۰۰Pa \approx ۱۰^۵Pa$$

پس هر ارتفاعی از جیوه که به عنوان فشار هوا معرفی می‌شود، اگر بر حسب $cmHg$ داده شد، باید در عدد ۱۳۶۰ ضرب کنید تا فشار بر حسب پاسکال با تقریب خوبی به دست آید.

از آنجا که مایعات فشار اضافه را به تمام نقاط خود به طور یکسان وارد می‌کنند، پس با اعلام فشار هوا فشار کل وارد به یک نقطه از مایعی برابر است با:

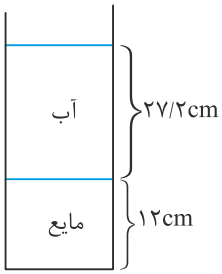


$$P_{کل} = P_۰ + \rho gh$$

* فقط دقت کنید اگر فشار مایعی به چگالی ρ و ارتفاع h را می‌خواهید بر حسب سانتی‌متر جیوه به دست آورید. از رابطه زیر استفاده کنید: $\rho h = \rho' h'$

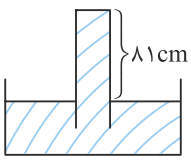
h' فشار بر حسب سانتی‌متر جیوه و $\rho'_{Hg} = ۱۳/۶ \; g/cm^۳$ است.

مثال ۴: در شکل مقابل دو مایع مخلوط نشدنی درون استوانه‌ای قرار دارند و فشار هوا $۷۵ cmHg$ است. فشار کل وارد بر ته لوله چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ آب و $\rho = ۳/۴ \frac{g}{cm^۳}$ مایع)



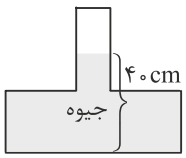
۱) ۱۰۵
۲) ۸۰
۳) ۸۶
۴) ۹۰

مثال ۵: در شکل مقابل چگالی مایع $۹ \frac{g}{cm^۳}$ است و فشار هوا در محل $۷۴ cmHg$ می‌باشد. اگر مساحت ته لوله $۵cm^۲$ باشد، چه نیرویی بر حسب نیوتن به ته لوله وارد میشود؟ ($\rho = ۱۳/۵ \frac{g}{cm^۳}$ جیوه)



۱) ۲۷ ۲) ۲/۷ ۳) ۱۳/۵ ۴) ۱/۳۵

مثال ۶: در شکل مقابل؛ بیشینه نیروی قابل تحمل ته ظرف از طرف جیوه، ۱۳۵ نیوتن است. حداکثر چند سانتی‌متر دیگر جیوه به ظرف اضافه شود تا ظرف شکسته نشود؟ (مساحت ته ظرف: $۲۰cm^۲$) ($g = ۱۰ N/Kg$ و $\rho = ۱۳/۵ \frac{g}{cm^۳}$ جیوه)



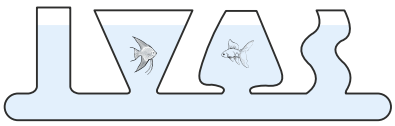
۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۹۰

مثال ۷: در یک مخزن استوانه‌ای مخلوطی از آب و جیوه با جرم برابر و ارتفاع ۷۳Cm ریخته شده است. فشار ناشی از دو مایع به ته ظرف چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$ جیوه و $\rho = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ آب)

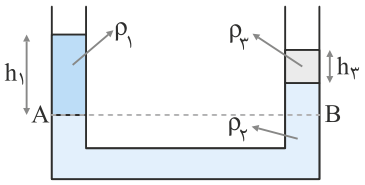
۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

ظروف به هم مرتبط:

وقتی مایعی درون ظرف هایی ریخته می‌شود که به هم ارتباط دارند، سطح مایع در همه ظروف در یک تراز قرار می‌گیرد.

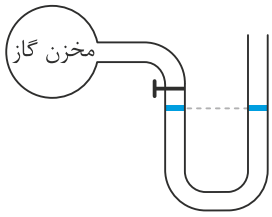


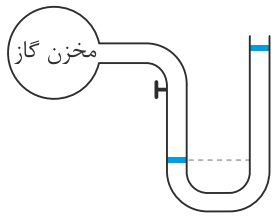
در لوله‌های U شکل وقتی دو یا چند مایع مخلوط نشدنی ریخته می‌شود، پس از به تعادل رسیدن، فشار در دو نقطه همترازی برابر است که زیر دو نقطه یک مایع مشخص باشد.



$P_A = P_B$ $\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲ + \rho_۳ h_۳$

برای اندازه گیری فشار درون یک مخزن گاز می‌توان از وسیله ساده‌ای به نام فشارسنج مانومتر استفاده نمود. با باز کردن شیر مخزن گاز، اگر فشار هوای بیرون بیشتر از فشار مخزن گاز باشد، سطح مایع در شاخه سمت راست پایین می‌رود و اگر فشار مخزن گاز از فشار هوا بیشتر باشد، مایع در شاخه سمت چپ پایین میرود. با این روش هم می‌توان فشار پیمانه‌ای و هم فشار مطلق مخزن گاز را به دست آورد.

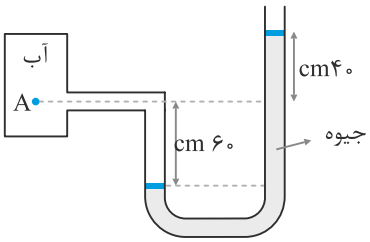




$P_{مطلق} = P_۰ + \rho gh$

$\underbrace{P - P_۰}_{\text{فشار پیمانه‌ای}} = \rho gh$

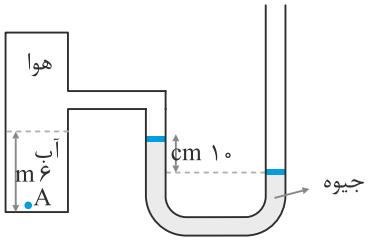
مثال ۸: در شکل روبرو فشار پیمانه‌ای A چند کیلو پاسکال است؟



($\rho = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ آب و $\rho = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$ جیوه)

۱) ۱۳/۶ ۲) ۱۳۶ ۳) ۱۳۰ ۴) ۶۰

مثال ۹: در شکل مقابل فشار در نقطه A چند کیلو پاسکال است؟

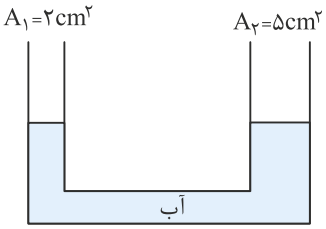


($\rho = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ آب و $\rho = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$ جیوه

$g = ۱۰ \frac{N}{Kg}$ و $P_۰ = ۱۰^۵ Pa$)

۱) ۷۹/۶ ۲) ۱۳۹/۶ ۳) ۶۸/۴ ۴) ۱۲۰/۴

مثال ۱۰: با توجه به شکل در شاخه سمت چپ چند گرم روغن بریزیم تا سطح آب در شاخه سمت راست ۴Cm بالا رود؟ ($\rho = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ آب و



$\rho = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$ روغن)

۱) ۱۷/۵
۲) ۲۸
۳) ۳۵
۴) ۷۰

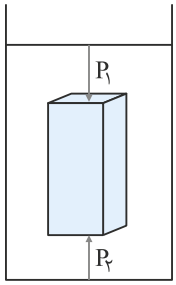
بیشتر بدانیم

نیروی شناوری (ارشمیدس):

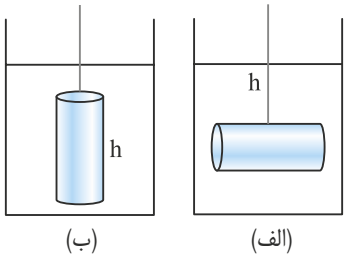
به اجسام درون یک شاره نیرویی رو به بالا وارد می‌شود.

اندازه این نیرو با وزن شاره جابجا شده برابر است. $F_2 - F_1 = (P_2 - P_1)A \rightarrow F_b = \rho ghA = \rho gV$

در این رابطه ρ چگالی شاره و V حجم شاره جابجا شده است که چون جسم کامل درون شاره قرار گرفته، پس حجم جسم نیز محسوب می‌شود.



مثال ۱۱: جسمی شبیه یک استوانه مطابق شکل در دو وضعیت به وسیله ریسمانی درون آب قرار گرفته است. کدام مطلب درباره این شکل‌ها صحیح است؟



۱) در شکل (الف) نیروی ارشمیدس بیشتر از حالت (ب) است.

۲) اگر مقداری به آب ظرف در شکل (الف) اضافه کنیم، نیروی ارشمیدس بیشتر خواهد شد.

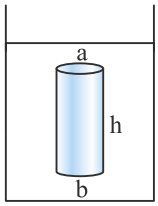
۳) اگر استوانه در شکل (ب) بیش‌تر در آب فرو رود، نیروی ارشمیدس بیشتر از حالت قبل می‌شود.

۴) چگالی استوانه از چگالی آب بیشتر است.

مثال ۱۲: سه کره فلزی هم جرم دارای چگالی $\rho_A > \rho_B > \rho_C$ به طور کامل در یک مایع فرو می‌روند. اگر نیروی ارشمیدس وارد بر هر کره F_a , F_b , F_c باشد، کدام رابطه زیر صحیح خواهد بود؟

۱) $F_a = F_b = F_c$ ۲) $F_a > F_b > F_c$ ۳) $F_a < F_b < F_c$ ۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

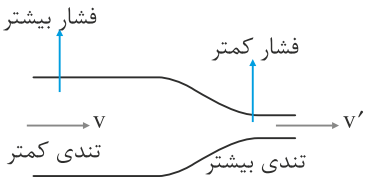
مثال ۱۳: در شکل مقابل استوانه‌ای به ارتفاع h درون مایعی به چگالی $۲ \frac{g}{cm^3}$ قرار دارد. اگر اختلاف فشار در دو قسمت بالایی و پایینی استوانه (b,a) برابر ۵ کیلو پاسکال باشد، ارتفاع h بر حسب سانتی‌متر و نیروی ارشمیدس وارد بر این استوانه چند نیوتن است؟ (مساحت قاعده استوانه $۴cm^2$ است.)



۱) ۲۵ و ۵ ۲) ۲۵ و ۲ ۳) ۱۰ و ۵ ۴) ۱۰ و ۲

شاره‌های متحرک و اصل برنولی:

یک شاره آرمانی در حال حرکت و بدون تلاطم را در نظر بگیرید که تراکم پذیر نباشد و چگالی ثابتی داشته باشد. با فرض اینکه از اصطکاک و چسبندگی صرف‌نظر می‌شود. بر اساس اصل برنولی در جاهایی که جریان شاره بیشتر است، فشار کمتر است.

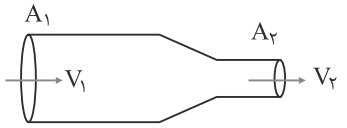


آهنگ جریان شاره:

حجم شاره عبوری در واحد زمان را آهنگ جریان شاره می‌نامند.

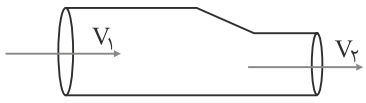
$$\text{آهنگ جریان شاره} = \frac{AL}{t} = AV$$

معادله پیوستگی: شاره‌ای با جریان لایه‌ای در شکل می‌بینید. در حالت پایا و در مدت زمان یکسان جرم و حجم یکسانی از شاره، از هر سطح مقطع دلخواه لوله می‌گذرد.



$A_1V_1 = A_2V_2$

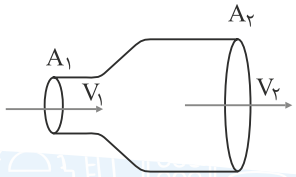
مثال ۱۴: در شکل مقابل شاره‌ای از چپ به راست درون لوله‌ای مطابق شکل به طور پایا و لایه‌ای جریان دارد. برای آن که آهنگ شارش جریان از مقطع انتهایی (سمت راست) $۰.۰۴ \frac{m^3}{s}$ باشد، باید در هر دقیقه چند متر مکعب شاره از ابتدای لوله (سمت چپ) وارد شود؟



۱) ۰/۲۴ ۲) ۲/۴

۳) ۲۴ ۴) ۰/۰۲۴

مثال ۱۵: شاره‌ای پایا از لوله شکل مقابل جریان دارد. فشار در قسمت ورودی P۱ و در قسمت خروجی P۲ است. کدام گزینه برای این شکل صحیح است؟



۱) $P_1 < P_2$ ۲) $V_1 > V_2$

۳) $\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_2}{V_1}$ ۴) هر سه مورد

حرکت‌شناسی

حرکت با شتاب ثابت

شتاب متوسط a_{av}:

وقتی بردار سرعت تغییر می‌کند، کمیتی به نام شتاب معرفی می‌شود. آهنگ تغییرات سرعت را شتاب متوسط می‌گویند. $\vec{a}_{av}=\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}$

این کمیت برداری است و هم جهت بردار تغییرات سرعت (Δv) است.

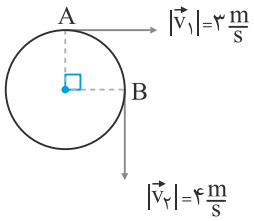
یکای این کمیت متر بر مربع ثانیه $\left(\frac{m}{s^2}\right)$ است.

دقت داشته باشید ممکن است اندازه سرعت ثابت باشد ولی جهت بردار سرعت تغییر کند. مانند حرکت بر مسیر منحنی، در این حالت نیز حرکت را شتابدار می‌گویند.

$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$

اگر حرکت روی خط راست انجام شود، تغییرات اندازه سرعت باعث ایجاد شتاب می‌شود.

* بردار سرعت لحظه‌ای همواره مماس بر مسیر حرکت است.



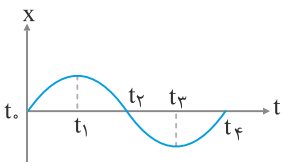
مثال ۱: متحرکی روی مسیر دایره در حال حرکت است. اگر در مدت ۲/۵ ثانیه متحرک از A به B جابجا شود، با توجه به بردارهای سرعت در این دو نقطه، بزرگی شتاب متوسط در این مدت چه اندازه است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۲ ۳) ۲/۸ ۴) صفر

مثال ۲: معادله سرعت یک متحرک بر خط راست به صورت $v=-2t^2+10t$ در SI است. شتاب متوسط در ثانیه دوم حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

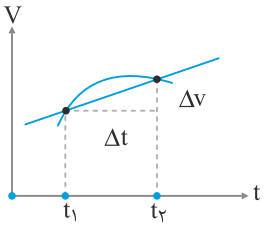
مثال ۳: نمودار مکان–زمان متحرکی مطابق شکل است. این متحرک روی محور x در حال حرکت است. در کدام بازه زمانی شتاب متوسط صفر است؟



۱) t_0 تا t_4
۲) t_2 تا t_0
۳) t_4 تا t_2
۴) t_4 تا t_1

شتاب متوسط با استفاده از نمودار سرعت–زمان:

شیب خط راست نمودار سرعت–زمان معرف شتاب متوسط است.

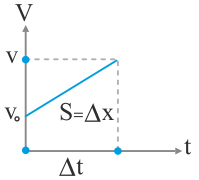


$\tan\theta=\frac{\Delta v}{\Delta t}=a_{av}$

* شیب خط مماس بر نمودار سرعت–زمان معرف شتاب لحظه‌ای است.

* در حالتی که علامت شتاب و سرعت در یک حرکت بر خط راست، موافق هم باشند، حرکت تند شونده و در صورتی که علامت شتاب و سرعت مخالف هم باشند، حرکت کند شونده است.

مساحت زیر نمودار سرعت–زمان معرف جابجایی متحرک است.



$\boxed{\Delta x=(\frac{v+v_0}{2})\Delta t}$

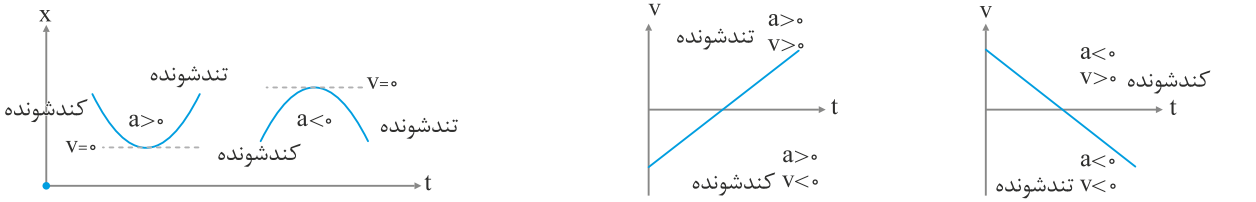
* وقتی شیب نمودار سرعت ثابت باشد، حرکت با شتاب ثابت است که در این حالت شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای یکی است.

شتاب ثابت $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\rightarrow$ $\boxed{v=at+v_0}$ معادله سرعت–زمان در حرکت با شتاب ثابت

با جایگزین کردن مقدار v در رابطه بالا می‌توان نوشت:

$x-x_0=\left(\frac{at+v_0+v_0}{2}\right)t\rightarrow$ $\boxed{x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0}$ معادله مکان–زمان در حرکت با شتاب ثابت

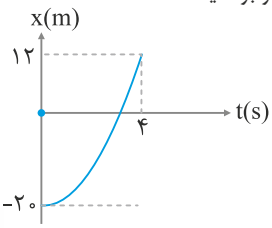
همانطور که از معادله مشاهده می‌کنید، نمودار مکان–زمان باید به صورت یک سهمی باشد.



از ترکیب دو معادله مکان–زمان و سرعت–زمان، معادله سرعت–مکان یا مستقل از زمان به دست می‌آید.

$$\begin{matrix} x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \\ v = at + v_0 \end{matrix} \longrightarrow \boxed{V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)}$$

مثال ۴: نمودار مکان–زمان متحرکی بر خط راست مطابق شکل است. سرعت متحرک هنگام عبور از مبدأ مکان چند متر بر ثانیه است؟



۱) $2\sqrt{10}$
۲) $4\sqrt{10}$
۳) $10\sqrt{2}$
۴) ۲۰

مثال ۵: در یک مسیر مستقیم، سرعت متحرکی در مکان $x_1 = 4\,m$ برابر $8\frac{m}{s}$ است. اگر شتاب حرکت $2/25\frac{m}{s^2}$ باشد، در چه مکانی بر حسب متر، سرعت متحرک برابر $10\frac{m}{s}$ خواهد بود؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

مثال ۶: جسمی از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند. در لحظه $t = 2s$ در ۱+ متری مبدأ و در لحظه $t = 4s$ در ۱۳+ متری مبدأ است. در شروع حرکت در چند متری مبدأ بوده است؟

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) −۲ ۴) −۳

مثال ۷: جسمی از حال سکون باشتاب ثابت بر مسیر مستقیم به حرکت درمی‌آید و مسافت d را طی می‌کند. اگر $\frac{d}{4}$ اول مسیر را در مدت t_1 و بقیه مسیر را در مدت t_2 طی کرده باشد، نسبت $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟

۱) $\sqrt{3}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

مثال ۸: اتومبیلی با سرعت اولیه v_0 و شتاب ثابت بر مسیر مستقیم به حرکت در می‌آید و پس از ۴ ثانیه متوقف می‌شود. اگر مسافت طی شده در ۲ ثانیه اول x_1 و بقیه مسافت x_2 باشد، $\frac{x_2}{x_1}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{3}$ ۴) $\frac{1}{4}$

در حرکت با شتاب ثابت جابجایی در ثانیه nاُم برابر است با: $\Delta x = \frac{1}{2}a(2n-1) + v_0$

مثال ۹: متحرکی با شتاب ثابتی در ۳ ثانیه مسافت ۱۳/۵ متر و ۳ ثانیه بعد مسافت ۱۸ متر را طی می‌کند. شتاب حرکت آن چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱/۲ ۳) ۱/۵ ۴) ۲/۵

نسبی بودن حرکت: حرکت امری نسبی است. وقتی برای خود حرکت قائل می‌شویم، برای تعیین کیفیت حرکت از اجسام ثابت اطراف خود کمک می‌گیریم. ولی اگر اجسام اطرافمان نیز حرکت داشته باشند، آنگاه کیفیت و کمیت‌های حرکت ما تغییر خواهند کرد. به عنوان مثال وقتی در یک بزرگراه با اتومبیل خود، با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت به خط مستقیم در حرکت هستید، حرکت اتومبیل جلویی و پشتی را چگونه قضاوت می‌کنید؟

در شکل دو متحرک با سرعت‌های ثابت v_1 و v_2 در فاصله d از هم روی یک محور حرکت می‌کنند.

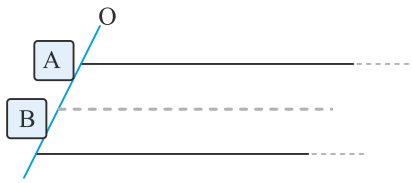
* دقت داشته باشید وقتی زمان بهم رسیدن دو متحرک را خواسته باشند، باید معادله مکان–زمان دو متحرک را نسبت به یک مبدأ نوشته سپس آنها را مساوی هم قرار دهیم.

با توجه به معادله حرکت هر دو متحرک رابطه‌ای برای زمان به هم رسیدن دو متحرک به دست می‌آید:

الف) $\begin{cases} x_1 = v_1 t \\ x_2 = -v_2 t + d \end{cases} \Rightarrow x_1 = x_1 \Rightarrow t = \dfrac{d}{v_1 + v_1}$ ب) $\begin{cases} x_1 = v_1 t \\ x_2 = v_2 t + d \end{cases} \Rightarrow x_1 = x_1 \Rightarrow t = \dfrac{d}{v_1 - v_2}$

مقدار $(v_1 + v_1)$ در حالت (الف) که دو متحرک به طرف هم حرکت می‌کنند و $(v_1 - v_1)$ در حالت (ب) که دو متحرک به دنبال هم حرکت می‌کنند را سرعت نسبی دو متحرک می‌گویند.

مثال ۱۰: متحرک A وقتی از مبدأ O با سرعت $18\frac{m}{s}$ می‌گذرد، متحرک B از حال سکون با شتاب ثابتی به دنبال آن شروع به حرکت می‌کند و پس از ۴ ثانیه سرعت آن برابر سرعت متحرک A می‌شود. معادله مکان–زمان دو متحرک را نوشته سپس زمان به هم رسیدن آنها را به دست آورید. با استفاده از رسم نمودار سرعت زمان دو متحرک در یک دستگاه این مسئله را بررسی کنید.



۲ فصل دما و گرما

فرسنگ

درسنامه

دما و دماسنجی:

دما چیست؟ دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.

کمیّت دماسنجی چیست؟

برای اندازه‌گیری دما لازم است مشخصه‌ای که قابل اندازه‌گیری است انتخاب کرد که با گرمی و سردی جسم این مشخصه تغییر کرده و توسط آن دما اندازه‌گیری شود. به این مشخصه کمیّت دماسنجی می‌گویند. مانند طول ستون جیوه در دماسنج جیوه‌ای و یا کمیّت فشار و حجم در دماسنج‌های گازی و... .

ولی در بکارگیری این کمیّت‌ها با مشخصه‌ها محدودیت‌هایی وجود دارد. به‌طور مثال می‌دانیم نقطه‌ی انجامد جیوه ۳۹– درجه سانتی‌گراد است. پس از دماسنج جیوه‌ای نمی‌توان در دماهای خیلی پایین استفاده نمود. به عبارتی متفاوت بودن نقطه‌ی ذوب و جوش مواد به کار رفته در دماسنج‌ها باعث محدودیت‌هایی در بکارگیری دماسنج‌های مختلف وجود دارد.

مقیاس‌های دما

سه مقیاس دمایی برای درجه‌بندی دماسنج‌ها وجود دارد:

۱– درجه‌بندی سلسیوس یا سانتی‌گراد؛

۲– درجه‌بندی کلوین؛

۳– درجه‌بندی فارنهایت

در مقیاس سانتی‌گراد یا سلسیوس نقطه‌ی ثابت پایینی (نقطه‌ی ذوب یخ یا انجماد آب) صفر است و نقطه‌ی ثابت بالایی (نقطه‌ی جوش آب) ۱۰۰ است که بین این دو نقطه به ۱۰۰ قسمت تقسیم شده است.

در مقیاس کلوین نقطه‌ی ثابت پایینی ۲۷۳ و نقطه‌ی ثابت بالایی ۳۷۳ است، که بین این دو نقطه نیز به ۱۰۰ قسمت تقسیم شده است.

در مقیاس فارنهایت نقطه‌ی ثابت پایینی ۳۲ و نقطه‌ی ثابت بالایی ۲۱۲ است، که بین این دو نقطه به ۱۸۰ قسمت تقسیم شده است.

مثال ۱: برای آنکه نقاط ثابت دماسنجی در مقیاس سلسیوس دقیق باشند، کدام شرط باید برقرار باشد؟

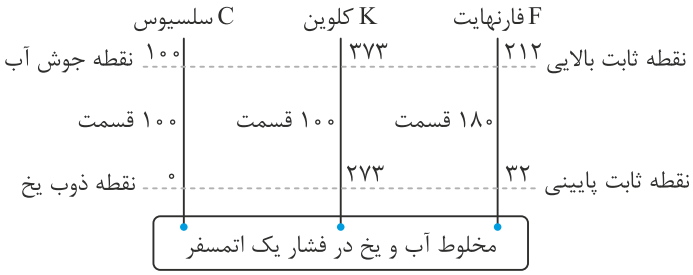
۱) آب و یخ خالص باشند.

۲) مخزن دماسنج در آب جوش فرو نرود.

۳) فشار هوای محیط یک اتمسفر باشد.

۴) هر سه مورد.

نمایشی از سه مقیاس دمایی متداول:



مثال ۲: در فشار یک اتمسفر مخزن یک دماسنج جیوه‌ای را یک بار درون مخلوط آب و یخ قرار داده‌شده است و بار دیگر در بخار آب جوش قرار می‌گیرد. مشاهده می‌شود که طول ستون جیوه ۹ سانتی‌متر افزایش می‌یابد. فاصله‌ی دو درجه‌ی متوالی در دماسنج سانتی‌گراد، چند میلی‌متر خواهد بود؟

۱) ۱ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۹ ۴) ۹

نکته: تغییرات دما در مقیاس سلسیوس و کلوین یک‌اندازه است و تغییرات دما در مقیاس فارنهایت ۱/۸ برابر تغییرات دما در مقیاس سلسیوس و کلوین است.

$$\Delta\theta^C = \Delta T^K \qquad \Delta F^F = 1/8\Delta\theta^C = 1/8\Delta T^K$$

رابطه‌ی مقیاس‌های دمایی متداول:

$$T^K = \theta^C + 273 \qquad F^F = \frac{9}{5}\theta^C + 32$$

مثال ۳: اگر دمای جسمی برحسب سلسیوس چهار برابر شود، دمای آن برحسب کلوین دو برابر می‌شود، دمای اولیه‌ی جسم چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۱۳۵ ۲) ۱۳۶/۵ ۳) ۱۴۰ ۴) ۲۳۶/۵

مثال ۴: چند مطلب زیر صحیح است؟

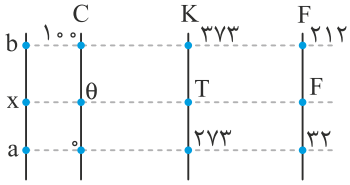
برای ضدعفونی کردن یک دماسنج الکلی می‌توان از آب‌جوش استفاده کرد.

۲) ضخامت دیواره‌ی لوله دماسنج جیوه‌ای و الکلی باید لوله‌ی باریک خالی از هوا باشد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

رابطه‌ی درجه‌بندی یک دماسنج دلخواه با مقیاس‌های دمایی متداول:

فرض کنید دماسنجی دلخواه ساخته‌ایم که نقطه‌ی ثابت پایینی آن ۹ و نقطه‌ی ثابت بالایی آن b باشد که بین آنها به n قسمت تقسیم شده باشد. در محیطی این دماسنج دمای محیط را x درجه نشان می‌دهد.



$$\frac{x-a}{b-a} = \frac{\theta}{100} = \frac{T-273}{100} = \frac{F-32}{180}$$

مثال ۵: دماسنجی نقطه‌ی ذوب یخ را ۲۰− و نقطه‌ی جوش آب را ۶۰ نشان می‌دهد. این دماسنج دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد را با چه عددی نشان می‌دهد؟

۱) ۱۰ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۲۰

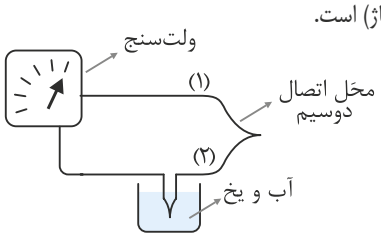
دماسنج‌های معیار

دانشمندان برای کارهای علمی سه دماسنج معیار برای اندازه‌گیری گسترده‌ی دماهای مختلف پذیرفته‌اند.

دماسنج	کمیّت دماسنجی و اساس کار
گازی	تغییر حجم و یا تغییر فشار بر اثر تغییر دما
مقاومت پلاتینی	تغییر مقاومت بر اثر تغییر دما
تف‌سنج (پیرومتر)	میزان تابش امواج الکترومغناطیسی در دمای متفاوت

دماسنج ترموکوپل:

این دماسنج از دو رسانا (سیم) غیر هم‌جنس تشکیل شده که کمیّت دماسنجی در این دماسنج اختلاف پتانسیل (ولتاژ) است. بر اثر تغییر دما، در دو سر رسانا اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود. این دماسنج قبلاً در مجموعه‌ی دماسنج‌های معیار قرار داشت، ولی به علت دقت کم از این مجموعه حذف شده است. مزیت این دماسنج به دلیل کوچک بودن جرم محل اتصال خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به حالت تعادل گرمایی می‌رسد. گستره‌ی دماسنجی آن از 270^C تا 1372^C است.



مثال ۶: کدام مطلب صحیح نیست؟

۱) تغییر کمیّت دماسنجی اساس کار دماسنج‌هاست.
۲) برای دما حدّ بالایی وجود ندارد.
۳) تغییرات هر درجه سانتی‌گراد ۱/۸ درجه فارنهایت است.
۴) پایین‌ترین حد دما در مقیاس فارنهایت تقریباً ۴۶۰- است.

مثال ۷: چند ویژگی زیر مربوط به دماسنج ترموکوپل است؟

الف)کمیّت دماسنجی ولتاژ است.
ب) دقت زیاد نسبت به بقیه دماسنج‌ها
پ) در دسته‌ی دماسنج‌های معیار قرار دارد.
ت) خیلی سریع با جسم یا محیط مورد نظر به تعادل گرمایی می‌رسد.

انبساط گرمایی:

اکثر اجسام با افزایش دما حجمشان زیاد می‌شود. از این پدیده حتی در ساخت بعضی از دماسنج‌ها استفاده می‌شود.

۱- انبساط طولی: وقتی دمای یک میله یا سیم فلزی را افزایش می‌دهیم، طول میله نیز افزایش می‌یابد. اگر طول میله در دمای θ_1 برابر L_1 و در دمای θ_2 برابر L_2 باشد. تغییرات طول آن برابر است با:

$$L_2 = L_1(1+\alpha\Delta T) \qquad \Delta L = L_1\alpha\Delta T$$

α ضریب دمایی میله است. بنا به تعریف تغییرات طول واحد طول جسم (میله) به ازای یک درجه افزایش دما می‌باشد. یکای آن $\frac{1}{C}$ و $\frac{1}{K}$ می‌باشد.

مثال ۸: طول یک پُل معلق یک کیلومتر است و ضریب دمایی فلز به کار رفته در این پل $\alpha = 1/25\times10^{-6}\frac{1}{C}$ است. اگر کمترین دما -10^{C} و بیشترین دما $+50^{+}$ در نظر گرفته شود. بیشترین تغییر طول پل چند سانتی‌متر می‌شود؟

۱) ۵/۵ ۲) ۶/۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۸/۵

مثال ۹: طول دو میله‌ی A و B در دمای صفر درجه سانتی‌گراد برابر ۱۵۰ میلی‌متر است. در چه دمایی برحسب درجه سانتی‌گراد اختلاف طول نهایی دو میله برابر ۰/۱۲ میلی‌متر می‌شود. $(\alpha_B = 8\times10^{-6}\frac{1}{C}$ و $\alpha_B = 8\times10^{-6}\frac{1}{C})$

۱) ۱۰ ۲) ۱۰۰۰ ۳) ۱ ۴) ۱۰۰

۲- انبساط سطحی: صفحه‌ای را در نظر بگیرید که در دمای θ_1 مساحت اولیه‌ی آن A_1 و در دمای θ_2 مساحت آن به A_2 می‌رسد. تغییرات سطح این صفحه برابر است با:

$$A_2 = A_1(1+2\alpha\Delta T) \qquad \Delta A = A_1(2\alpha)\Delta T$$

2α ضریب انبساط سطحی است.

مثال ۱۰: طول ضلع یک مکعب مسی در دمای 10^{C} برابر ۵۰ سانتی‌متر است. اگر دمای آن را به 50^{C} برسانیم. افزایش مساحت کل مکعب چند سانتی‌متر مربع خواهد شد؟ (ضریب دمایی مس $1/7\times10^{-6}\frac{1}{K}$)

۱) ۱/۷۰ ۲) ۲/۵۰ ۳) ۲۵/۵۰ ۴) ۴/۲۵

۳- انبساط حجمی: همان‌طور که می‌دانید بیشتر اجسام با افزایش دما حجمشان نیز افزایش می‌یابد. تغییرات حجم یک جسم بر اثر افزایش دما برابر است با:

$\beta = 3\alpha$ ضریب انبساط حجمی است.

$$V_2 = V_1(1+\beta\Delta T) \qquad \Delta V = V_1\beta\Delta T$$

مثال ۱۱: دمای یک مکعب فلزی را 500^{C} افزایش می‌دهیم، حجم آن ۰/۶ درصد زیاد می‌شود. ضریب انبساط سطحی در SI کدام است؟

۱) $4/5\times10^{-5}$ ۲) 4×10^{-6} ۳) 8×10^{-6} ۴) 8×10^{-5}

مثال ۱۲: وقتی دمای یک میله‌ی فلزی را 80^{C} بالا می‌بریم، طول آن از ۵۰ سانتی‌متر به ۵۱ سانتی‌متر می‌رسد. اگر دمای مکعب فلزی توخالی از همین فلز را از 20^{C} به 80^{C} برسانیم. حجم آن تقریباً چند درصد زیاد می‌شود؟

۱) ۴/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۴ ۴) ۶

۴- انبساط مایع: مایع نیز مانند اجسام جامد بر اثر افزایش دما، افزایش حجم پیدا می‌کند. (به‌جز در چند مورد استثنا وجود دارد.)

β ضریب انبساط حجمی مایع است.

$$V_2 = V_1(1+\beta\Delta T) \qquad \Delta V = V_1\beta\Delta T$$

نکته: در بعضی مسایل انبساط اجسام، مایع درون یک ظرف پر شده است. با افزایش دمای ظرف و مایع، مقداری مایع از ظرف بیرون می‌ریزد.

حجم مایعی که بیرون می‌ریزد برابر است با:

$$\Delta V = V_1(\beta - 3\alpha)\Delta T$$

β ضریب انبساط حجمی مایع و 3α هم ضریب انبساط حجمی ظرف است.

مثال ۱۳: ظرفی توسط ۲ لیتر مایع به ضریب انبساط حجمی $12\times10^{-5}\frac{1}{K}$ به‌طور کامل پر شده است. اگر دمای ظرف و مایع را 60^{C} افزایش دهیم، چند سانتی‌متر مکعب مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟ $(\alpha = \frac{2}{3}\times10^{-5}\frac{1}{K})$

۱) $13/6\times10^{-3}$ ۲) ۱۲ ۳) ۱۳/۶ ۴) ۱۶/۸

رابطه‌ی چگالی با دما:

با تغییرات دما جرم جسم ثابت می‌ماند ولی حجم آن تغییر می‌کند. این ویژگی باعث تغییر در چگالی جسم می‌شود.

β ضریب انبساط حجمی مایع و برای جسم جامد $\beta = ۳\alpha$ می‌باشد.

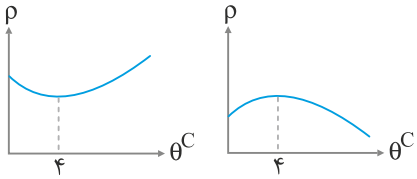
$$\rho_۲ = \frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta T} \xrightarrow{\text{و یا}} \rho_۲ = \rho_۱ = (۱-\beta\Delta T)$$

مثال ۱۴: دمای مقداری مایع را از ۲۰^C به ۷۰^C می‌رسانیم. اگر چگالی مایع ۰/۸ برابر چگالی اولیه‌ی آن شود. ضریب انبساط حجمی مایع چند واحد SI است؟

۱) ۵×۱۰^{-۴} ۲) ۴×۱۰^{-۴} ۳) ۵×۱۰^{-۳} ۴) ۴×۱۰^{-۳}

انبساط غیرعادی آب:

با افزایش دمای آب از صفر تا ۴ درجه سانتی‌گراد به جای افزایش حجم آب، حجم آب کاهش می‌یابد و چگالی آن در $۴C$ بیشترین مقدار را دارد.



مثال ۱۵: چند مطلب زیر صحیح است؟

الف) آب در دمای $۴C$ کمترین چگالی و بیشترین حجم را دارد.

ب) آب در حالت مایع چگالی‌تر از یخ است.

پ) مولکول‌های آب در یخ تشکیل یک شبکه بلوری می‌دهد.

ت) به دلیل کم بودن چگالی یخ نسبت به آب، سطح دریاچه زودتر یخ می‌زند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲ ویژه رشته ریاضی

فرسنگ

درسنامه

سقوط آزاد اجسام:

یکی از حرکت‌هایی که در طبیعت با شتاب ثابت $\left(g = ۹/۸\ m/s^۲\right)$ صورت می‌گیرد سقوط آزاد اجسام است. تمام اجسام چه سبک و چه سنگین در شرایط خلأ در مجاورت سطح زمین با این شتاب سقوط می‌کنند.

به عبارت دیگر بر اثر سقوط آزاد در شرایط خلأ هر ثانیه به مقدار سرعت جسمی که رها می‌شود به اندازهٔ $۹/۸\ m/s$ افزوده می‌شود که جهت آن در جهت شتاب به سمت مرکز زمین است.

معادلات حرکت با شتاب ثابت را می‌توان با جایگزینی $a = g$ و $x = y$ به صورت زیر نوشت:

$$y = \frac{۱}{۲}gt^۲ \quad v = gt \quad v^۲ = ۲gy \quad \Delta y = \frac{۱}{۲}g(۲n-۱)$$ جابه‌جایی ثانیه nام

با استفاده از رابطهٔ جابه‌جایی در ثانیه nام می‌توان جابه‌جایی را در بازه‌های زمانی مشخص به عنوان مثال یک ثانیه به صورت زیر با فرض اینکه $g \simeq ۱۰\ m/s^۲$ است به دست آورد.

$$\xrightarrow{\text{ثانیه اول}} ۵m \xrightarrow{\text{ثانیه دوم}} ۱۵m \xrightarrow{\text{ثانیه سوم}} ۲۵m \longrightarrow .....$$

این شخص نشان می‌دهد که به هر جابه‌جایی در بازهٔ یک ثانیه به اندازهٔ $g = ۱۰$ اضافه می‌گردد.

مثال ۱) گلوله‌ای در شرایط خلأ از ارتفاع h رها می‌شود. اگر جابه‌جایی در ثانیه آخر سقوط ۳۵ متر باشد ارتفاع سقوط (h) برحسب متر و تندی گلوله در لحظهٔ برخورد برحسب $\frac{m}{s}$ کدام است؟ $g = ۱۰\ m/s^۲$

۱) ۱۲۵ و ۵۰ ۲) ۸۰ و ۳۰ ۳) ۸۰ و ۴۰ ۴) ۱۲۰ و ۴۰

مثال ۲) دو گلوله از یک بلندی به ارتفاع h با اختلاف یک ثانیه رها می‌شود، اگر بیشترین فاصلهٔ دو گلوله ۴۵ متر بشاد، ارتفاع h چند متر است؟ $g = ۱۰\ m/s^۲$

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۲۵ ۴) ۱۵۰