



به نام خداوند بخشنده و مهربان



مکانیک سیالات ۱

فصل ۲: مکانیک سیال ساکن

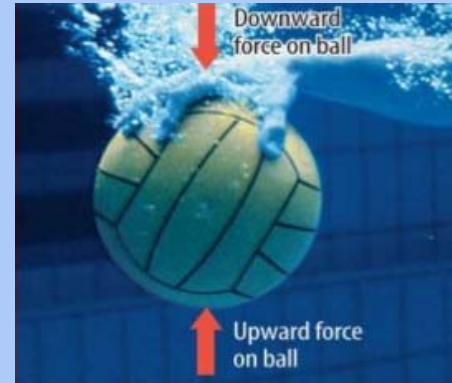
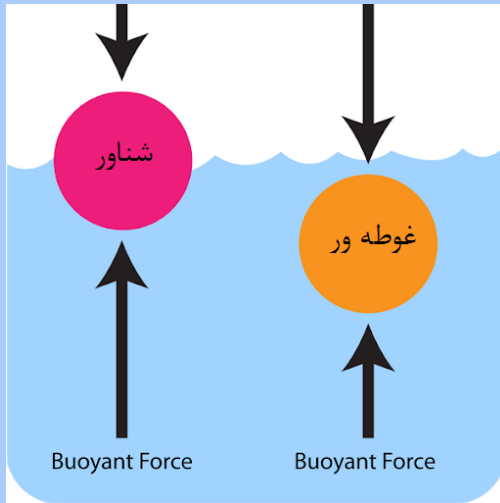
بخش ۴: شناوری



نیروی شناوری (Buoyant force)

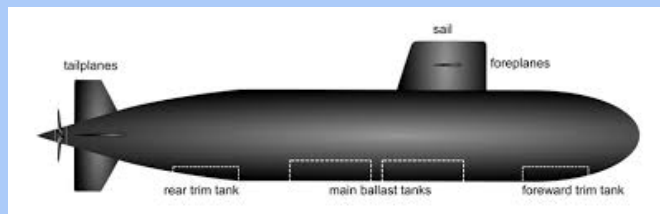
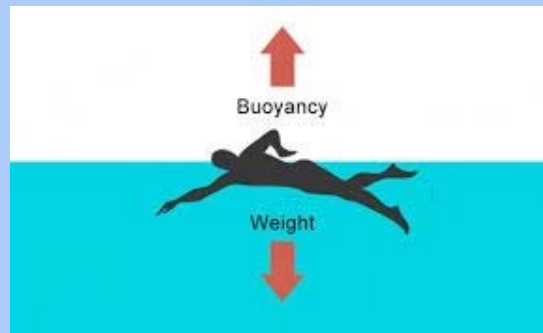


به نیرویی که سیال به جسم غوطه ور در خود وارد می کند نیروی شناوری گفته می شود.





کاربرد موضوع نیروی شناوری



فصل دوم : مکانیک سیال ساکن

دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)

مکانیک سیالات ۱ (استاد جودکی)



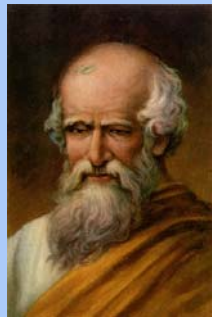
اندازه و جهت نیروی شناوری:

نیروی شناوری همواره عمودی و رو به بالا بر جسم غوطه ور وارد می شود.

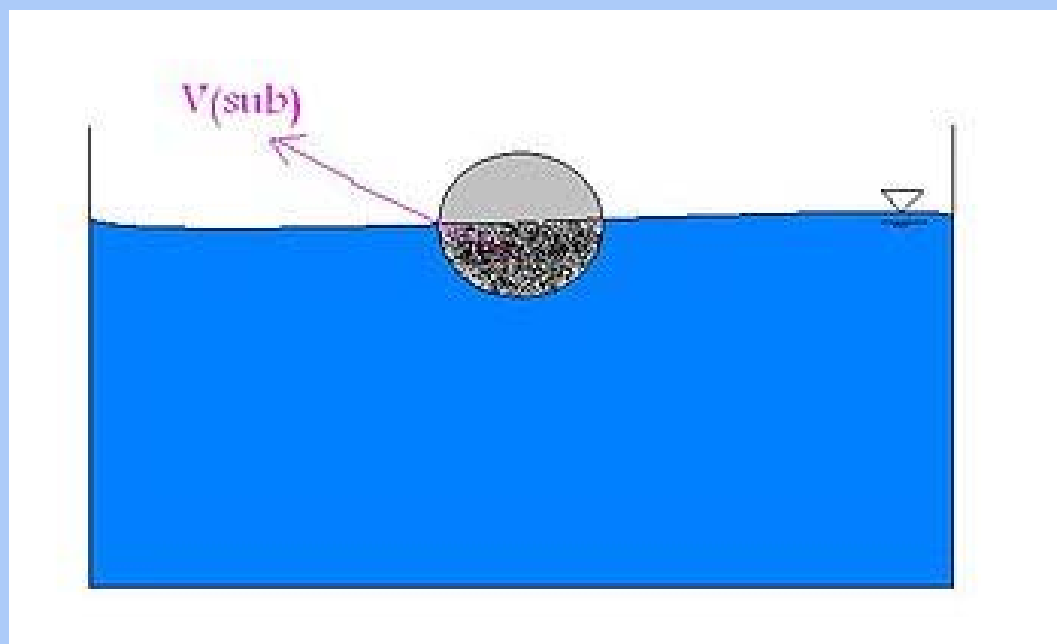
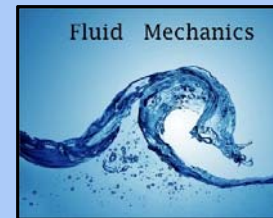
اندازه نیرو: وزن سیال جابه جا شده توسط جسم

مرکز شناوری نقطه ای از فضا است که نیروی شناوری در آن اثر می کند.

مرکز شناوری: در سیال تراکم ناپذیر (مثل آب) مرکز حجم، حجم جابجا شده توسط جسم می باشد.



ارشمیدوس ، ۳۰۰
قبل از میلاد



فصل دوم : مکانیک سیال ساکن

دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)

مکانیک سیالات ۱ (استاد جودکی)



اثبات ساده از نیروی شناوری:

$$F = F_{down} - F_{up}$$

$$F = P_2 \cdot A - P_1 \cdot A$$

$$F = \rho g (h_2 - h_1) \cdot A$$

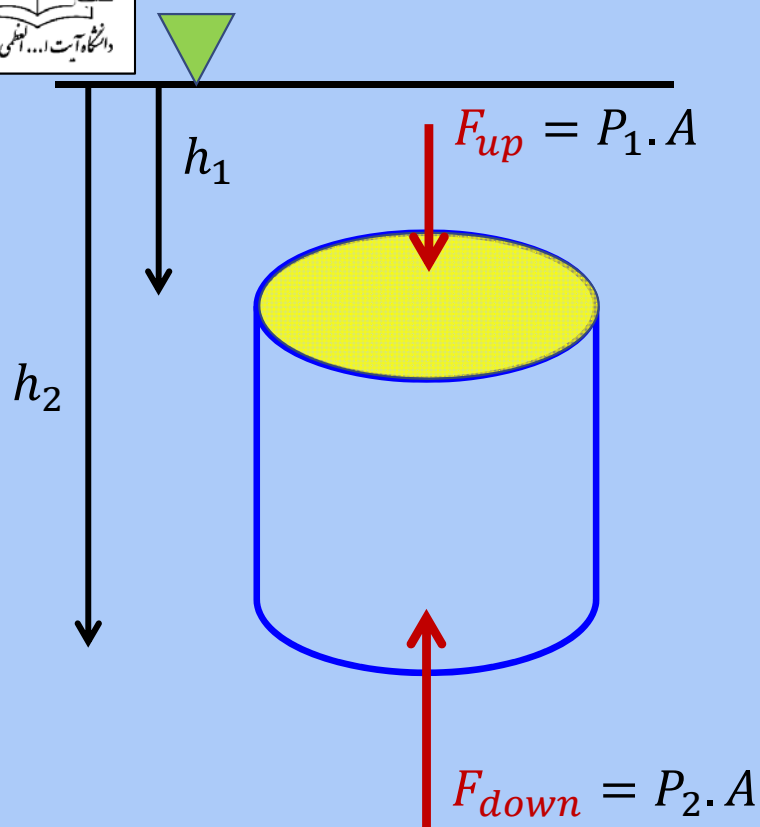
$$h_2 - h_1 = h$$

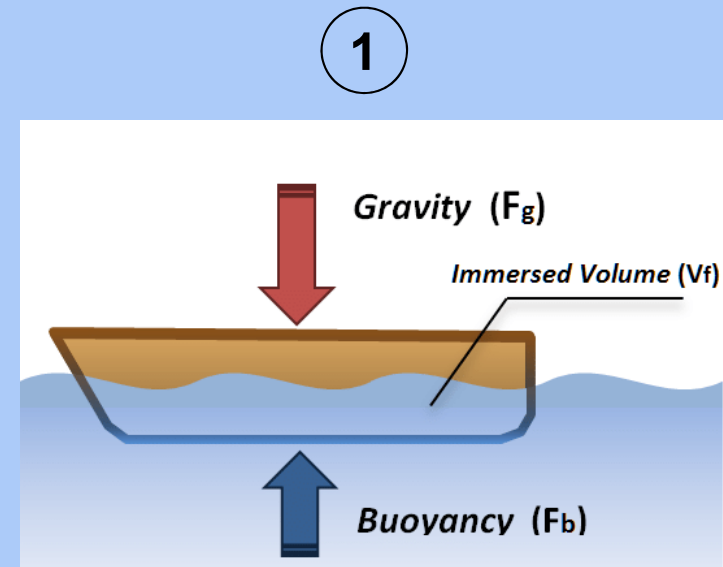
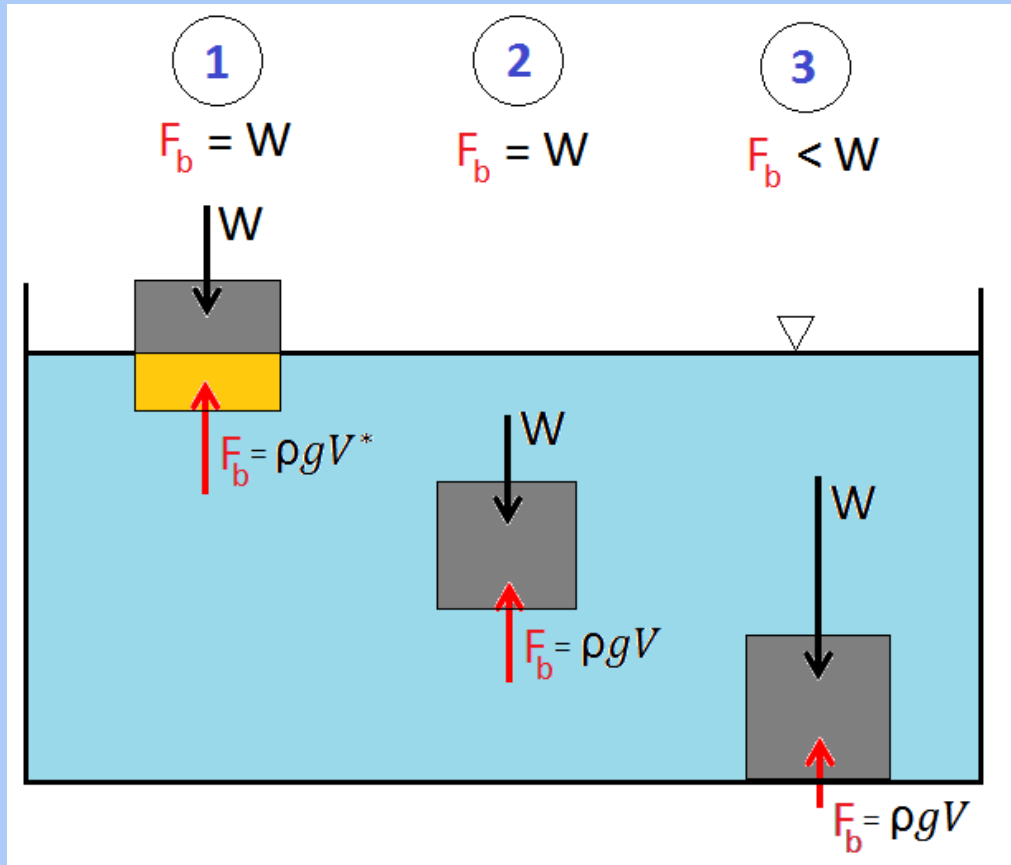
$$V = h \cdot A$$

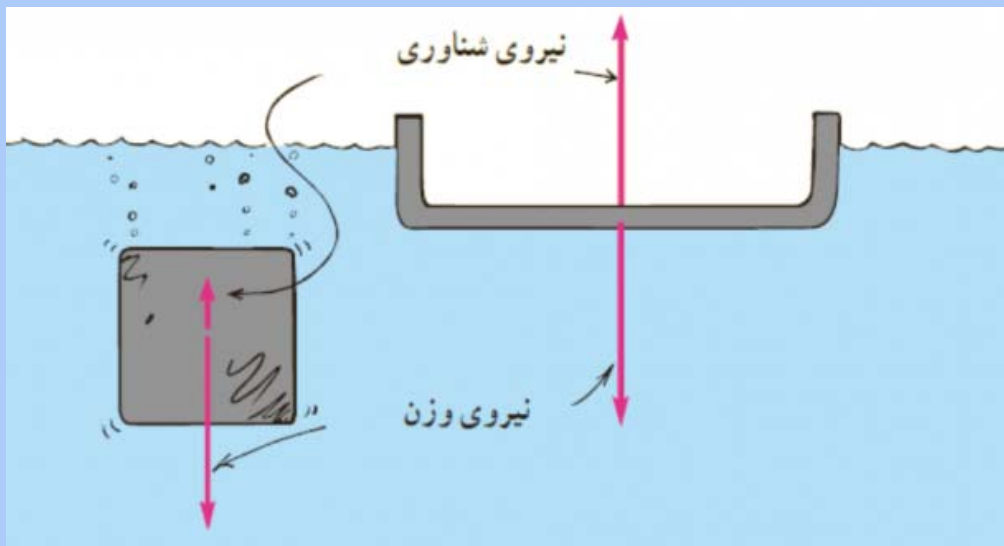
$$F = \rho g V$$

V حجم اشغال شده توسط جسم شناور

ρ چگالی سیال







فصل دوم : مکانیک سیال ساکن

دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)

مکانیک سیالات ۱ (استاد جودکی)



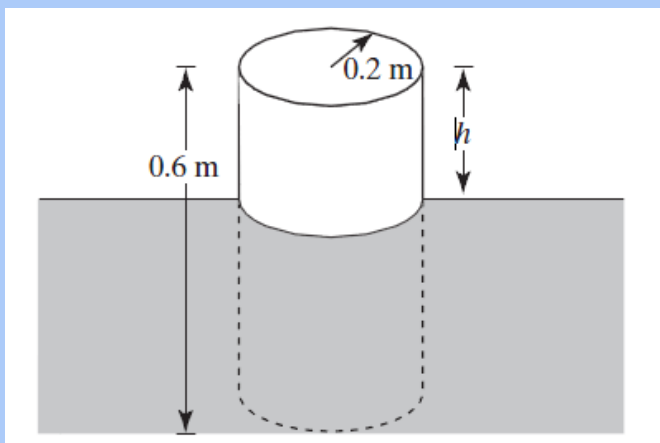
مثال: سیلندری شناور مطابق شکل موجود است. اگر جرم آن ۱۰ کیلوگرم باشد، ارتفاع h را بیابید؟



$$W = F_B$$

$$10 \times 9.81 = 1000 \times 9.81 \times 0.2^2 \times (0.6 - h)$$

$$h = \dots \text{ m}$$





فکر کنید؟



مکعبی به طول L و جرم ۲.۳۳kg را فرض کنید. حداقل طول L جهت شناور ماندن مکعب روی آب بایستی چقدر باشد؟

تمرین ۱: توضیح دهید چرا برخی از افراد می توانند روی آب دریاها و اقیانوس ها شناور بمانند (مطابق شکل زیر) ولی قادر نیستند روی دریاچه های آب تازه (دریاچه هایی که از آب باران تشکیل شده است)، شناور بمانند؟

تمرین ۲: دو بلوک چوبی با حجم برابر و چگالی های مختلف یکی شناور و دیگری غوطه ور است. کدام بلوک جرم بیشتری دارد؟ برای کدام بلوک نیروی شناورسازی بیشتر است؟

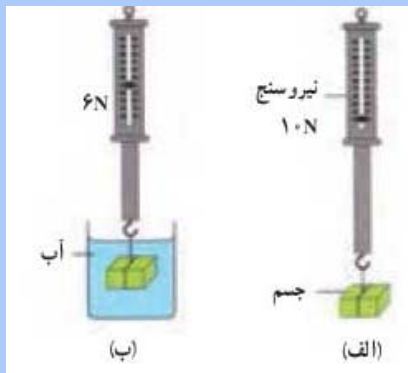
تمرین ۳: توضیح دهید که زیردریایی ها چگونه بالا می آیند، پایین می روند، و در عمق ثابت باقی می مانند.

تمرین ۴: آیا نیروی شناورسازی وارد بر یک زیردریایی، که در زیر آب است، در همه اعماق یکسان است؟

تمرین ۵: توضیح دهید که چرا بالون فقط تا ارتفاع معینی بالا می رود؟

تمرین ۶: بشکه آبی از یک ترازوی فنری آویزان است. آیا اگر قطعه آهنی را که از تار آویزان است در آب غوطه ور کنیم، وزنی که ترازو نشان می دهد تغییر میکند؟

تمرین ۷: هیدرومتر چیست، کامل توضیح دهید. ارتباط آن با شناوری را بیان کنید.

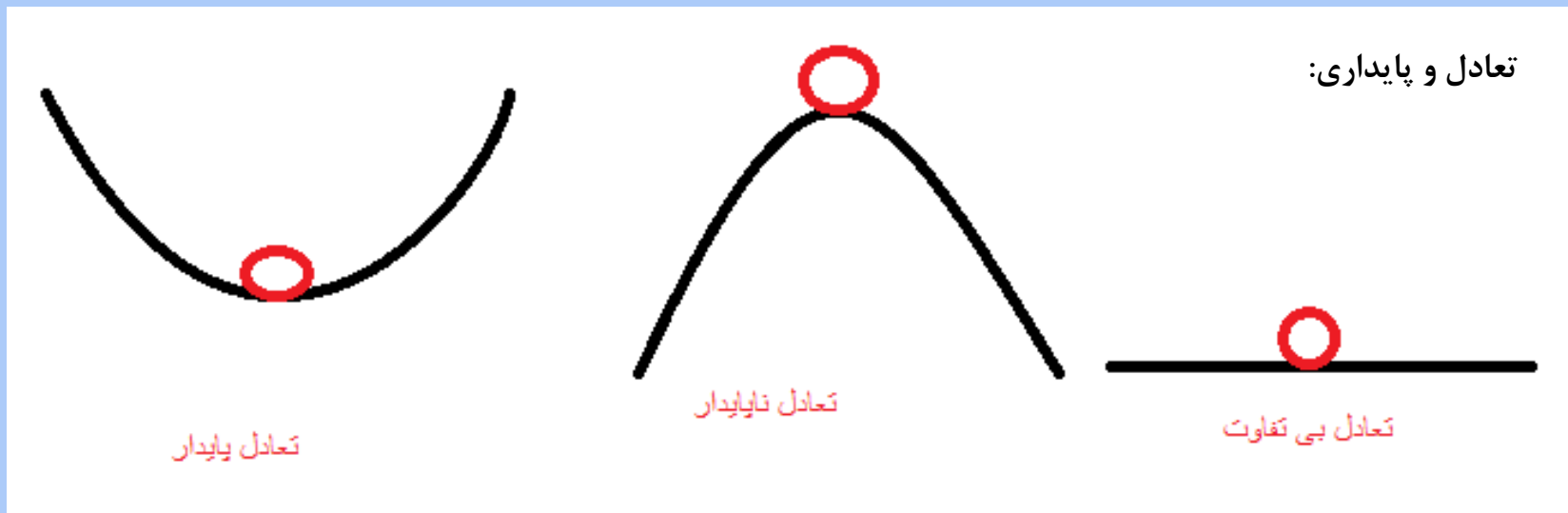




پایداری جسم شناور:

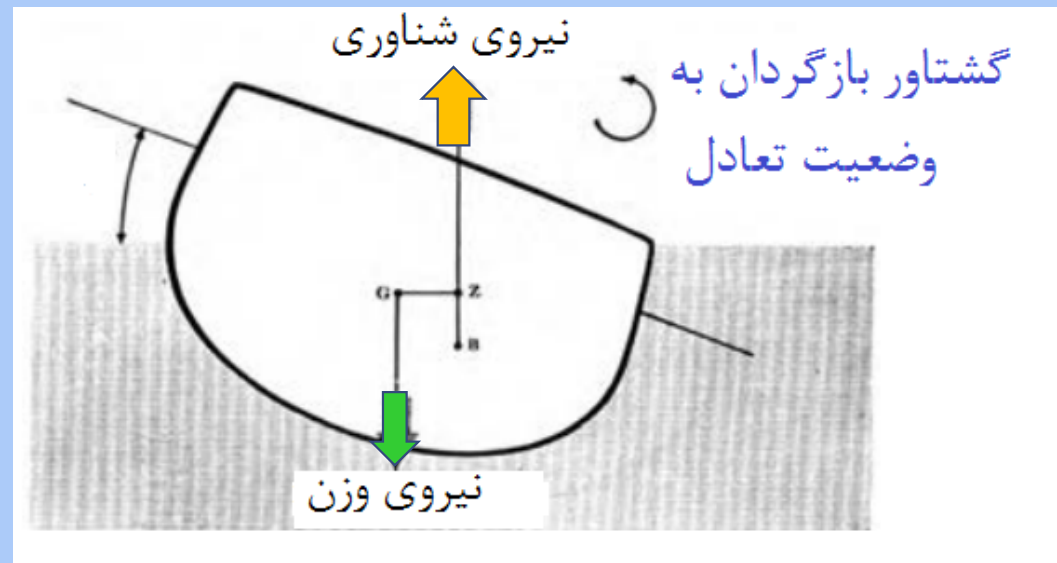
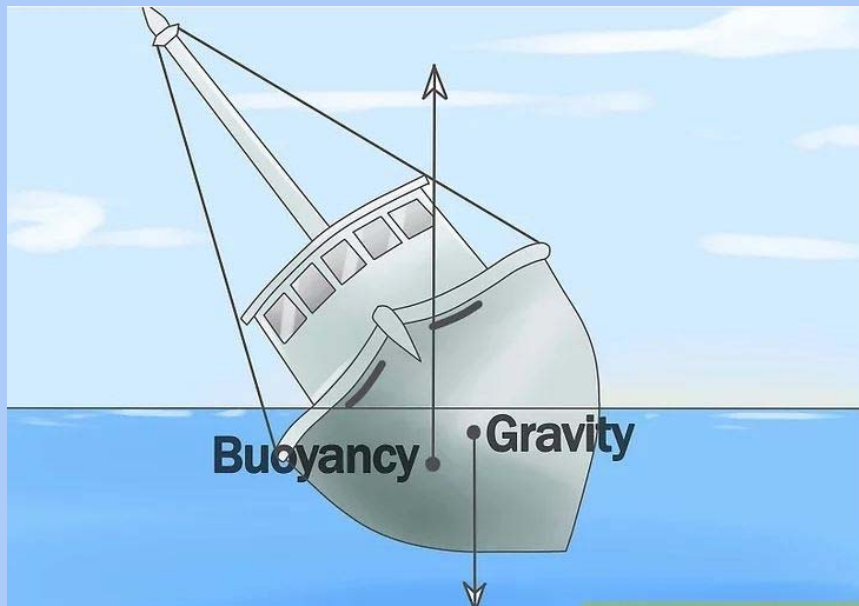


پایداری: جسمی دارای پایداری است که هرگاه تغییر مکان یا اغتشاشی به آن اعمال شود، نیرو (گشتاور) بازگرداننده ای در آن ایجاد شود که تمایل به بازگرداندن جسم به موقعیت اولش داشته باشد.

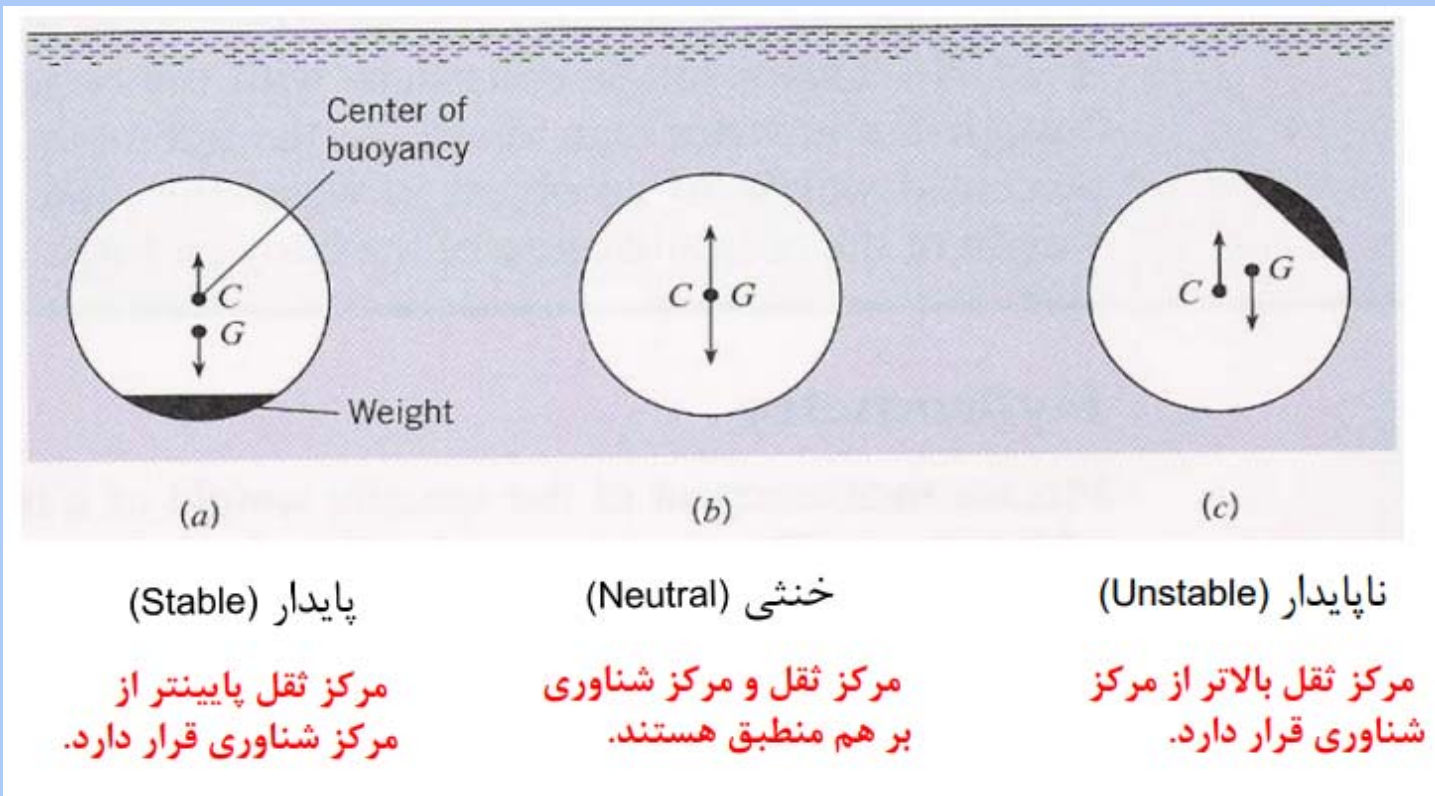




مثال:



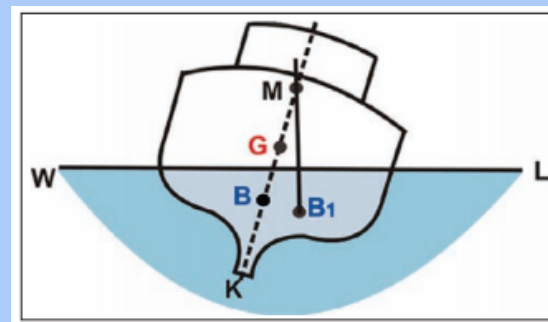
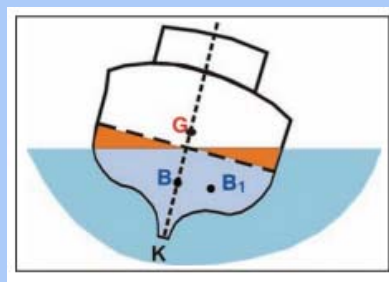
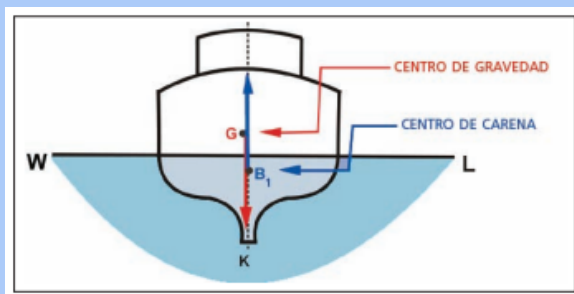
یک جسم ممکن است بطور پایدار، ناپایدار و یا خنثی در سیال شناور باشد

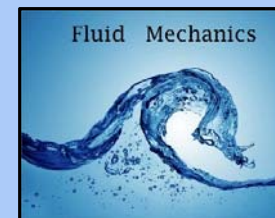




انواع حالات:

- ۱- اگر مرکز ثقل (G) پایین تر از مرکز شناوری (B) باشد، حتما شناور **پایدار** است. (مثل بالون ها)
 - ۲- اگر مرکز ثقل (G) منطبق بر مرکز شناوری (B) باشد، **پایداری خنثی** داریم.
 - ۳- اگر مرکز ثقل بالاتر از مرکز شناوری باشد،؟؟؟ (بستگی دارد)
- اگر نقطه M بالای مرکز جرم (G) باشد، **پایدار** است. (M نقطه متاسنتر است)



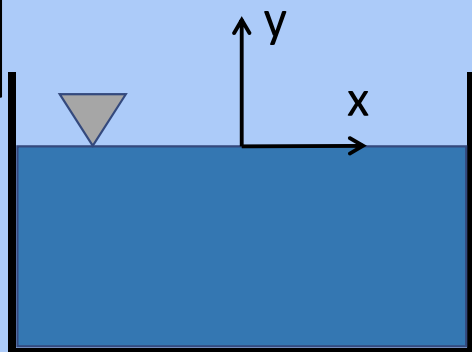


به نام خداوند بخشنده و مهربان

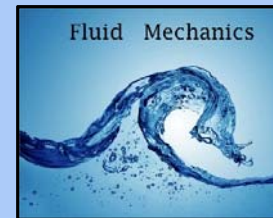
مکانیک سیالات ۱

فصل ۲: مکانیک سیال ساکن

بخش ۵: توزیع فشار در محفظه های متحرک



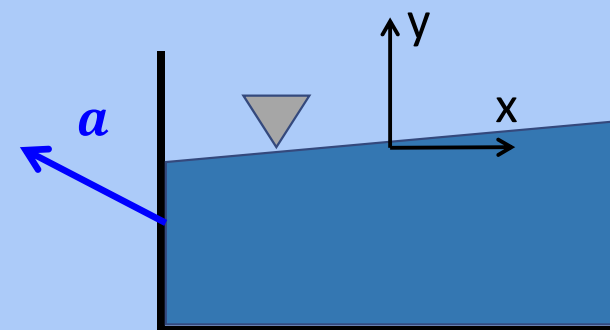
حرکت شتاب دار یکنواخت



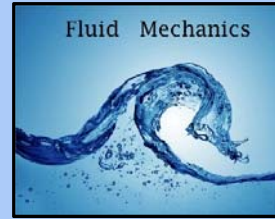
ظرف ساکن حاوی سیال:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial y} = -\rho g \quad \rightarrow \quad p = \rho gh$$

ظرف حاوی سیالی را در نظر بگیرید که با شتاب ثابت a در حال حرکت است.



$$\frac{\partial p}{\partial x} = -\rho a_x, \quad \frac{\partial p}{\partial y} = -\rho g - \rho a_y$$

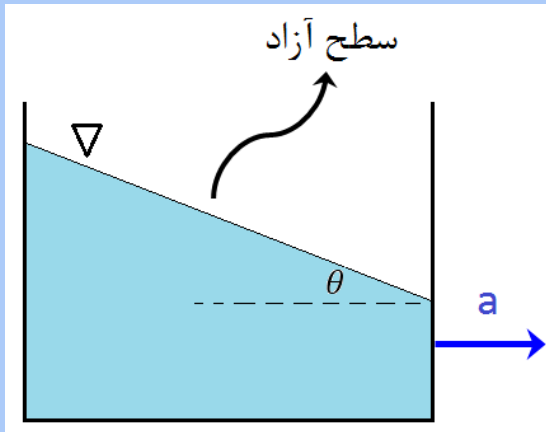


$$\frac{\partial p}{\partial x} = -\rho a_x \quad \longrightarrow \quad p = (-\rho a_x)x + C_1$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = -\rho g - \rho a_y \quad \longrightarrow \quad p = (-\rho g - \rho a_y)y + C_2$$

$$\boxed{p = -\rho(g + a_y)y - \rho a_x x + C}$$

سطح آزاد:



$$p = 0$$

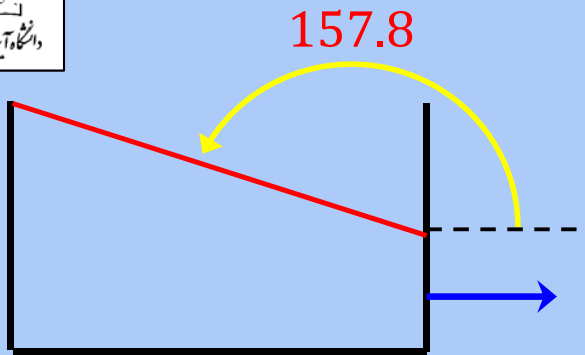


$$\rho(g + a_y)y + \rho a_x x = C$$

$$\tan(\theta) = \frac{dy}{dx} = -\frac{a_x}{g + a_y}$$



مثال:

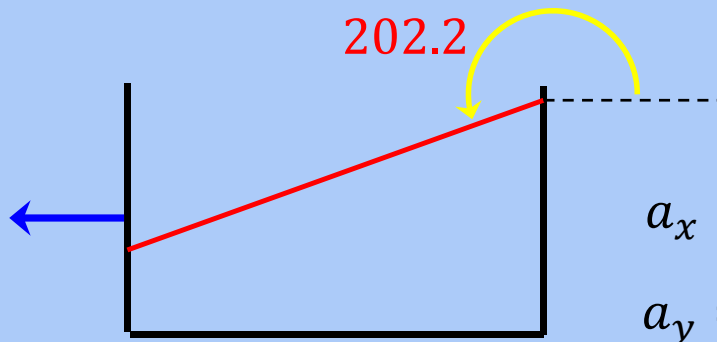


$$a_x = 4 \text{ m/s}^2$$

$$a_y = 0$$

$$\tan(\theta) = -\frac{4}{9.81 + 0}$$

$$\theta = 157.8$$



$$a_x = -4 \text{ m/s}^2$$

$$a_y = 0$$

$$\tan(\theta) = \frac{4}{9.81 + 0}$$

$$\theta = 202.2$$



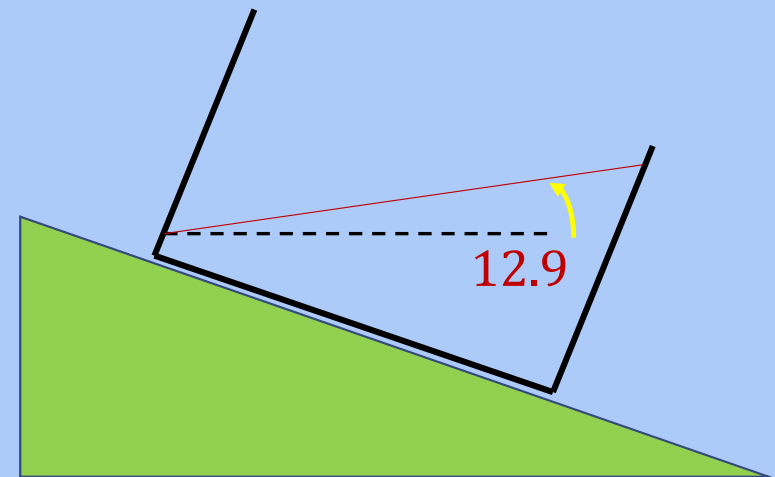
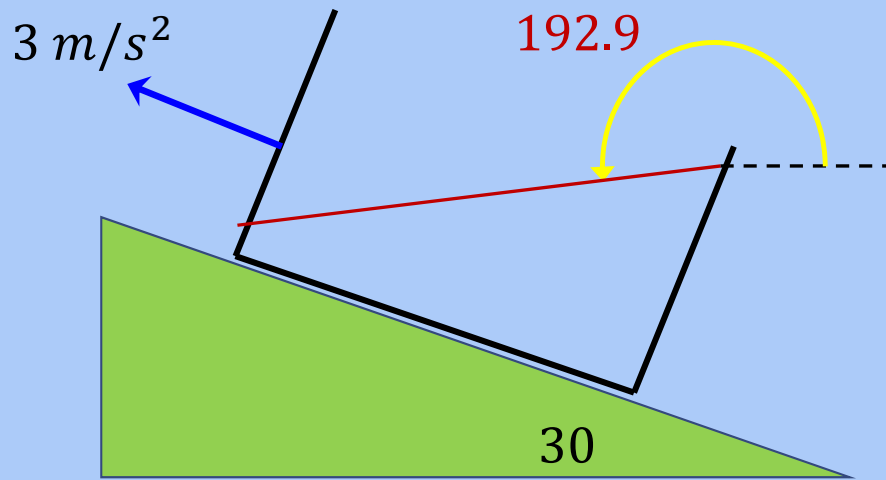
مثال:

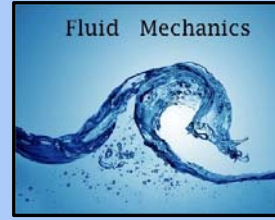
$$\vec{a} = -3\cos(30)\vec{i} + 3\sin(30)\vec{j}$$

$$\tan(\theta) = -\frac{-3\cos(30)}{9.81 + 3\sin(30)}$$

$$\theta = 12.9$$

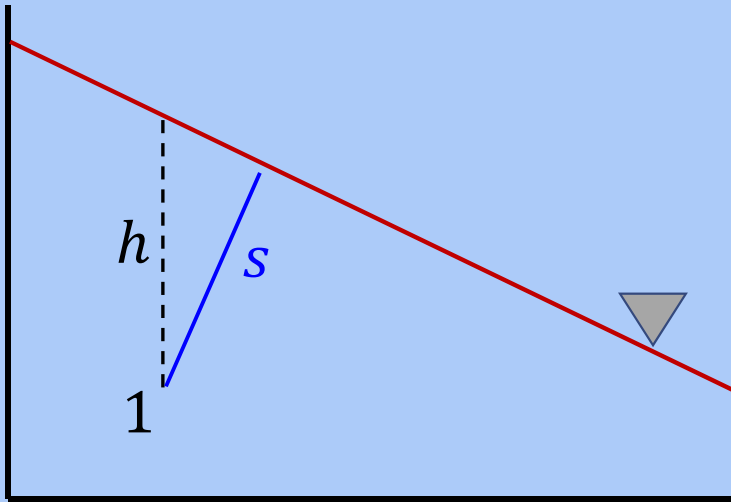
$$\theta = 192.9$$





محاسبه فشار:

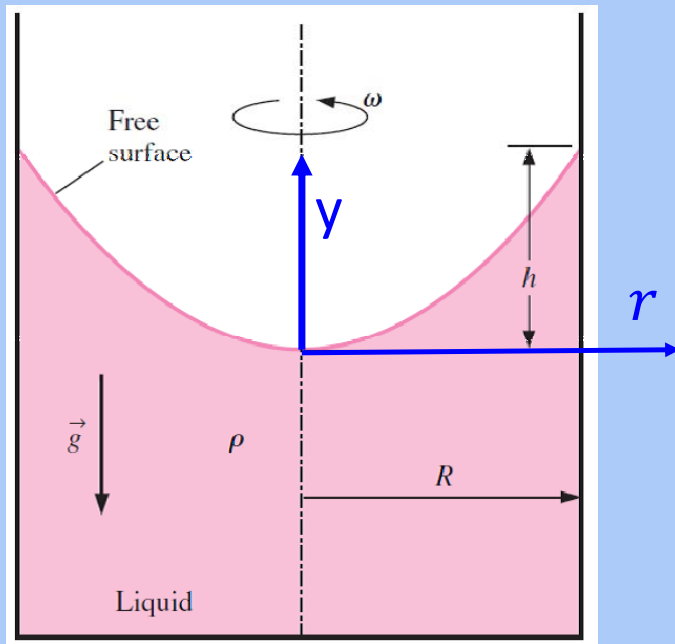
$$\textcircled{1} \quad p_1 = \rho g h$$



$$\textcircled{2} \quad p_1 = \rho G s$$

$$G = \sqrt{a_x^2 + (a_y + g)^2}$$

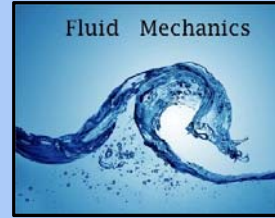
چرخش صلب وار ظرف سیال:



$$\frac{\partial p}{\partial r} = \rho \omega^2 r \quad , \quad \frac{\partial p}{\partial y} = -\rho g$$

$$p = \frac{1}{2} \rho \omega^2 r^2 - \rho g y$$

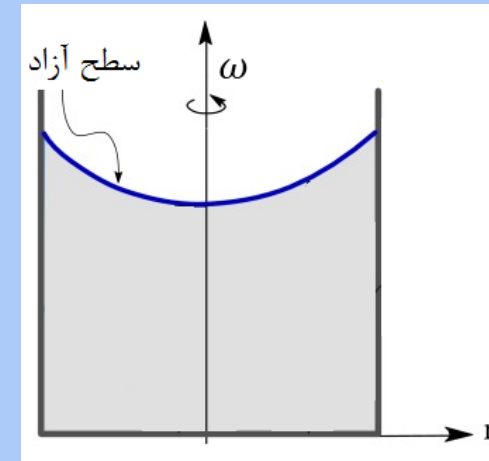
فشار هر نقطه تابعی از عمق و همچنین فاصله از محور دوران است.

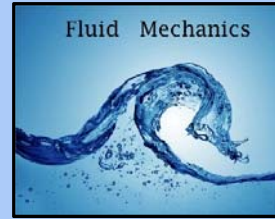


سطح آزاد:

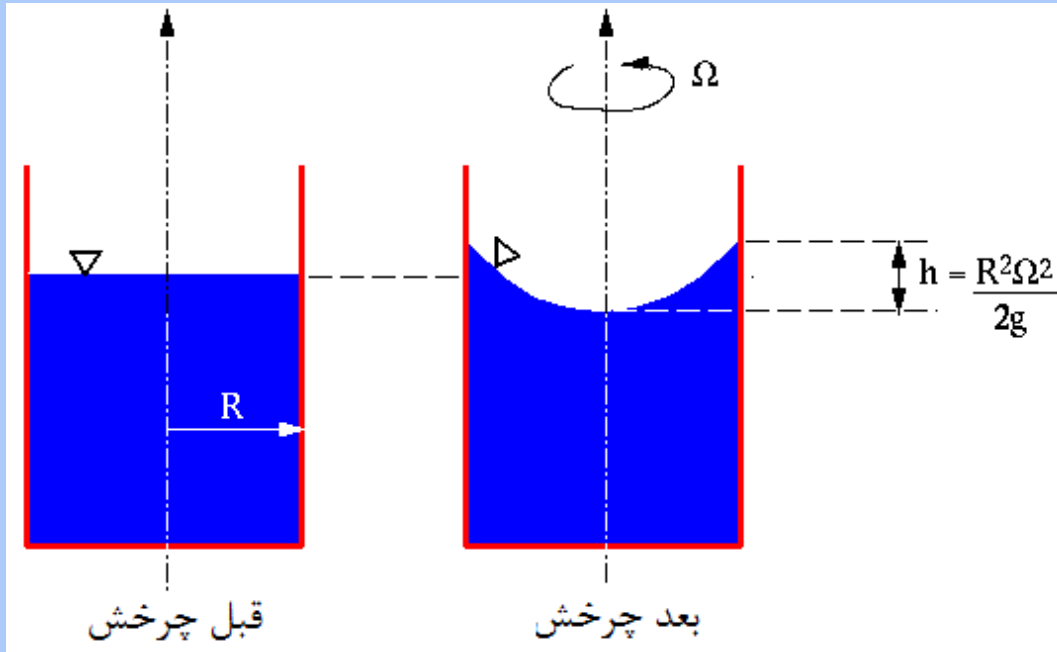
$$p = 0 \quad \longrightarrow \quad 0 = \frac{1}{2} \rho \omega^2 r^2 - \rho g y$$

$$y = \frac{\omega^2}{2g} r^2 \quad \text{منحني درجه دو (سهمي)}$$





مثال: یک ظرف استوانه ای به شعاع ۱۰ سانتیمتر با سرعت زاویه ای 50 RPM در حال چرخش است. مقدار h را تخمین بزنید؟

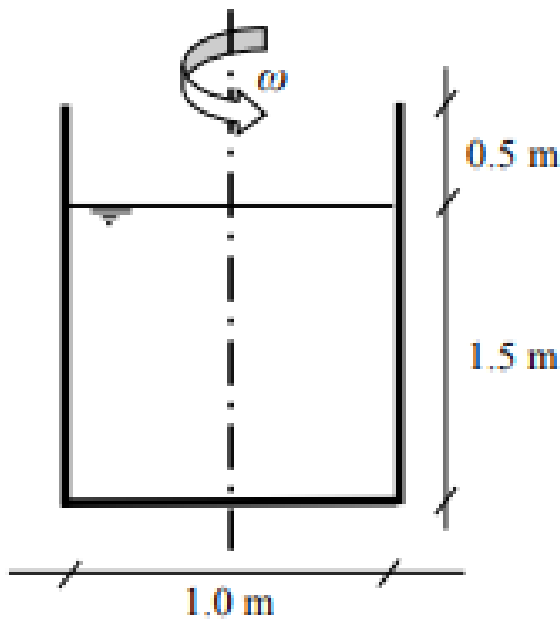


$$\omega = 100 \times \frac{2\pi}{60} = 10.5 \text{ rad/s}$$

$$h = \frac{\omega^2}{2g} R^2$$

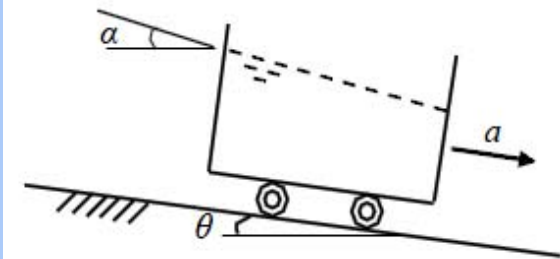
$$h = \frac{10.5^2}{2 \times 9.81} 0.1^2$$

$$y = 0.056 \text{ m}$$

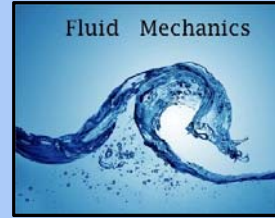


تانک استوانه شکل روبازی به قطر 1 m و ارتفاع 2 m حاوی 1.5 m آب می باشد. حجم آب سرریز شده را در حالتی که استوانه با سرعت زاویه ای 20 rad/s دوران می کند بدست آورید. (۲/۰ نمره)

ج: $V=0.869\text{ m}^3$



- ظرف روبازی مطابق شکل بر روی سطح شیبدار بدون اصطکاکی با زاویه θ نسبت به افق در اثر وزن خود با شتاب به سمت پایین در حال حرکت است. زاویه α سطح آزاد آب نسبت به افق را بدست آورید.



پایان فصل دو

فصل دوم : مکانیک سیال ساکن

دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)

مکانیک سیالات ۱ (استاد جودکی)