بسمه تعالی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودان

نام درس : مکانیک سیالات **نام استاد: الیاس یوسفی**

پاسخ تمرینات فصل ۱ (خواص سیال) -- سری اول

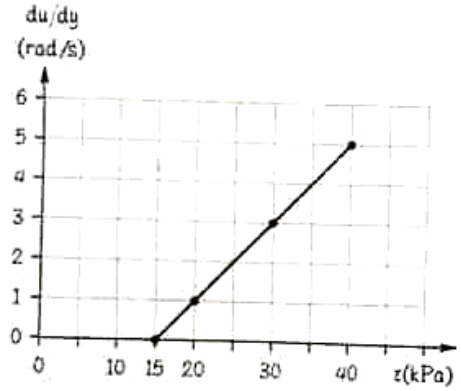
ردیف	شرح سوال

در جدول زیر مقادیر نرخ تغییرشکل یک ماده و تنشهای برشی نظیر آنها ارائه شده است. این ماده را طبقه‌بندی کنید.

du/dy, rad/s	0	1	3	5
τ, kPa	15	20	30	40

پاسخ :

۱



حل. با استفاده از مقادیر داده شده، نمودار du/dy این ماده را برحسب τ رسم می‌کنیم. با توجه به نمودار، این ماده تا وقتی که تنش برشی به 15 kPa نرسیده است، جاری نمی‌شود. در این تنش اصطلاحاً تسلیم می‌شود و از آن پس با افزایش تنش، نرخ تغییر شکل زاویه‌ای آن به‌صورت خطی افزایش می‌یابد. چنین ماده‌ای را مطابق شکل ۲-۱ کتاب، پلاستیک ایده‌آل می‌گوییم. این شکل که نمودار رئولوژیک نامیده می‌شود، برای طبقه‌بندی مواد به‌کار می‌رود.

موادی را که رفتار آنها (در دمای ثابت) در جداول زیر ارائه شده است، طبقه‌بندی کنید.

(الف)

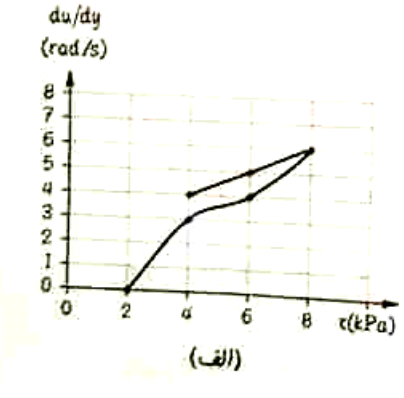
du/dy, rad/s	0	3	4	6	5	4
τ, kPa	2	4	6	8	6	4

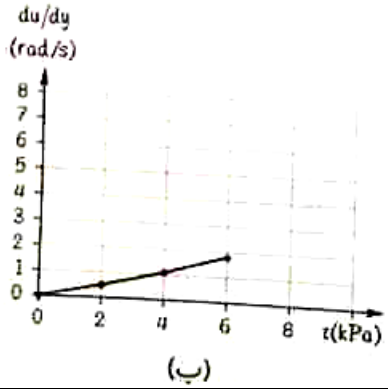
(ب)

du/dy, rad/s	0	0.5	1.1	1.8
τ, kPa	0	2	4	6

۲

پاسخ : با توجه به نمودارهای زیر هر دو ماده غیر نیوتنی می باشند.

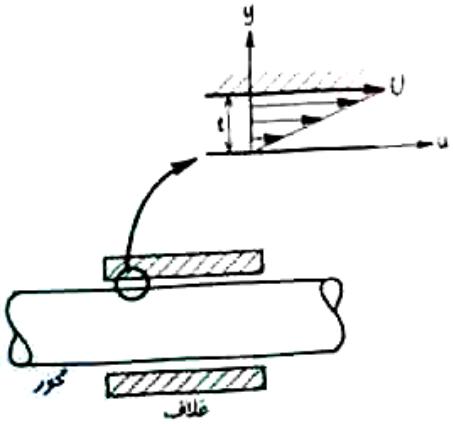




یک غلاف استوانه‌ای بر روی محوری سوار شده است. درز بین محور و غلاف حاوی سیال نیوتنی است. محور و غلاف متحدالمحورند. هرگاه غلاف را با نیروی 600 N در امتداد محور بکشیم، به‌سرعت 1 m/s می‌رسد. اگر آن را با نیروی 1500 N بکشیم، به‌چه سرعتی خواهد رسید؟ دمای غلاف ثابت می‌ماند.

۳

پاسخ :



حل: نیروی لازم برای کشیدن غلاف $F = \tau A$ است که در آن A سطح تماس غلاف و سیال، و τ تنش برشی روی آن سطح است. تنش برشی را از قانون لزجت نیوتن به‌دست می‌آوریم. پروفیل سرعت در سیال را مطابق شکل به‌صورت خطی فرض می‌کنیم. پس

قانون لزجت نیوتن: $\tau = \mu \frac{du}{dy} \xrightarrow{\text{پروفیل سرعت خطی}} \tau = \mu \frac{U}{t} \Rightarrow F = \mu \frac{U}{t} A$

چون دمای غلاف (و سیال) ثابت می‌ماند، ویسکوزیتهٔ سیال ثابت می‌ماند و داریم

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\mu (U_2/t) A}{\mu (U_1/t) A} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow \frac{1500}{600} = \frac{U_2}{1} \Rightarrow U_2 = 2.5 \text{ m/s}$$

۴

لزجت مایعی 0.002 pa.s و چگالی آن 0.8 gr/cm^3 است . لزجت سینماتیک مایع را بدست آورید.

راهنمایی: قانون لزجت نیوتن $\tau = \mu \frac{du}{dy}$

پاسخ :

چگالی: $S = \frac{\rho}{\rho_w} \Rightarrow \rho = S\rho_w = 0.8(1000) = 800 \text{ kg/m}^3$

لزجت سینماتیک: $\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0.002}{800} = 2.5 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$

۵

نرخ تغییر شکل زاویه ای یک سیال نیوتنی تحت تنش برشی 4 mPa برابر با 1 rad/s است. لزجت سیال را بدست آورید.

پاسخ :

قانون لزجت نیوتن: $\tau = \mu \frac{du}{dy} \Rightarrow \mu = \frac{\tau}{du/dy} = \frac{4 \times 10^{-3}}{1} = 0.004 \text{ Pa} \cdot \text{s}$

۶

جرم مولکولی یک گاز 44 است . ثابت گاز و R چقدر است؟

پاسخ :

ثابت گاز: $R = \frac{8312}{M} = \frac{8312}{44} = 188.9 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$