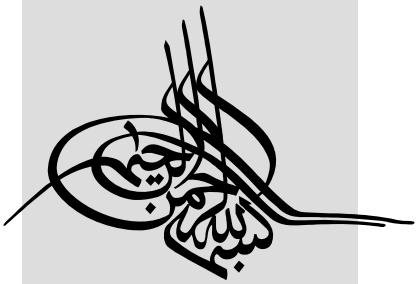


سری کتابهای کمک آموزشی کارشناسی ارشد

مکانیک سیالات

مجموعه مهندسی عمران

مؤلف: بابک فضلی

فضلی، بابک
مکانیک سیالات رشته مهندسی عمران/ بابک فضلی
مشاوران صعود ماهان، ۱۴۰۱
۳۲۳ ص: جدول، نمودار (آمادگی آزمون کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
ISBN: 978-600-458-818-8
فهرستنویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
فارسی ـ چاپ سوم
۱-مکانیک سیالات ۲- آزمونها و تمرینها (عالی) ۳- آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی
٤- دانشگاهها و مدارس عالی ـ ایران ـ آزمونها
الف) بابک فضلی
ب) عنوان
۷ م ٦٦ف/ ۲۳۵۳ LB ۳۷۸/۱٦٦٤
کتابخانه ملی ایران ۸۵/۳۹۷۰۸ م

☑ **نام کتاب:** **مکانیک سیالات**
☑ **مولف:** **بابک فضلی**
☑ **ناشر:** **مشاوران صعود ماهان**
☑ **نوبت و تاریخ چاپ** **اول / ۱۴۰۱**
☑ **تیراژ:** **۱۰۰۰ نسخه**
☑ **قیمت:** **۲/۷۹۰/۰۰۰ ریال**
☑ **شابک:** ISBN:۹۷۸-٦۰۰-٤۵۸-۸۱۸-۸

انتشـــارات مهر سبحان: خیابان ولیعصر، بالاتر از تقـاطع مطهری، روبروی قنادی هتل بزرگ تهـــران، جنب بانک ملی، پلاک ۲۰۵۰ تلفن: ۴- ۸۸۱۰۰۱۱۳

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به موسسه آموزش عالی آزاد ماهان می‌باشد و هر گونه اقتباس و کپی‌برداری از این اثر بدون اخذ مجوز پیگرد قانونی دارد.

مقدمه ناشر

آیا آنانکه می‌دانند با آنانکه نمی‌دانند برابرند؟ (قرآن کریم)

پس از حمد و سپاس و ستایش به درگاه بی همتای احدیت و درود بر محمد مصطفی، عالی نمونه بشریت که در تاریک دور تاریخ، بنا به فرمان نافذ صمدیت از میان مردمی برخاست که خود بودند در پست‌ترین حد توحش و ضلال و بربریت و آنگاه با قوانین شامل خویش هم ایشان را راهبری نمود و رهانید از بدویت و استعانت جوییم از قرآن کریم، کتابی که هست جاودانه و بی‌نقص تا ابدیت.

کتابی که در دست دارید آخرین ویرایش از مجموعه کتب خودآموز مؤسسه آموزش عالی آزاد ماهان است که برمبنای خلاصه درس و تأکید بر نکات مهم و کلیدی و تنوع پرسش‌های چهار گزینه‌ای جمع‌آوری شده است. در این ویرایش ضمن توجه کامل به آخرین تغییرات در سرفصل‌های تعیین شده جهت آزمون‌های ارشد تلاش گردیده است که مطالب از منابع مختلف معتبر و مورد تأکید طراحان ارشد با ذکر مثال‌های متعدد بصورت پرسش‌های چهار گزینه‌ای با کلید و در صورت لزوم تشریح کامل ارائه گردد تا دانشجویان گرامی را از مراجعه به سایر منابع مشابه بی نیاز نماید.

لازم به ذکر است شرکت در آزمون‌های آزمایشی ماهان که در جامعه آماری گسترده و در سطح کشور برگزار می‌گردد می‌تواند محک جدی برای عزیزان دانشجو باشد تا نقاط ضعف احتمالی خود را بیابند و با مرور مجدد مطالب این کتاب، آنها را برطرف سازند که تجربه سال‌های مختلف موکد این مسیر به عنوان مطمئن‌ترین راه برای موفقیت می‌باشد.

لازم به ذکر است از پورتال ماهان به آدرس www.mahanportal.ir می‌توانید خدمات پشتیبانی را دریافت دارید.

و نیز بر خود می‌بالیم که همه ساله میزان تطبیق مطالب این کتاب با سؤالات آزمون‌های ارشد- که از شاخصه‌های مهم ارزیابی کیفی این کتاب‌ها می‌باشد- ما را در محضر شما سربلند می‌نماید.

در خاتمه بر خود واجب می‌دانیم که از همه اساتید بزرگوار و دانشجویان ارجمند از سراسر کشور و حتی خارج از کشور و همه همکاران گرامی که با ارائه نقطه نظرات سازنده خود ما را در پربارتر کردن ویرایش جدید این کتاب یاری نمودند سپاسگزاری نموده و به پاس تلاش‌های بی چشمداشت، این کتاب را به محضرشان تقدیم نماییم.

مؤسسه آموزش عالی آزاد ماهان

معاونت آموزش

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: خواص عمومی سیال ۷
سؤالات چهارگزینه‌ای فصل اول ۲۲
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای فصل اول ۲۷
فصل دوم: استاتیک سیالات ۳۱
سؤالات چهارگزینه‌ای فصل دوم ۶۵
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای فصل دوم ۸۱
فصل سوم: سینماتیک حرکت سیالات ۹۹
سؤالات چهارگزینه‌ای فصل سوم ۱۲۷
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای فصل سوم ۱۴۸
فصل چهارم: حرکت سیالات در لوله‌ها ۱۷۳
سؤالات چهارگزینه‌ای فصل چهارم ۱۸۹
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای فصل چهارم ۱۹۵
فصل پنجم: آنالیز ابعادی و تشابه‌سازی ۲۰۳
سؤالات چهارگزینه‌ای فصل پنجم ۲۱۰
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای فصل پنجم ۲۱۴
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سراسری سال ۸۵ ..... ۲۲۱
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سراسری سال ۸۵ ..... ۲۲۴
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سراسری سال ۸۶ ..... ۲۲۹
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سراسری سال ۸۶ ..... ۲۳۲
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سراسری سال ۸۷ ..... ۲۳۷
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سراسری سال ۸۷ ..... ۲۴۱
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون آزاد سال ۸۴ ..... ۲۴۶
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون آزاد سال ۸۴ ..... ۲۴۹
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون آزاد سال ۸۵ ..... ۲۵۳
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون آزاد سال ۸۵ ..... ۲۵۶
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون آزاد سال ۸۶ ..... ۲۵۹
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون آزاد سال ۸۶ ..... ۲۶۲
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۸۸ ..... ۲۶۵
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۸۸ ..... ۲۶۹
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۸۹ ..... ۲۷۵
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۸۹ ..... ۲۷۹
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۹۰ ..... ۲۸۴
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۹۰ ..... ۲۸۸
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۹۱ ..... ۲۹۲
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۹۱ ..... ۲۹۵
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۹۲ ..... ۳۰۱
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۹۲ ..... ۳۰۴
سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۹۳ ..... ۳۰۹
پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای آزمون سال ۹۳ ..... ۳۱۳
منابع ۳۱۷

فصل اول

خواص عمومی سیال

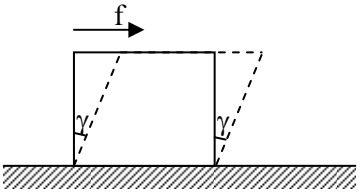
عناوین اصلی

- سیال
- پارامترهای مهم سیالات
- تراکم‌پذیری
- لزجت سیالات
- تنش برشی
- لزجت سینماتیک
- سیالات غیر نیوتنی
- سیال ایده‌آل
- گاز کامل
- فشار بخار
- کاویتاسیون
- کشش سطحی
- ضریب کشش سطحی
- خاصیت موئینگی

فصل اول

خواص عمومی سیال

۱-۱ سیال:



ماده‌ای است که در اثر تنش برشی حتی به مقدار اندک بطور دائم تغییر شکل می‌دهد.

$V = Cte$

$a = ۰$

$\gamma \xrightarrow{\text{در جامد}}$ محدود

$\gamma \xrightarrow{\text{در سیال}}$ نامحدود

تذکر: در مواردی مانند پلاستیک بدلیل اینکه تغییر شکل محدود است و مقدار نیروی مشخص تغییر شکل معینی را ایجاد می‌کند، جزء سیالات نیستند.

تذکر: اگر صفحه‌ای را روی سیالی با نیروی مشخص f بکشیم، میزان سرعت صفحه ثابت خواهد بود.

تذکر: در موادی مانند شن و ماسه بدلیل وجود اصطکاک بین دانه‌های آن نیروهای کوچک نمی‌توانند تغییرات دائمی ایجاد کنند.

تذکر: اگر صفحه‌ای را در خلأ حرکت دهیم سرعت ثابت نیست و شتاب لحظه به لحظه تغییر می‌کند و این حالت مغایر با $a = ۰$ و $V = cte$ است.

۱-۲ پارامترهای مهم سیالات

۱) جرم مخصوص یا دانسیته: جرم واحد حجم سیال را جرم مخصوص یا دانسیته گویند. جرم مخصوص متوسط از تقسیم جرم برحجم بدست می‌آید.

$$\rho = \rho_m = \frac{m}{V}$$

- واحد آن در سیستم c.g.s، $\frac{gr}{cm^۳}$ و در سیستم SI، $\frac{kg}{m^۳}$ و در سیستم BC، $\frac{slug}{ft^۳}$ است.

۲)حجم مخصوص: حجم واحد جرم سیال را حجم مخصوص گویند و با $\nu = \frac{۱}{\rho}$ نمایش می‌دهند.

- واحد آن در سیستم cgs، $\frac{cm^۳}{gr}$ و در سیستم SI، $\frac{m^۳}{kg}$ و در سیستم BC، $\frac{ft^۳}{slug}$ است.

۳) وزن مخصوص: وزن واحد حجم سیال را وزن مخصوص گویند و با γ نمایش می‌دهند.

$$\gamma_m = \gamma = \frac{w}{v} = \frac{mg}{v} = \rho g$$

- واحد آن در سیستم cgs، $\frac{dyn}{cm^۳}$ و در سیستم SI، $\frac{N}{m^۳}$ و در سیستم BC، $\frac{lb}{ft^۳}$ است.

۴) چگالی (وزن مخصوص نسبی: s.g)

معمولا در مایعات چگالی نسبی را نسبت به آب بیان می‌کنند که دانسیته وزن مخصوص آب به شرح زیر است.

$$sg=\frac{\rho}{\rho_{.}}=\frac{\gamma}{\gamma_{.}}$$

$$\rho_{o}=۱\ \frac{gr}{cm^{۳}}=۱۰۰۰\ \frac{kg}{m^{۳}}$$

$$\gamma_{.}=۱\ \frac{grf}{cm^{۳}}=۹۸۰۶\ \frac{N}{m^{۳}}=۱۰۰۰\ \frac{kgf}{m^{۳}}=۶۲/۴\ \frac{lb}{ft^{۳}}$$

۱-۳- تراکم‌پذیری:

الف) ضریب تراکم‌پذیری β که بصورت زیر است:

تذکر: β همواره تعدادی مثبت دارد.

تذکر: واحد β در سیستم SI برابر $\frac{m^{۲}}{N}$ است.

$$\beta=\frac{-\frac{dv}{v}}{dp}=-\frac{۱}{v}\left(\frac{dv}{dp}\right)$$

ب) مدول الاستیسیته حجمی (ضریب تراکم‌ناپذیری) که بصورت زیر است:

تذکر: مدل الاستیسیته حجمی همواره مثبت است.

تذکر: واحد E در سیستم SI برابر $\frac{N}{m^{۲}}$ یا پاسکال است.

$$E=-\frac{dp}{\frac{dv}{v}}=\frac{dp}{\frac{d\rho}{\rho}}$$

تذکر: در سیالات افزایش درجه حرارت در فشار ثابت، باعث کاهش مدول بالک و افزایش فشار در درجه حرارت ثابت سبب افزایش آن می‌شود.

مثال: مدول الاستیسیته حجمی برای یک مایع که در اثر افزایش فشار Kpa ۴۰، جرم مخصوص آن ۰/۰۱ افـزایش مـی‌یابـد، چنـد پاسکال است.

۱) ۴×۱۰^{۵} ۲) ۴×۱۰^{۶} ۳) ۸×۱۰^{۵} ۴) ۸×۱۰^{۶}

حل: گزینه ۲ صحیح است. زیرا:

$$E=\frac{dp}{\frac{d\rho}{\rho}}=\frac{۴۰\times۱۰۰۰}{۰/۰۱}=۴\times۱۰^{۶}\ pa$$

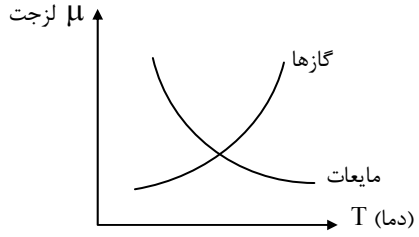
مثال: اگر مدول الاستیسیته حجمی ثابت بماند در آن‌صورت نحوه تغییر دانسیته مایع با تغییر فشار آن چگونه خواهد بود؟

$$k=\rho\frac{dP}{d\rho}\Rightarrow dP=k(\frac{dP}{\rho})\Rightarrow\int_{P_{.}}^{P}dp=\int_{\rho_{.}}^{\rho}k\frac{d\rho}{\rho}\rightarrow$$

$$P-P_{.}=kLn(\frac{\rho}{\rho_{.}})\Rightarrow\frac{\rho}{\rho_{.}}=\exp(\frac{p-p_{.}}{k})\Rightarrow$$

$$\rho=\rho_{.}\exp(\frac{p-p_{.}}{k})$$

۱-۴- لزجت سیالات

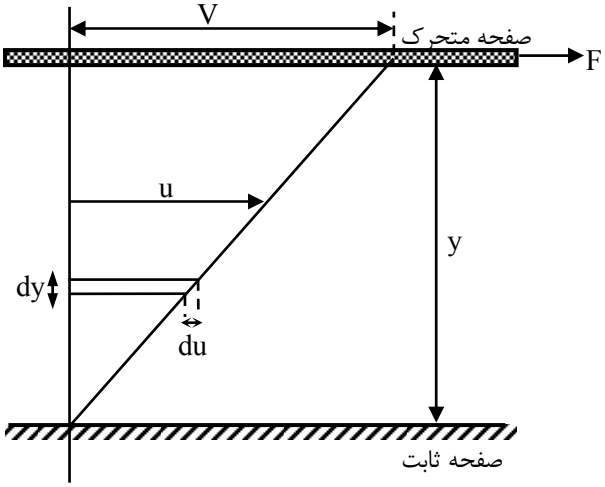


لزجت یا ویسکوزیته سیال خاصیتی است که مقدار مقاومت سیال را در برابر تنش برشی وارد بر سیال نشان می‌دهد.
لزجت مایعات ناشی از جاذبه مولکولی است و با افزایش دما، کاهش می‌یابد. اما لزجت گازها با افزایش دما به دلیل افزایش تعداد برخورها افزایش می‌یابد.

۱-۵- تنش برشی(آزمایش نیوتن):

فرض کنید دو صفحه موازی و عریض در فاصله کوچک y از یکدیگر قرار گرفته‌اند و فضای بین این دو صفحه با سیال پر شده است. صفحه بالایی با نیروی ثابت F کشیده شده و صفحه با سرعت V حرکت می‌کند و صفحه پایینی ثابت است. داریم:
بدلیل کم بودن فاصله می‌توان سرعت را خطی فرض کرد و براساس نتایج آزمایشگاهی داریم:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$



که در آن:
τ: تنش برشی
μ: ویسکوزیته دینامیکی (مطلق)
u: سرعت در نقطه دلخواه
y: فاصله دلخواه تا صفحه ثابت است.

واحد آن در سیستم c.g.s، $Poise(\frac{dyn.s}{cm^2})$ و در سیستم SI، Pa.s با $\frac{N.s}{m^2}$ است.

$$1Pois = 0/1 \, N.s/m^2$$

تذکر: سیالاتی که از رابطه فوق تبعیت می‌کنند سیالات نیوتنی نامیده می‌شوند.
تذکر: اگر فاصله صفر کوچک باشد، توزیع تنش خطی است.

۱-۶- لزجت سینماتیکی:

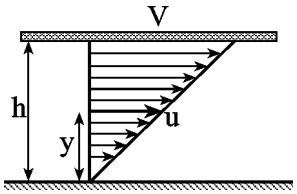
لزجت سینماتیک را با υ نمایش داده و بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$\upsilon = \frac{\mu}{\rho}$$

- واحد آن در سیستم cgs، stoke و در سیستم SI، $\frac{m^2}{s}$ است.

$$1 \, Stoke = 10^{-4} \frac{m^2}{s} \quad \text{و} \quad Stoke = \frac{cm^2}{s}$$

مثال: فاصله بین دو صفحه موازی ۱۰mm از مایعی پر شده است. برای اینکه صفحه فوقانی را با سرعت ثابت $۲\frac{m}{s}$ به حرکت درآوریم نیروی Kgf ۱۰ باید بصورت مماسی بر آن وارد شود. ضریب لزجت دینامیکی بر حسب Poise کدام است؟ (ضلع هر صفحه ۵۰cm و سنگینی نسبی مایع ۰/۹۵ است)



۱) ۱۸/۶۲

۲) ۱۹/۶۲

۳) ۲۰/۶۲

۴) ۲۱/۶۲

حل: گزینه ۲ صحیح است. زیرا:

$$V=۲\times۱۰۰=۲۰۰\frac{cm}{s}$$

$$F=۱۰\times۱۰^{۵}\times۹/۸۱=۱۰^{۶}\times۹/۸۱din$$

$$\tau=\frac{F}{A}=\mu\frac{V}{h}\Rightarrow\mu=\frac{F\times h}{A.V}=\frac{۱۰^{۶}\times۹/۸۱\times۱}{۲۵۰۰\times۲۰۰}=۱۹/۶۲Poise$$

تذکر: اگر θ زاویه بین خط مماس و محور xها باشد آنگاه تنش برشی از فرمول $\tau=\mu\cot\theta$ به‌دست خواهد آمد.

مثال: شفتی به قطر ۶۰ میلیمتر در داخل یاتاقانی می‌چرخد، فاصله بین شفت و یاتاقان ۰/۵mm است و از سیالی پر شده است. اگر شفت با سرعت ۱۰۰rpm(دور در دقیقه) بچرخد و μ برابر ۱ poise باشد، تنش برشی وارده بر شفت کدام است؟

۱) $۴۲\frac{N}{m^{۲}}$ ۲) $۵۲\frac{N}{m^{۲}}$ ۳) $۶۲\frac{N}{m^{۲}}$ ۴) $۷۲\frac{N}{m^{۲}}$

حل: گزینه ۳ صحیح است زیرا:

$$\omega=۲\pi n\qquad ۱Poise=۰/۱\frac{N.s}{m^{۲}}$$

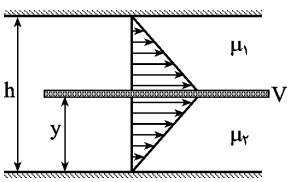
$$v=r\omega=r\times۲\pi n\longrightarrow v=\frac{۳۰}{۱۰۰۰}\times۲\pi\times\frac{۱۰۰}{۶۰}=۰/۳۱\frac{m}{s}$$

$$\tau=\mu\frac{dv}{dy}=۰/۱\times\frac{۰/۳۱}{۰/۰۰۰۵}=۶۲\frac{N}{m^{۲}}$$

مثال: شکافی به فاصله h مطابق شکل موجود است، اگر صفحه‌ای در درون شکاف با سرعت v کشیده شود و در یک طرف آن سیالی با ویسکوزیته $\mu_۱$ و در طرف دیگر آن سیالی با ویسکوزیته $\mu_۲$ قرار داشته باشد، y کدام باشد، تا نیروی برشی در دو صفحه برابر گردد؟

۱) $y=\left|\frac{\mu_۲-\mu_۱}{\mu_۲}\right|h$ ۲) $y=\left|\frac{\mu_۱-\mu_۲}{\mu_۱}\right|h$ ۳) $y=\left(\frac{\mu_۲+\mu_۱}{\mu_۲}\right)h$ ۴) $y=\frac{\mu_۲}{\mu_۱+\mu_۲}h$

حل: گزینه ۴ صحیح است. زیرا:



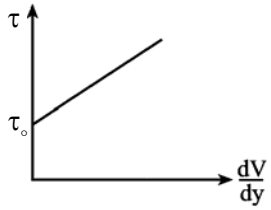
$$\tau_۱=\tau_۲\longrightarrow\mu_۱\frac{dv_۱}{dy_۱}=\mu_۲\frac{dv_۲}{dy_۲}\longrightarrow$$

$$\mu_۱\frac{v}{h-y}=\mu_۲\frac{v}{y}\longrightarrow y=\frac{\mu_۲h}{\mu_۱+\mu_۲}$$

۱-۷- سیالات غیرنیوتنی

سیالات غیر نیوتنی بسته به نحوه گرانروی نسبت به تنش برشی به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

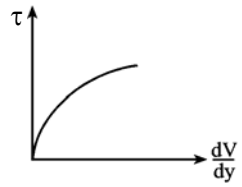
الف) سیالات پلاستیک ایده‌آل:



در ابتدا تنش وارده را تا حدی تحمل نموده و و پس از آن به جریان می‌افتند.

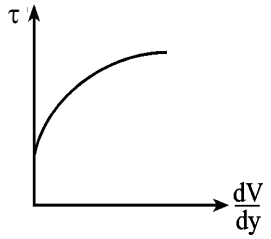
$$\tau = \tau_{\cdot} + \mu \frac{dv}{dy}$$

ب) سیالات پلاستیک حقیقی



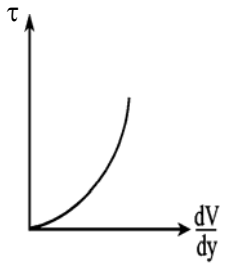
این سیالات نیز در ابتدا تنش وارده را تا حدی تحمل می‌نمایند ولی پس از آن به جریان افتاده و لحظه به لحظه با افزایش گرادیان مقدار لزجت کاهش می‌یابد.

ج) سیالات شبه پلاستیک



این نوع سیالات بدواً هیچ‌گونه تنشی را تحمل نمی‌کنند و مقدار لزجت، با افزایش تنش برشی کاهش می‌یابد.

د) سیالات منبسط شونده



در این نوع سیالات با افزایش گرادیان سرعت، لزجت افزایش می‌یابند.

۱-۸- سیال ایده‌آل

سیالی است که لزجت آن بسیار پایین است (صفر است) و جرم مخصوص آن در فشار و دمای ثابت تغییر نمی‌کند.

۱-۹- گاز کامل

گاز کامل گازی است که: الف) از قانون گاز کامل پیروی کند. ب) گرمای ویژه آن ثابت باشد.

معادله حالت گاز کامل $P = \rho RT$

برای یک گاز با جرم یکسان و با دو شرایط متفاوت داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = mR$$

که در آن:

P: فشار مطلق

R: ثابت جهانی گازها و واحد آن در SI $\frac{N.m}{kg.k^{\circ}}$ است.

m: جرم گاز

ρ: جرم مخصوص

T: دما بر حسب کلوین می‌باشد.

مثال: برای گاز کامل در شرایط ایزوترم (دمای ثابت) مدول بالک برابر با کدام گزینه می‌باشد؟

۱) ρ ۲) ρ_T ۳) P ۴) P_T

حل: گزینه ۳ صحیح است.

$$P = \rho RT \Rightarrow dP = RTd\rho \Rightarrow \frac{df}{d\rho} = RT \Rightarrow$$

$$\rho(\frac{dP}{d\rho}) = \rho RT \Rightarrow k = \rho RT \Rightarrow k = P$$

۱-۱۰- فشار بخار (Pv):

فشاری است که در اثر فرار کردن مولکولهای سیال به بالا ایجاد می‌شود و به عوامل زیر بستگی دارد:

۱) جنس مایع ۲) فشار محیط ۳) دمای سیال

۱-۱۱- کاویتاسیون:

هرگاه فشار سطح یک مایع کمتر از فشار بخار آن مایع شود کاویتاسیون اتفاق می‌افتد. در اثر کاویتاسیون حبابهای کوچکی تشکیل می‌شود که این حبابها به طرف منطقه‌ای که فشار بیشتری نسبت به فشار بخار دارد حرکت می‌کنند و در آنجا متلاشی می‌شوند که می‌توانند خساراتی در پمپها و توربینهای هیدرولیکی بوجود آورند.

$P_{\text{مطلق}} \le P_v$ (مطلق) (سطح سیال)

مثال: استوانه‌ای با شعاع ۰/۱۲ متر درون استوانهٔ ثابتی با شعاع ۰/۱۳ متر حول محور خود و استوانه دوران می‌کند. هر دو استوانه طولی برابر ۰/۳ متر دارند. اگر برای رسیدن به سرعت زاویه‌ای $2\pi \frac{rad}{s}$ نیاز به گشتاور $0/88\ N.m$ باشد، ویسکوزیته سیالی که فضای بین این دو استوانه را پر کرده، کدام است؟

۱) $0/4\ pa.s$ ۲) $0/2\ pa.s$ ۳) $0/5\ pa.s$ ۴) $0/6\ pa.s$

حل: گزینه ۱ صحیح است.

زیرا:

$$v = r\omega = 0/12 \times 2\pi = 0/754\ \frac{m}{s} \qquad \frac{dv}{dy} = \frac{0/754}{0/13 - 0/12} = 75/4\ s^{-1}$$

$$\text{گشتاور اعمال شده} = \tau \times A_{\text{متوسط}} \times r_{\text{متوسط}} \longrightarrow 0/88 = \tau \times (2\pi \times 0/125 \times 0/3) \times 0/125 \longrightarrow \tau = 29/9\ pa$$

$$\mu = \frac{\tau}{\frac{dv}{dy}} = \frac{29/9}{75/4} = 0/397\ Pa.s$$

تذکر: توان حرکت در حالت خطی برابر $P = F.v$ و در حالت چرخشی (دورانی) برابر $P = M.\omega$ می‌باشد.

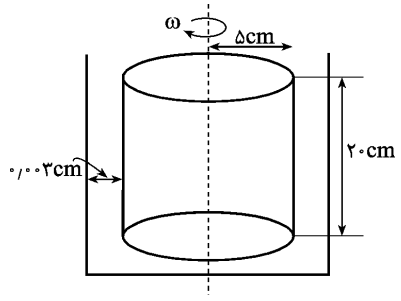
مثال: در شکل زیر توان لازم برای چرخش میله کدام است؟ ($n = 120\ rpm$, $\mu = 0/008$)

۱) ۱۰۱

۲) ۱۰۲

۳) ۱۰۴

۴) ۱۰۵



حل: گزینه ۴ صحیح است.

زیرا:

$$\text{گشتاور} = \tau \times A_{\text{متوسط}} \times r_{\text{متوسط}}$$

$$v = R.\omega = ۰/۰۵ \times ۲\pi \times \frac{۱۲۰}{۶۰} = ۰/۶۳$$

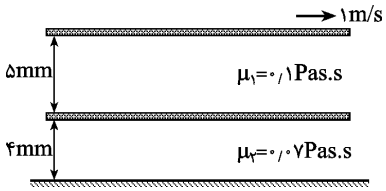
$$\tau = \mu \frac{v}{t} = ۰/۰۰۸ \times \frac{۰/۶۳}{۰/۰۰۳} = ۱/۶۸$$

$$M = \tau \times A \times r \rightarrow$$

$$M = ۱/۶۸ \times (۲\pi \times ۵/۰۰۱۵ \times ۰/۲) \times ۵/۰۰۱۵ = ۵۲/۷۸$$

$$P = M.\omega = ۵۲/۷۸ \times \frac{۱۲۰}{۶۰} = ۱۰۵/۵۷$$

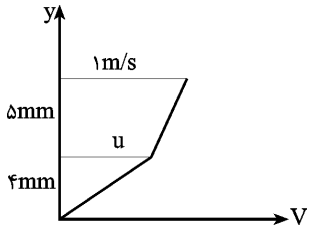
مثال: دو صفحه با فواصل نشان داده شده از هم بصورت شکل زیر قرار گرفته‌اند. اگر سرعت صفحه فوقانی $۱\frac{m}{s}$ باشد، سرعت صفحه تحتانی کدام است؟



۱) $۰/۴۴\frac{m}{s}$ ۲) $۰/۵۴\frac{m}{s}$

۳) $۰/۶۴\frac{m}{s}$ ۴) $۰/۷۴\frac{m}{s}$

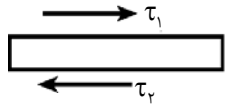
حل: گزینه ۱ صحیح است. زیرا:



$$\frac{du_۱}{dy_۱} = \frac{۱-u}{۰/۰۰۵}$$

$$\frac{du_۲}{dy_۲} = \frac{u}{۰/۰۰۴}$$

شرط تعادل برای صفحه پایین بصورت مقابل است:



$$\tau_۱ = \tau_۲ \longrightarrow \mu_۱ \frac{du_۱}{dy_۱} = \mu_۲ \frac{du_۲}{dy_۲} \longrightarrow \frac{۱-u}{۰/۰۰۵} = \frac{u}{۰/۰۰۴} \longrightarrow u = ۰/۴۴ \, m/s$$

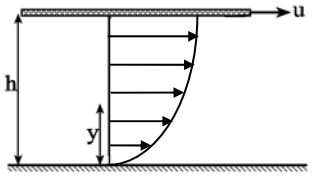
مثال: گازها جزء کدام دسته از مواد نمی‌توانند باشند؟

۱) سیال ایده‌آل ۲) سیال غیرنیوتنی

۳) سیال نیوتنی ۴) هر سه موارد فوق

حل: گزینه ۱ صحیح است زیرا گازها همواره تراکم‌پذیرند.

مثال: اگر سرعت در شکل زیر بصورت سهمی‌باشد، مقدار ماکزیمم تنش چه مقدار است؟



۱) $\mu\frac{u}{h}$ ۲) $\mu\frac{۲u}{h}$

۳) $\mu\frac{u}{۲h}$ ۴) $\mu\frac{u}{۴h}$

حل: گزینه ۲ صحیح است.

زیرا:

$$v = ay^2 + by + c$$

$$y = 0 \rightarrow v = 0 \rightarrow c = 0$$

$$y = h \rightarrow v = u \rightarrow u = ah^2 + bh \qquad (1)$$

در سطح مایع تنش برشی صفر است یعنی با کوچکترین نیرو شروع به حرکت می‌کند و به عبارتی تنش برشی وجود ندارد.

$$y = h \longrightarrow \tau = 0 \longrightarrow \frac{du}{dy} = 0 \longrightarrow 2ah + b = 0 \Rightarrow b = -2ah$$

$$\Rightarrow u = ah^2 - 2ah^2 \qquad (2)$$

از معادله ۱ و ۲ داریم:

$$a = \frac{-u}{h^2} \quad \text{و} \quad b = \frac{2v}{h}$$

بنابراین:

$$v = -\frac{u}{h^2}y^2 + \frac{2u}{h}y \quad \text{معادله سرعت}$$

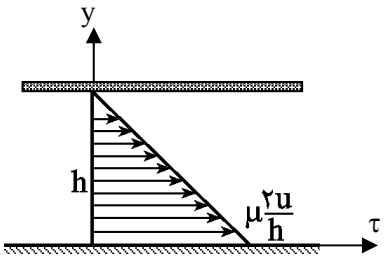
همانگونه که ملاحظه می‌شود تنش برش خطی است:

$$\tau = \mu\left(-2y\frac{u}{h^2} + \frac{2u}{h}\right)$$

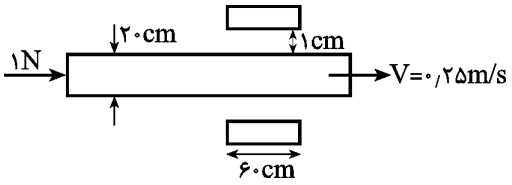
$$y = 0 \rightarrow \tau_{max} = \mu\frac{2u}{h}$$

$$y = h \rightarrow \tau_{min} = 0$$

توزیع تنش در عمق به صورت زیر است:



مثال: با توجه به شکل مقابل لزجت بین یاتاقان و محور کدام است؟



۱) ۰/۹pas.s ۲) ۰/۱۱pas.s

۳) ۰/۱۵pas.s ۴) ۰/۲۰pas.s

حل: گزینه ۲ صحیح است.

زیرا:

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

A: سطح حول آن قسمت از سیلندری است که سیال، دربین سیلندر داخلی و سطح خارجی (یاتاقان) محصور شده است.

$$A = \pi \times D \times L$$

$$A = \pi \times 0/2 \times 0/6 = 0/377\ m^2$$

$$\tau = \frac{1}{0/377} = 2/65\ N/m^2$$

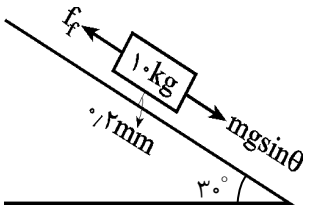
$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \rightarrow ۲/۶۵ = \mu \times \frac{۰/۲۵}{۰/۰۱} \rightarrow \mu = ۰/۱۱ \ \text{Pas.s}$$

مثال: مکعبی روی سطح شیبداری که با افق زاویه ۳۰° می‌سازد، می‌لغزد. لایه نازکی از یک سیال به ضخامت ۰/۲ mm جسم جامد و سطح را از هم جدا می‌کند. اگر لزجت سیال $۰/۰۳ \ \text{N.s/m}^۲$ باشد، با فرض سرعت خطی، سرعت نهایی مکعب کدام است؟ (سطح مکعب در تماس با لایه نازک سیال معادل $۰/۲ \ \text{m}^۲$ است)

۱) ۱/۶۷ ۲) ۲/۶۷ ۳) ۳/۶۷ ۴) ۴/۶۷

حل: گزینه ۱ صحیح است.

برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر است با:



$$f_f = mg\sin\theta$$

$$f_f = \tau.A \Rightarrow \mu \frac{du}{dy} \times A = mg\sin\theta$$

$$u = \frac{mg\sin\theta\, y}{\mu \times A} = \frac{۱۰ \times ۱۰ \times \sin ۳۰ \times ۰/۲ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۰۳ \times ۰/۲} = ۱/۶۷ \ \text{m/s}^۲$$

مثال: در مثال صفحه ۱۲، مقدار y کدام باشد تا نیرویی که صفحه را به جلو می‌راند حداقل گردد؟

۱) $\sqrt{\frac{\mu_۱}{\mu_۲}} \times h$ ۲) $(۱+\sqrt{\frac{\mu_۱}{\mu_۲}}) \times h$ ۳) $\frac{۱}{(۱+\sqrt{\frac{\mu_۱}{\mu_۲}}) \times h}$ ۴) $\sqrt{\frac{\mu_۲}{\mu_۱}} \times h$

حل: گزینه ۳ صحیح است.

زیرا:

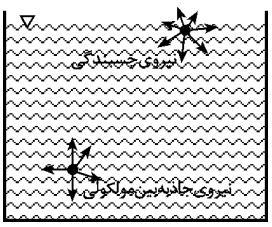
$$F = \tau_۱ + \tau_۱ = \mu_۱ \frac{v}{(h-y)} + \mu_۲ \frac{v}{y}$$

$$\frac{dF}{dy} = ۰ \rightarrow \frac{\mu_۱ v}{(h-y)^۲} - \mu_۲ \frac{v}{y^۲} = ۰ \quad \Rightarrow \quad \frac{\mu_۱}{(h-y)^۲} - \frac{\mu_۲}{y^۲} = ۰ \rightarrow$$

$$(\frac{h-y}{y})^۲ = \frac{\mu_۱}{\mu_۲} \rightarrow \frac{h-y}{y} = \sqrt{\frac{\mu_۱}{\mu_۲}} \rightarrow \frac{h}{y} = ۱ + \sqrt{\frac{\mu_۱}{\mu_۲}} \rightarrow y = \frac{۱}{(۱+\sqrt{\frac{\mu_۱}{\mu_۲}})h}$$

۱-۱۲- کشش سطحی:

مقاومت در برابر بیرون کشیدن یک جسم جامد از روی سیال، کشش سطحی نامیده می‌شود. مولکولهای موجود در داخل مایعات تحت تأثیر نیروهای جاذبه مولکولی می‌باشند از آنجا که مقدار این نیروها در جهات مختلف مساوی است لذا مولکولهای موجود در فاصله حداقل معینی از سطح در این قسمت بی‌حرکت خواهند ماند، اما در سطح سیال بین آنها نیروی جاذبه چسبندگی وجود دارد که برآیند آنها به طرف داخل می‌باشد و این نیروها چسبندگی، کمتر از نیروهای پیوستگی می‌باشند، بنابراین سطح سیال تحت تأثیر کشش سطحی خواهد بود. پس کشش سطحی نیرویی است که در آن مولکولهای سطح مایع به طرف پایین کشیده می‌شوند و به همین دلیل است که یک قطره آب کروی فرض می‌شود.

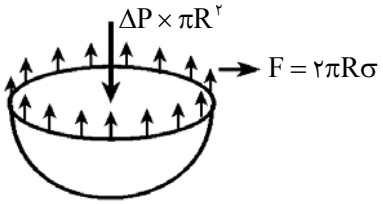


۱-۱۳- ضریب کشش سطحی

ضریب کشش سطحی برابر است با نسبت نیرو به طول و آن را با علامت σ نمایش می‌دهند.

$$\text{ضریب کشش سطحی} = \sigma = \frac{F}{L} = \frac{\text{نیرو}}{\text{طول}} \rightarrow F = \sigma \times L$$

مثال: اختلاف فشار بین داخل و خارج قطره آب کدام است؟



۱) $\frac{\sigma}{R}$ ۲) $\frac{2\sigma}{R}$

۳) $\frac{3\sigma}{R}$ ۴) $\frac{4\sigma}{R}$

حل: گزینه ۲ صحیح است.

زیرا: تعادل در جهت y را نوشته داریم:

$$\Delta P \times \pi R^2 = 2\pi R\sigma \rightarrow P_i - P_o = \frac{2\sigma}{R}$$

تذکر: رابطه بالا اختلاف فشار بین داخل و خارج را برای یک قطره آب (کروی شکل) می‌دهد، با استفاده از این نتیجه می‌توان افزایش فشار در داخل یک حباب صابون را حساب کرد ، چونکه حباب صابون را می‌توان دو نیم‌کره تصور کرد که دو سطح مشترک با هوا دارد (یک سطح داخلی و دیگری سطح خارجی با قطر تقریباً مساوی با R) پس:

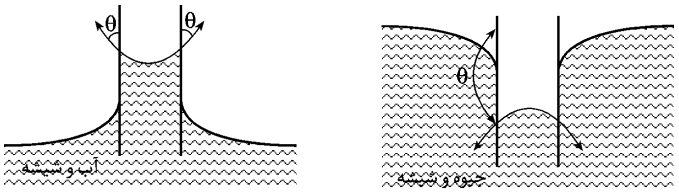
$$\text{حباب } \Delta P = 2 \times \Delta P_{\text{قطره}} \Rightarrow P_i - P_o = \frac{4\sigma}{R}$$

تذکر: اگر در مثال فوق دو نیمکره داخلی و خارجی دارای قطرهای یکسان نباشند، آنگاه اختلاف فشار داخل و خارج از فرمول زیر بدست می‌آید:

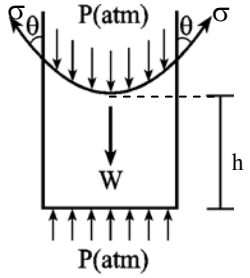
$$P_i - P_o = 2\sigma\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

۱-۱۴- خاصیت مویینگی:

یکی از اثرات کشش سطحی پدیده لوله‌های موئین می‌باشد. اگر لوله باریکی را (لوله‌ای که شعاعش کمتر از $12/5\,mm$ باشد) در داخل ظرف مایعی قرار دهیم، سطح مایع درون لوله و ظرف یکسان نخواهد بود. در مواردی که مایع جدار را تر نماید سطح مایع در لوله بالاتر قرار گرفته و سطح آن مقعر است و برعکس در حالتی که مایع جدار ظرف را تر نکند، سطح مایع در لوله پائین‌تر بوده و سطح مایع محدب می‌باشد.



مثال: مقدار h با فرض حالت آب و شیشه کدام است؟ (نیروی کشش سطحی σ می‌باشد)



۱) $\frac{\sigma \sin\theta}{\rho g R}$ ۲) $\frac{2\sigma \sin\theta}{\rho g R}$

۳) $\frac{\sigma \cos\theta}{\rho g R}$ ۴) $\frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g R}$

حل: گزینه ۴ صحیح است.

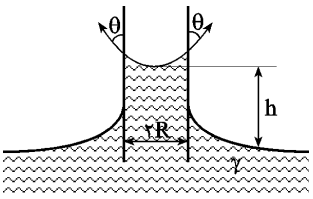
زیرا:

$$۲\pi R\sigma\cos\theta = w = \rho g \pi R^۲ h \rightarrow h = \frac{۲\sigma\cos\theta}{\rho g R}$$

تذکر: برای حالت آب و شیشه تمیز زاویه θ بسیار کوچک است و در نتیجه $\cos\theta \cong ۱$ و داریم:

$$h = \frac{۲\sigma}{\rho g R}$$

مثال: نیروی عمودی که بواسطه کشش سطحی برای نگهداشتن لوله شکل زیر مورد نیاز است، کدام است؟



۱) $\pi R\sigma\cos\theta$

۲) $۲\pi R\sigma\cos\theta$

۳) $۳\pi R\sigma\cos\theta$

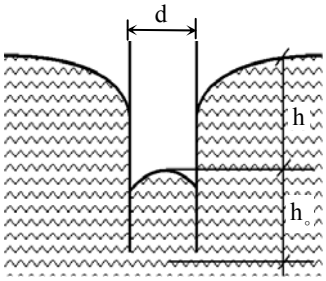
۴) $۴\pi R\sigma\cos\theta$

حل: گزینه ۴ صحیح است.

دو نیروی کشش سطحی از طرف آب بر شیشه وارد می‌شود یکی از طرف آب داخل شیشه که بر اثر خاصیت موئینگی در داخل شیشه بالا رفته و دیگری از طرف آب بیرون لوله است و اندازه هر کدام از این دو نیرو مساوی است و داریم:

$$F = ۲\times(۲\pi R\sigma\cos\theta) = ۴\pi R\sigma\cos\theta$$

مثال: مقدار پائین افتادگی موئینگی کدام است؟



۱) $\frac{\sigma\cos\theta}{\gamma d}$

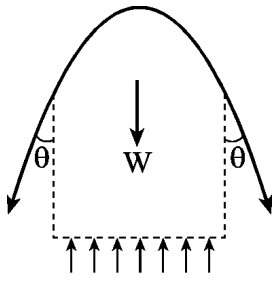
۲) $\frac{۲\sigma\cos\theta}{\gamma d}$

۳) $\frac{۳\sigma\cos\theta}{\gamma d}$

۴) $\frac{۴\sigma\cos\theta}{\gamma d}$

حل: گزینه ۴ صحیح است.

شرط تعادل دیاگرام آزاد شکل مقابل را می‌نویسیم، داریم:

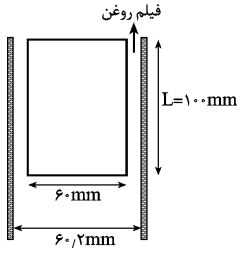


$$\gamma(h_۱ + h)\times\frac{\pi d^۲}{۴} - W - \pi d\sigma\cos\theta = ۰$$

$$\Rightarrow \gamma(h_۱ + h)\times\frac{\pi d^۲}{۴} - \gamma h_۱ \times\frac{\pi d^۲}{۴} - \pi d\sigma\cos\theta = ۰$$

$$\rightarrow h = \frac{۴\sigma\cos\theta}{\gamma d}$$

مثال: استوانه A به جرم ۲/۳ Kg در شکل زیر نشان داده است و در داخل لوله‌ای به طرف پائین می‌لغزد. ضخامت لایه روغن بین آن دو وجود دارد. ضریب لزجت $۵\times۱۰^{-۳}\ N.s/m^۲$ می‌باشد، سرعت حد (V_T) کدام است؟



۱) ۲۰

۲) ۲۴

۳) ۲۶

۴) ۲۹

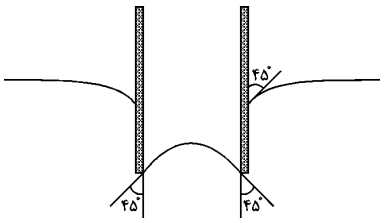
حل: گزینه ۲ صحیح است.

وقتی استوانه به سرعت حد می‌رسد، شرایط تعادل ایجاد می‌شود (شتاب نخواهیم داشت.)

$$\tau \times \pi \times D \times L = w$$

$$\mu \frac{du}{dy} \times \pi DL = w \rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۳} \frac{V}{۰/۰۰۰۱} \times \pi \times ۰/۰۶ \times ۰/۱ = ۲/۳ \times ۹/۸۱ \rightarrow v = ۲۳/۹۵ \frac{m}{s}$$

مثال: لوله شیشه‌ای شکل زیر در جیوه فرو رفته اگر قطر داخلی $D_i = ۴۰cm$ و قطر خارجی شیشه برابر $D_o = ۴۵cm$ باشد، نیروی رو به بالای وارد بر شیشه کدام است؟



۱) $۱/۹\sigma$

۲) $۲/۹\sigma$

۳) $۳/۹\sigma$

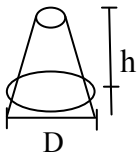
۴) $۴/۹\sigma$

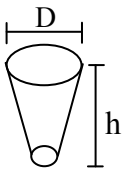
حل: گزینه ۱ صحیح است.

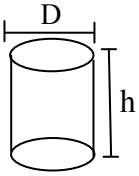
دو نیروی کشش سطحی بر شیشه وارد می‌شود یکی در داخل شیشه که به جدار داخلی وارد می‌شود و دیگری در سطح جیوه که به جدار خارجی وارد می‌شود.

$$F = \sigma \pi D_o \cos ۴۵ + \sigma \pi D_i \cos ۴۵ = \pi \times ۰/۴۵ \frac{\sqrt{۲}}{۲} \times \sigma + \pi \times ۰/۴ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} \times \sigma = ۱/۸۹\sigma$$

مثال: کدامیک از شکلهای زیر ارتفاع موئینگی بیشتری دارد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) در هر شکلی یکسان است.

حل: گزینه ۱ صحیح است.

ارتفاع موئینگی با قطر متوسط رابطه دارد و هر چه قطر متوسط کوچکتر باشد ارتفاع موئینگی بیشتر است، بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

مثال: وقتی که در لیوان پر از آبی بتوان چند قطره آب اضافه کرد، چنین پدیده‌ای چه نام دارد؟

۱) لوله مویینه

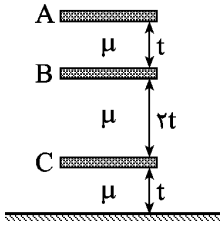
۲) فشار بخار موجود در بالای سطح آن

۳) کشش سطحی

۴) کاویتاسیون

حل: گزینه ۳ صحیح است.

مثال: مطابق روبه رو صفحه A و B و C در حال حرکت می‌باشند اگر سرعت صفحه A برابر u باشد، سرعت صفحه C کدام است؟



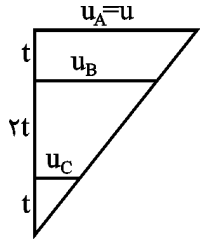
۱) ۰/۲۵ u

۲) ۰/۳u

۳) ۰/۲u

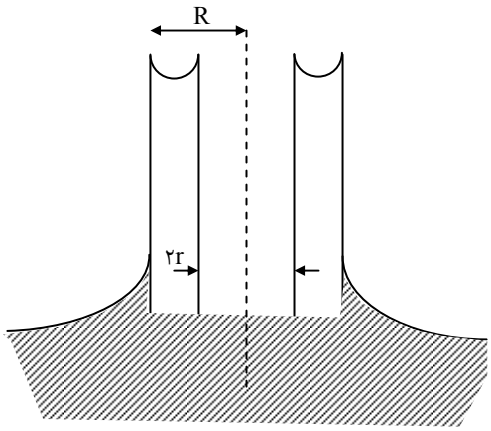
۴) ۰/۵u

حل: گزینه ۱ صحیح است زیرا:



$$\frac{u_C}{t} = \frac{u_A}{۴t} \rightarrow u_C = \frac{u}{۴}$$

مثال: بین دو لوله متحد المحور به شعاعهای R و r زاویه تماس θ مقدار صعود موئینگی h را بدست آورید؟



حل:

نیروی کشش سطحی − نیروی وزن = ۰

$$۲\pi R\nabla\cos\theta + ۲\pi r\nabla\cos\theta - \gamma h\pi(R^۲ - r^۲) = ۰ \Rightarrow h = \frac{۲\nabla\cos\theta}{\gamma(R-r)}$$

تذکر: اگر در یک حباب دو نیمکره داخلی و خارجی دارای قطرهای یکسان نباشند آنگاه اختلاف فشار داخل و خارج از فرمول زیر به‌دست می‌آید.

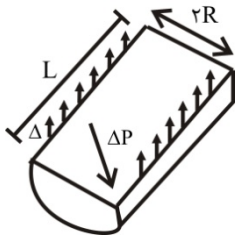
$$\Delta P = ۲V(\frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲})$$

مثال: اگر چنانچه یک جت مایع استوانه‌ای شکل در اختیار داشته باشیم اختلاف فشار داخلی و خارجی این جت (ΔP) کدام است؟

۱) $\Delta P = \frac{\nabla}{R}$ ۲) $\Delta P = \frac{۲\nabla}{R}$ ۳) $\Delta P = \frac{۴\nabla}{R}$ ۴) $\Delta P = \frac{\nabla}{۲R}$

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است.

زیرا: جت استوانه‌ای به طول بی‌نهایت است.

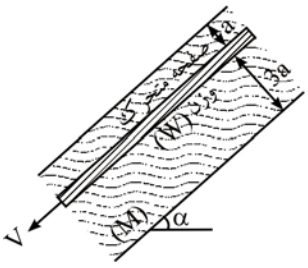


$$\kappa\alpha ۲L = \Delta P \times ۲RL \rightarrow$$

$$\Delta P = \frac{\kappa}{R}$$

سؤالات چهارگزینه‌ای فصل اول

۱- صفحه ای مطابق شکل بین دو صفحه مستوی با سرعت ثابت V بسمت پایین حرکت می کند. فضای بین دو صفحه مستوی با سیالی به لزجت μ پر شده است. اگر توزیع سرعت در هر دو قسمت جریان خطی بوده و سطح صفحه متحرک برابر A فرض شود، وزن صفحه را محاسبه نمایید؟ (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۷۲)



۱) $W = \frac{\mu VA}{a \sin\alpha}$

۲) $W = \frac{\mu VA}{3a \sin\alpha}$

۳) $W = \frac{4\mu VA}{3a \sin\alpha}$

۴) $W = \frac{2\mu VA}{3a \sin\alpha}$

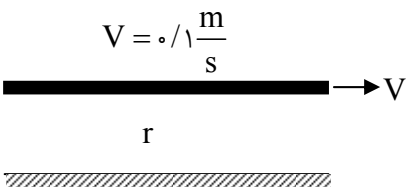
۲- فاصله بین دو صفحه ثابت موازی، افقی و بی نهایت بزرگ ۲۵ میلیمتر می‌باشد که بوسیله مایعی با ویسکوزیته دینامیکی (لزجت دینامیکی) ۰/۷ pa.s (پاسکال ثانیه) پر شده است. بین این دو صفحه ، یک صفحه نازک به موازات صفحات یاد شده به ابعاد ۲۵۰×۲۵۰ میلیمتر با سرعت ۰/۱۵ متر در ثانیه و به فاصله ۶ میلیمتر از یکی از دو صفحه در حال حرکت می‌باشد. با در نظر گرفتن تغییرات خطی برای سرعت بین صفحه متحرک و جداره ها، نیروی اصطکاک وارد بر دو طرف صفحه متحرک چند نیوتن می‌باشد؟ (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۷۳)

۱) ۱/۲۶ ۲) ۱/۴۴ ۳) ۲/۱۸ ۴) ۰/۷۵

۳- سیالی با لزجت دینامیکی $\mu = ۰/۰۰۹۸۵ \ N.S/m^۲$ در لوله ای به قطر ۱۰ cm جریان دارد. توزیع سرعت آن بصورت سهمی و طبق معادله $V = ۰/۱۳۷۲\left[۱-\left(\frac{r}{R}\right)^۲\right]$ است در آن V بر حسب $\frac{m}{s}$، r فاصله شعاعی از مرکز لوله و R شعاع لوله است. تنش برشی وارده بر جدار لوله چند $N/m^۲$ است؟ (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۷۵)

۱) ۰/۰۰۰۵۲۶ ۲) ۰/۰۱۳۱ ۳) ۰/۰۵۲۶ ۴) ۰/۱۳۱

۴- یک صفحه شیشه ای متحرک به فاصله ۱^{mm} از صفحه ثابت دیگری قرار دارد. بین دو صفحه از سیالی به جرم مخصوص $۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ پر شده است. اگر نیروی لازم در واحد سطح برای حرکت صفحه متحرک با سرعت ثابت $۰/۱ \frac{m}{s}$ ، معادل $۴\,Pa\left(\frac{N}{m^۲}\right)$ باشد، ضریب لزجت سینماتیکی سیال υ برابر چند $\frac{m^۲}{S}$ است؟ (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۷۶)



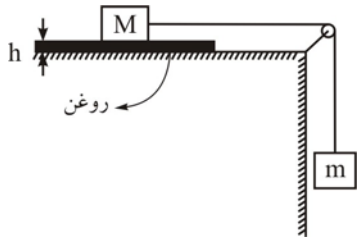
۱) $۱۰^{-۵}$

۲) $۰/۰۴ \times ۱۰^{-۳}$

۳) $۰/۰۲ \times ۱۰^{-۳}$

۴) ۰/۴

۵- در سیستم مقابل جرم M با مساحت A بر روی سطح افقی پوشیده شده از قشری به ضخامت h از روغن می لغزد. حداکثر سرعت V در سیستم چقدر است ؟ (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۷۸)



۱) $V = \frac{mgh}{\mu A}$

۲) $V = \frac{(m+M)\,gh}{\mu A}$

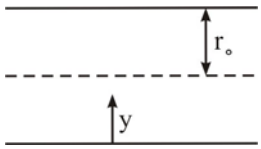
۳) $V = \left(\frac{m+M}{m}\right)\frac{gh}{\mu A}$

۴) تابعی از زمان است.

۶- یک شفت به قطر ۱۰ سانتی متر و طول ۱۰ سانتی متر در داخل یک غلاف با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه می چرخد. فاصله بین شفت و غلاف به میزان ۰/۰۳ سانتی متر با روغن به ویسکوزیته $\mu = ۰/۰۰۸\ \frac{kg}{m.s}$ پر شده است. توازن لازم برای چرخش شفت برابر است با: (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۷۹)

۱) ۰/۲۵ w ۲) ۰/۳۳ w ۳) ۰/۵ w ۴) ۰/۶۶ w

۷- توزیع سرعت در لوله برابر $u = ۲۰y - ۱۰y^۲$ است. (y به متر و u به متر در ثانیه) لزجت برابر ۱ نیوتن ثانیه بر متر مربع و شعاع $r_\circ$ برابر ۰/۲ متر است. تنش برشی در دیواره لوله چقدر است؟ (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۷۲)



۱) ۱۰ پاسکال

۲) ۲۰ پاسکال

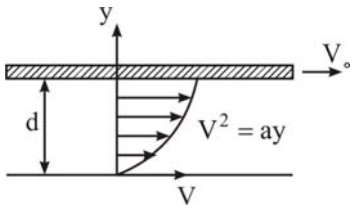
۳) صفر

۴) ۱۵ پاسکال

۸- توزیع سرعت یک مایع لزج $\left(\mu = ۰/۹\ N.S/m^۲\right)$ بر روی یک سطح صلب بوسیله رابطه $u = ۰/۶۸\ y - y^۲$ داده شده است. u ، سرعت مایع بر حسب $\frac{m}{s}$ در فاصله y از سطح صلب می‌باشد.تنش برشی در نقطه $y = ۰/۱۷\ m$ از سطح برابر است با: (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۷۴)

۱) $۰/۶۱۲\ N/m^۲$ ۲) $۰/۳۴\ N/m^۲$ ۳) $۰/۳۰۶\ N/m^۲$ ۴) $۰/۱۵۳\ N/m^۲$

۹- در شکل زیر سیالی با لزجت μ بین دو صفحه قرار دارد. بطوریکه صفحه پائینی ثابت و صفحه بالایی با سرعت $V_\circ$ حرکت می نماید. اگر توزیع سرعت بین این دو صفحه بصورت سهمی‌باشد، تنش برشی اعمال شده از سیال بر صفحه متحرک کدام است؟ (a پارامتر ثابتی فرض شود.) (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۸۰)



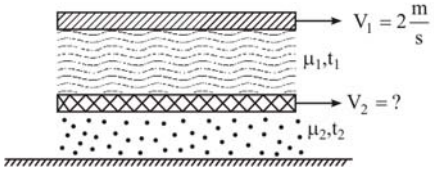
۱) $۲\mu V_\circ d$

۲) $-\mu\frac{V_\circ}{d}$

۳) $۲\mu\frac{V_\circ}{d}$

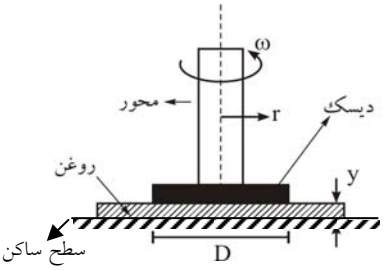
۴) $\mu\frac{V_\circ}{d}$

۱۰- مطابق شکل صفحه بالایی با سرعت $۲\frac{m}{s}$ بسمت راست در حرکت بوده و صفحه پائینی بین دو لایه روغن به لزجت های $\mu_۱,\mu_۲$ و به ضخامت $t_۱,t_۲$ می‌تواند حرکت نماید. در صورتیکه $\mu_۱ = ۰/۱ Pa.s$ و $t_۱ = ۲ mm$ و $\mu_۲ = ۰/۰۵ Pa.s$ و $t_۲ = ۱ mm$ باشد، سرعت صفحه پائینی چند $\frac{m}{s}$ است؟ (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۸۱)



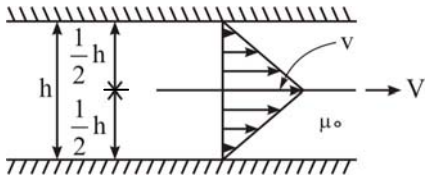
۱) ۰/۰۵
۲) ۲
۳) ۱/۵
۴) ۱

۱۱- دیسک نشان داده شده در شکل توسط محوری با سرعت زاویه ای ω به دوران درمی آید. فضای بین دیسک و سطح ساکن توسط روغن پر شده است. مقدار گشتاور لازم برای دوران دیسک در صورتیکه $\omega = ۲\frac{rad}{s}$ و $D = ۸ cm$، $y = ۲ mm$ و $\mu = ۰/۰۱ \frac{N.S}{m^۲}$ باشد، برابر است با: (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۸۳)



۱) $۳/۵\times۱۰^{-۲}$ N.m
۲) $۱/۲\times۱۰^{-۲}$ N.m
۳) $۳/۵\times۱۰^{-۴}$ N.m
۴) $۴/۰۲\times۱۰^{-۵}$ N.m

۱۲- در بین دو صفحه موازی که به فاصله h از همدیگر قرار گرفته و با روغنی با لزجت دینامیکی $\mu_۰$ پر شده است یک ورق نازک به مساحت A، با سرعت ثابت مطابق شکل کشیده می شود. نیروی مقاومت F در مقابل حرکت ورق با کدام یک از روابط زیر بیان می شود؟ (کنکور کارشناسی ارشد عمران – ۸۴)



۱) $\frac{V\mu_۰A}{۴h}$
۲) $\frac{۴V\mu_۰A}{h}$
۳) $\frac{۲V\mu_۰A}{h}$
۴) $\frac{V\mu_۰A}{۲h}$

۱۳- توزیع سرعت یک مایع با لزجت $۰/۰۱ Pa.s$ بر روی یک سطح صلب بوسیله رابطه $u = ۰/۸y - ۲۰y^۲$ ارائه شده است. وقتی که u برحسب متر بر ثانیه و y برحسب متر باشد، تنش برشی بر حسب $\frac{N}{m^۲}$ در فاصله ۱۰ سانتیمتری چقدر است؟ (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)

۱) ۰/۱۲ -
۲) ۴/۲ -
۳) ۳/۲-
۴) ۰/۱۲

۱۴- کاویتاسیون در لوله حتماً وقتی بوجود می آید که: (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)

۱) فشار منفی باشد.
۲) سرعت بیش از ۴ متر بر ثانیه باشد.
۳) جریان کاملاً آشفته باشد.
۴) هیچکدام.

۱۵- یک لوله آزمایش با قطر $۲ mm$ در داخل ظرف پر از الکل به چگالی نسبی ۰/۷۹ فرو می بریم. اگر کشش سطحی الکل برابر $۰/۰۲۲ \frac{N}{m}$ و زاویه تقعر الکل و ظرف ۳° باشد، معلوم نمائید تا چه اندازه الکل در لوله آزمایش بالا می رود؟ (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)

۱) ۵/۷ mm
۲) ۷/۵ mm
۳) ۵۷ mm
۴) ۷۵ mm

۱۶- ثقل نسبی آب دریا ۱/۰۲۶ می‌باشد. در سطح آب چگالی آب را در عمق m ۲۰۰۰ در اقیانوس را بدست آورید در حالیکه فشار برابر Pa ۲۰۲۴۱۴۰۰ می‌باشد. اگر مدل الاستیسیته آب $۲/۲\times۱۰^۹ Pa$ و فشار اتمسفر در محل برابر Pa ۱۰۰۴۰۰ باشد: (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)

۱) ۱/۰۵
۲) ۱/۰۷
۳) ۱/۰۰۴
۴) ۱/۰۳۶

۱۷- صفحه ای صلب به مساحت A بر روی سطح شیبداری که با افق زاویه α می سازد و با سرعت V بطرف پائین حرکت می‌کند قرار گرفته است. فاصله بین صفحه صلب و سطح شیبدار را سیالی به ویسکوزیته μ و به ضخامت a پر کرده است. اگر توزیع سرعت در ضخامت سیال خطی فرض شود، وزن صفحه صلب برابر است با: (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)

۱) $\frac{VA}{a}\tan\alpha$ ۲) $\frac{VA}{A\cos\alpha}$ ۳) $\mu\frac{VA}{a\sin\alpha}$ ۴) $\frac{2VA}{a\cos\alpha}$

۱۸- مایعی با مدل الاستیسیته $204\times10^{7}\ Pa$ تحت افزایش فشار $17\ MPa$ چند درصد کاهش حجم خواهد داشت؟ (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)

۱) ۳/۲ ۲) ۱/۲ ۳) ۰/۸۳ ۴) ۱/۶

۱۹- یک پیستون با وزن ۲۰ lbf در یک سیلندر روغن خورده حرکت می کند. فاصله بین سیلندر و پیستون ۰/۰۰۱ in است. اگر سیلندر با شدت کاهنده $2\frac{ft}{sec^2}$ زمانیکه سرعت $20\frac{ft}{sec}$ را داراست حرکت کند در حالیکه قطر سیلندر ۶ in و طول پیستون ۵ in است، لزجت روغن مابین را به دست آورید؟ (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)

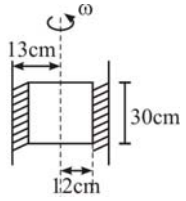
۱) $1/533\times10^{-4}\ \frac{Lb-sec}{ft^2}$ ۲) $1/353\times10^{-4}\ \frac{Lb-sec}{ft^2}$

۳) $1/764\times10^{-4}\ \frac{Lb-sec}{ft^2}$ ۴) $1/153\times10^{-4}\ \frac{Lb-sec}{ft^2}$

۲۰- جرم مخصوص یک گاز کامل با ثابت $R=286\ {m.N}/{kg}$ در فشار ۱۸ mpa و درجه حرارت 13° سانتی گراد برابر چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)

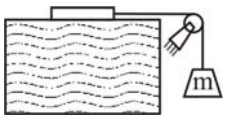
۱) ۳۱۰ ۲) ۲۷۰ ۳) ۲۲۰ ۴) ۲۶۵

۲۱- فضای بین دو استوانه هم محور به شعاعهای $12cm$, $13cm$ را از سیالی به ضریب لزجت دینامیکی μ پر کرده‌ایم. استوانه داخلی را با حرکت یکنواخت و با سرعت زاویه دار $2\frac{rad}{sec}$ به دوران واداشته ایم. اگر گشتاور لازم $0/88\ N.m$ باشد، ضریب لزجت دینامیکی μ بر حسب $Pa.sec$ چقدر خواهد بود؟ (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)



۱) ۰/۶۷۵
۲) ۰/۷۹۴
۳) ۱/۳۵
۴) صفر

۲۲- یک صفحه شیشه ای متحرک با حرکت یکنواخت به فاصله $5\ mm$ از صفحه ثابت دیگر قرار گرفته و به یک وزنه به جرم $0/001\ kg$ متصل شده است.در صورتیکه سطح تماس $0/5\ m^2$و ضریب لزجت سیال μ، $0/89\times10^{-3}\ {N.S}/{m^2}$ باشد، سرعت حرکت صفحه چه مقدار خواهد بود؟ (کنکور کارشناسی ارشد آزاد)



۱) $0/11\ \frac{m}{s}$ ۲) $3\ \frac{m}{s}$

۳) $3\ \frac{mm}{s}$ ۴) $0/11\ \frac{mm}{s}$

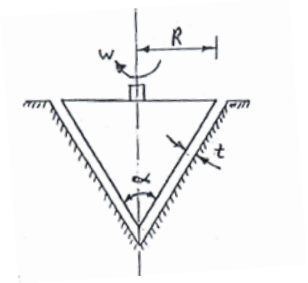
۲۳ـ اگر g شتاب ثقل و Q دبی حجمی را به عنوان متغیرهای تکراری در آنالیز ابعادی در نظر بگیریم کدام یک از کمیت‌های زیر می‌تواند یک پارامتر بی‌بعد برای $F(Q,H,g,V_{\circ},\phi)$ باشد؟ ($V_{\circ}$ معرف سرعت، ϕ پارامتر اسکالر و H معرف طول است.) (کنکور کارشناسی ارشد عمران ـ ۸۵)

۱) $\frac{Q}{\sqrt{gH}}$ ۲) $\frac{V_{\circ}^2}{g^2Q}$ ۳) $\frac{Q^2}{gH^4}$ ۴) هیچکدام

۲۴ـ دو صفحه شیشه‌ای قائم که به فاصله ۱ میلیمتر قرار دارند را در آب فرو می‌بریم، مقدار افزایش ارتفاع آب بین دو صفحه بر حسب میلیمتر برابر است با: $\left(\rho = ۱۰^{۳}\ \frac{kgr}{m^{۳}}, g = ۱۰\frac{m}{s}, \sigma = ۰/۰۷۳\frac{N}{m}\right)$ **(کنکور کارشناسی ارشد عمران ـ ۸۵)**

۱) ۳/۶۵ ۲) ۷/۳ ۳) ۹/۷ ۴) ۱۴/۶

۲۵ـ گشتاور مورد نیاز برای چرخاندن مخروط شکل روبرو با سرعت ω **دور در دقیقه را تعیین کنید. لزجت مایع بین مخروط و جداره ساکن** μ **و ضخامت آن** t **می‌باشد. (کنکور کارشناسی ارشد عمران ـ ۸۵)**



۱) $T = \frac{\pi\omega\mu R^{۴}}{t\sin\alpha}$ ۲) $T = \frac{\pi\omega\mu R^{۴}}{۲t\sin\frac{\alpha}{۲}}$

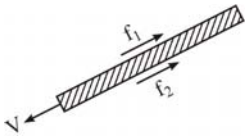
۳) $T = \frac{۲\pi\omega\mu R^{۴}}{t\sin\frac{\alpha}{۲}}$ ۴) $T = \frac{\pi\omega^{۲}\mu R^{۴}}{t\sin\frac{\alpha}{۲}}$

۲۶ـ کدام یک از گزینه‌های زیر رابطه فشار نسبی داخلی قطرهٔ کوچک آب به قطر d **می‌باشد.** σ **ضریب کشش سطحی است؟ (کنکور کارشناسی ارشد عمران ـ ۸۶)**

۱) $P = \frac{\sigma}{d}$ ۲) $P = \frac{\sigma}{۲d}$ ۳) $P = \frac{۲\sigma}{d}$ ۴) $P = \frac{۴\sigma}{d}$

پاسخ سؤالات چهارگزینه‌ای فصل اول

۱- گزینه ۳ صحیح است.

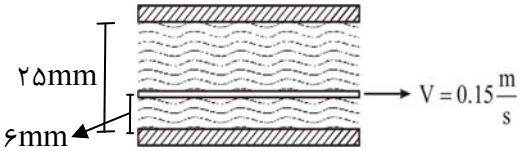


$$W\sin\theta - f_1 - f_2 = 0 \rightarrow$$

$$W\sin\theta = f_1 + f_2 = \frac{\mu V}{a} + \frac{\mu V}{3a} \rightarrow$$

$$W\sin\theta = \frac{4\mu V}{3a} \rightarrow W = \frac{4\mu V}{3a\sin\theta}$$

۲- گزینه ۲ صحیح است.



$$\tau = \frac{\mu V}{t_1} + \frac{\mu V}{t_2} \Rightarrow$$

$$\tau = \frac{0/7\times 0/15}{0/006} + \frac{0/7\times 0/15}{0/025 - 0/006} = 23/02 \ \frac{N}{m^2}$$

$$F = \tau \times A = 23/02\times 0/25\times 0/25 = 1/44 \ N$$

۳- گزینه ۳ صحیح است.

تنش برشی در جدار لوله مد نظر است، بنابراین:

$$r = \frac{d}{2} = R = 5 \ cm$$

$$\left.\frac{dv}{dr}\right|_{r=R=5cm} = -2\times 0/1372\times\frac{r}{R^2} = -2\times 0/1372\times\frac{0/05}{0/05^2} = 5/49$$

$$\tau\big|_{r=R=5cm} = \mu\times\frac{dv}{dr} = 0/00958\times 5/49 = 0/0526 \ \frac{N}{m^2}$$

۴- گزینه ۲ صحیح است.

چون نیرو در واحد سطح است بنابراین از جنس فشار است. $\left(\frac{F}{A} = 4\ Pa\right)$

$$F = \tau\times A \rightarrow \quad \frac{F}{A} = \mu\frac{V}{t} \rightarrow$$

$$4 = \mu\times\frac{0/1}{0/001} \rightarrow \mu = 0/04 \rightarrow \upsilon = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0/04}{1000} = 0/04\times 10^{-3} \ \frac{m^2}{S}$$

۵- گزینه ۱ صحیح است.

$$\sum f = ma \rightarrow \tau\times A = mg \rightarrow \mu\frac{V}{h}\times A = mg \rightarrow V = \frac{mgh}{\mu A}$$

۶- گزینه ۲ صحیح است.

$$\omega = 2\pi n = 2\times\pi\times\frac{120}{60} = 4\pi\frac{rad}{s}$$

$$V = R\times\omega = 0/05\times 4\pi = 0/628 \ \frac{m}{s}$$

$$\tau = \mu\times\frac{V}{t} = 0/008\times\frac{0/628}{0/03\times 10^{-2}} = 16/7 \ \frac{N}{m^2}$$

(ممان) $m = F \times r = \tau \times A \times r_{av} = \tau \times 2\pi r_{av} \times L \times r_{av} = 16/7 \times 2\pi \times \frac{4/985}{100} \times 0/1 \times \frac{4/985}{100} = 0/026 \frac{m}{s^2}$

(r_{av} (فاصله مرکز شفت تا وسط فضای شفت و غلاف است یعنی $5^{cm} - \frac{0/03}{2} cm = 4/985^{cm}$)

(توان) $P = m.\omega = 0/026 \times 4\pi = 0/33\ w$

تذکر: البته در بیشتر تستها بجای r_{av} (یعنی $4/985^{cm}$) از r (یعنی 5^{cm}) استفاده می‌شود.

۷- گزینه ۲ صحیح است.

$$\tau\Big|_{y=0} = \mu \frac{du}{dy} = 1 \times (20 - 20y)\Big|_{y=0} = 20\ Pa$$

۸- گزینه ۳ صحیح است.

$$\tau\Big|_{y=0/17} = \mu \frac{du}{dy} = 0/9 \times (0/68 - 2y)\Big|_{y=0/17} = 0/306\ Pa$$

۹- گزینه ۳ صحیح است.

$$y = d \rightarrow V = V_0 \rightarrow V_0^2 = ad \rightarrow a = \frac{V_0^2}{d} \Rightarrow$$

$$V^2 = \frac{V_0^2}{d}.y \xrightarrow{\text{مشتق گیری}} 2VV' = \frac{V_0^2}{d} \rightarrow V' = \frac{V_0^2}{2Vd}$$

$$\tau = \mu.V' = \mu \times \frac{V_0^2}{2Vd}\Big|_{y=d \rightarrow V=V_0} = \mu \times \frac{V_0^2}{2V_0 d} \Rightarrow \tau = \mu \frac{V_0}{2d}$$

۱۰- گزینه ۴ صحیح است.

سرعت نسبی دو صفحه ملاک است.

$$\sum f = ma = 0 \rightarrow (\tau_1 - \tau_2)A = 0 \rightarrow \tau_1 = \tau_2$$

$$\mu_1 \frac{(v_1 - v_2)}{t_1} = \mu_2 \frac{(v_2)}{t_2} \rightarrow 0/1 \frac{(2 - v_2)}{2} = 0/05 \frac{v_2}{1} \rightarrow v_2 = 1 \frac{m}{s}$$

۱۱- گزینه ۴ صحیح است.

$$dF = \tau.dA = \mu.\frac{v}{y}.2\pi r dr = \mu \times \frac{r\omega}{y}.2\pi r dr = \frac{2\pi r^2 \mu \omega dr}{y}$$

$$dT = dF \times r = \frac{2\pi r^2 \times \mu \omega}{y}.dr = \frac{2\pi r^3 \mu \omega}{y}.dr \Rightarrow$$

$$T = \int_0^R dT = \int_0^R \frac{2\pi r^3 \mu \omega}{y}.dr = \frac{2\pi \mu \omega}{y}.\frac{R^4}{4} = \frac{2\pi \times 0/01 \times 2}{0/002} \times \frac{0/04^4}{4} = 4/02 \times 10^{-5}$$

۱۲- گزینه ۲ صحیح است.

$$F = f_1 + f_2 = (\tau_1 + \tau_2)A = \left(\frac{\mu_0 V}{\frac{1}{2}h} + \frac{\mu_0 V}{\frac{1}{2}h} \right) A = \frac{4\mu_0 V}{h} A$$

۱۳- گزینه ۳ صحیح است.

$$\tau\Big|_{y=0/1^m} = \mu \frac{du}{dy} = 0/01 \times (0/8 - 40y)\Big|_{y=0/1^m} = -3/2$$

۱۴- گزینه ۱ صحیح است.

با توجه به مطالب گفته شده در درس.

۱۵- گزینه ۱ صحیح است.

$$h=\frac{۴\sigma\cos\theta}{\gamma D}=\frac{۴\times۰/۰۲۲\times\cos۳^{\circ}}{۰/۷۶\times۹۸۱۰\times۰/۰۰۲}=۵/۷\times۱۰^{-۳}\,m=۵/۷\ mm$$

۱۶- گزینه ۴ صحیح است.

$$\gamma=\gamma_{\circ}e^{\frac{\gamma_{\circ}y}{k}}\rightarrow s\gamma_{w}e^{\frac{s_{\circ}\gamma_{w}y}{k}}\rightarrow s=۱/۰۲۶\times e^{\frac{۱/۰۲۶\times۹۸۱۰\times۲۰۰۰}{۲/۲\times۱۰^{۹}}}=۱/۰۳۶$$

۱۷- گزینه ۳ صحیح است.

$$W\sin\alpha=\tau_{۱}\times A\rightarrow W\sin\alpha=\mu\frac{V}{a}\times A\rightarrow W=\frac{\mu VA}{a\sin\alpha}$$

۱۸- گزینه ۳ صحیح است.

$$K=-\frac{dP}{\frac{dV}{V}}\Rightarrow ۲۰۴\times۱۰^{۷}=-\frac{۱۷\times۱۰^{۶}}{\frac{dV}{V}}\rightarrow\frac{dV}{V}=-۰/۸۳$$

۱۹- گزینه ۲ صحیح است.

$$\sum F=ma\rightarrow\ W-\tau\times A=-ma\rightarrow\ W-\mu\frac{V}{t}.\left(۲\pi R.L\right)=-\frac{W}{g}.a$$

$$۲۰-\mu\times\frac{۲۰}{\frac{۰/۰۰۱}{۱۲}}\times\left(۲\times\pi\times\frac{۳}{۱۲}\times\frac{۵}{۱۲}\right)=-\frac{۲۰}{۶۲/۴}\times۲\ \rightarrow\mu=۱/۳۵\times۱۰^{-۴}$$

۲۰- گزینه ۳ صحیح است.

$$\rho=\frac{P}{RT}=\frac{۱۸\times۱۰^{۶}}{۲۸۶\left(۱۳+۲۷۳\right)}=۲۲۰$$

۲۱- گزینه ۳ صحیح است.

(در محاسبه گشتاور در واقع r_{av} باید ملاک محاسبه قرار گیرد ولی معمولاً در سئوالات کنکور r ملاک محاسبه قرار می گیرد.)

$$M=\tau.A.r=\mu\frac{V}{t}.۲\pi R.L.r\Rightarrow$$

$$۰/۸۸=\mu\times\frac{۰/۲۴}{۰/۱۳-۰/۱۲}\times۲\pi\times۰/۱۲\times۰/۳\times۰/۱۲\rightarrow\mu=۱/۳۵\ \ Pa.s$$

۲۲- گزینه ۱ صحیح است.

$$\sum f=ma\Rightarrow\tau.A=mg\rightarrow\mu\frac{V}{t}.A=mg\rightarrow$$

$$V=\frac{mgt}{\mu A}=\frac{۰/۰۰۱\times۹/۸۱\times۰/۰۰۵}{۰/۸۹\times۱۰^{-۳}\times۰/۵}=۰/۱۱\frac{m}{s}$$

۲۳ـ گزینه ۴ صحیح است.

هیچ یک از سه گزینه اول بی بعد نمی‌باشند.

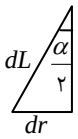
۲۴ـ گزینه ۴ صحیح است.

(b عرض صفحه است)

$$۲\times\sigma\times b=\gamma\times b\times t\times h\rightarrow$$

$$\frac{۲\sigma}{\gamma t}=h\rightarrow h=\frac{۲\times۰/۰۷۳}{۱۰۰۰۰\times۰/۰۱}\rightarrow h=۱۴/۶\ mm$$

۲۵ـ گزینه ۲ صحیح است.



$$dL = \frac{dr}{\sin\frac{\alpha}{2}} \quad , \quad V = r\omega$$

$$dT = dF \times r \rightarrow dT = \tau \times 2\pi r dL \times r$$

$$T = \int \tau \times 2\pi r^2 dL = \int \mu \frac{V}{t} 2\pi r^2 dL \Rightarrow T = \int_0^R \mu \frac{r\omega}{t} \times 2\pi r^2 \times \frac{dr}{\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{\pi\mu\omega R^4}{2t\sin\frac{\alpha}{2}}$$

۲۶ـ گزینه ۴ صحیح است.