



340

F



نام

نام خانوادگی

محل امضاء

صبح جمعه

۹۱/۱/۲۵

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.

(امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

آزمون ورودی
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل
در سال ۱۳۹۱

رشته‌ی
مهندسی مکانیک - مهندسی پزشکی (بیومکانیک) (کد ۲۳۲۸)

شماره داوطلبی:

نام و نام خانوادگی داوطلب:

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (ریاضیات مهندسی، بیومکانیک عمومی، مکانیک سیالات در سیستم‌های بیولوژیکی)	۴۵	۱	۴۵

فروردین سال ۱۳۹۱

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

حق چاپ و تکریر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و یا متخلین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱- اگر جواب مسئله مقدار اولیه

$$\begin{cases} u_t - a^2 u_{xx} = 0, & -\infty < x < \infty, t > 0 \\ u(x, 0) = \begin{cases} T_1 & x > 0 \\ T_2 & x < 0 \end{cases} \end{cases}$$

را به صورت $u(x, t) = f\left(\frac{x}{\sqrt{a}\sqrt{t}}\right)$ جستجو کنیم، آنگاه $u(x, t) = A + B\psi\left(\frac{x}{\sqrt{a}\sqrt{t}}\right)$ که در آن:

$$B = \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{\pi}}, A = \frac{T_1 + T_2}{2}, \psi(z) = \int_0^z e^{-s^2} ds \quad (1)$$

$$B = \frac{T_1 + T_2}{\sqrt{\pi}}, A = \frac{T_1 - T_2}{2}, \psi(z) = \int_0^z e^{-s^2} ds \quad (2)$$

$$B = \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{\pi}}, A = \frac{T_1 + T_2}{2}, \psi(z) = \int_0^z e^{-s^2} ds \quad (3)$$

$$B = \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{\pi}}, A = \frac{T_1 + T_2}{2}, \psi(z) = \int_0^z e^{-s^2} ds \quad (4)$$

۲- مسئله مقدار مرزی، با شرایط مرزی داده شده در داخل مستطیل $0 \leq x \leq a$ و $0 \leq y \leq b$

$$\begin{cases} \nabla^2 u = f(x, y) \\ u(x, 0) = 0, u(x, b) = h(x) \\ u(0, y) = u(a, y), u_x(0, y) = u_x(a, y) \end{cases}$$

که در آن f و h توابع پیوسته و تگدای هموار هستند، دارای کدام پایه متعامد است؟ (نسبت به متغیر x)

$$1, \cos \frac{\gamma k \pi x}{a}, \sin \frac{\gamma k \pi x}{a}, k = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (2) \quad 1, \cos \frac{k \pi x}{a}, \sin \frac{k \pi x}{a}, k = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (1)$$

$$\cos \frac{k \pi x}{a}, \sin \frac{k \pi x}{a}, k = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (4) \quad \cos \frac{\gamma k \pi x}{a}, \sin \frac{\gamma k \pi x}{a}, k = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (3)$$

۳- با یک تبدیل خطی کسری T سه نقطه $Z_1 = -a, Z_2 = 0, Z_3 = a$ از صفحه z به ترتیب به سه نقطه

$W_1 = \infty, W_2 = -1, W_3 = 0$ از صفحه w برده می‌شوند. ثابت a چه باشد تا ترکیب $T^2 = T \circ T = I$ تابع همانی شود؟

$$-2 \quad (1) \quad -1 \quad (2) \quad 1 \quad (3) \quad 2 \quad (4)$$

۴- اگر بخواهیم دایره به مرکز α در صفحه w که از نقطه 1 می‌گذرد، توسط نگاشت $W = \frac{z+1}{z-1}$ ، به عمود منصف قطعه خط

واصل از 1 به γ در صفحه z نگاشته شود آنگاه مقدار γ بر حسب α کدام است؟

$$\gamma = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \quad (1) \quad \gamma = \frac{\alpha-1}{\alpha+1} \quad (2) \quad \gamma = \frac{1+\alpha}{1-\alpha} \quad (3) \quad \gamma = \frac{\alpha+1}{\alpha-1} \quad (4)$$

۵- در صورتی که جواب مسئله مقدار اولیه

$$\begin{cases} u_t - a^2 u_{xx} = f(x, t) & , t > 0, \quad -\infty < x < \infty \\ u(x, 0) = 0 & , -\infty < x < \infty \end{cases}$$

به صورت:

$$u(x, t) = \int_0^t \frac{1}{2a\sqrt{\pi(t-\tau)}} \left[\int_{-\infty}^{\infty} e^{\frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} f(\xi, \tau) d\xi \right] d\tau \quad (1)$$

باشد. آنگاه جواب مسئله مقدار اولیه - مرزی:

$$\begin{cases} u_t - a^2 u_{xx} = f(x, t) & , \forall x > 0, \forall t > 0 \\ u(x, 0) = 0, u(0, t) = 0 \end{cases}$$

نیز به صورت (۱) قابل نمایش است منتها به جای انتگرال داخل کروشه باید انتگرال زیر را جانشین نمود.

$$\begin{aligned} & \int_{-\infty}^{\infty} \xi e^{\frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} f(\xi, \tau) d\xi \quad (1) \\ & \int_0^{\infty} \left(e^{\frac{-(x+\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} - e^{\frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} \right) f(\xi, \tau) d\xi \quad (2) \\ & \int_0^{\infty} \left(e^{\frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} - e^{\frac{-(x+\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} \right) f(\xi, \tau) d\xi \quad (3) \\ & \int_{-\infty}^{\infty} \left[e^{\frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} f(\xi, \tau) - e^{\frac{-(x+\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} f(-\xi, \tau) \right] d\xi \quad (4) \end{aligned}$$

۶- با انتگرال گیری از تابع $\frac{e^{i\alpha z}}{e^z + e^{-z}}$, $\alpha \in \mathbb{R}$, نسبت به متغیر z روی مرز ناحیه $|x| \leq R$, $0 \leq y \leq \pi$ در جهت مثبت، و

سپس میل دادن R به بینهایت، تبدیل فوریه تابع $f(x) = \frac{1}{\cosh x}$ به کدام صورت حاصل می شود؟

$$\frac{\frac{\pi}{2}}{\cosh\left(\frac{\pi}{2}\alpha\right)} \quad (4) \qquad \frac{\pi}{\cosh\left(\frac{\pi}{2}\alpha\right)} \quad (3) \qquad \frac{\frac{\pi}{2}}{\cosh(\pi\alpha)} \quad (2) \qquad \frac{\pi}{\cosh(\pi\alpha)} \quad (1)$$

۷- مسئله مقدار اولیه - مرزی به صورت

$$\begin{cases} u_t - u_{xx} = f(x, t) & , \quad 0 < x < L, t > 0 \\ u(x, 0) = \phi(x) & , \quad 0 \leq x \leq L \\ u_x(0, t) = 0, u(L, t) = 0 & , \quad t > 0 \end{cases}$$

داده شده است که در آن توابع $\phi(x)$ و $f(x, t)$ پیوسته و تکه‌ای هموار فرض شده‌اند. پایه متعامد نسبت به متغیر x در این مسئله کدام است؟

$$\left\{ \cos \frac{(2k-1)\pi x}{2L} \right\}_{k \in \mathbb{N}} \quad (1)$$

$$\left\{ \cos \frac{(2k-1)\pi x}{L} \right\}_{k \in \mathbb{N}} \quad (2)$$

$$\left\{ \sin \frac{(2k-1)\pi x}{L} \right\}_{k \in \mathbb{N}} \quad (3)$$

(۴) از پایه کامل استفاده نمی‌شود، بلکه در بازه $0 \leq x \leq L$ بخشی از یک پایه متعامد به کار گرفته می‌شود.

۸- اگر برای مسئله مقدار اولیه - مرزی

$$\begin{cases} u_t - u_{xx} = f(x, t) & , \quad 0 < x < L, t > 0 \\ u(x, 0) = 0, u_x(0, t) = 0, u(L, t) = 0 \end{cases}$$

کандید جواب به صورت

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(t) \cos \frac{(2k-1)\pi x}{2L}$$

قابل بیان باشد، به ازای تابع

$$f(x, t) = \sin \gamma t \cdot \cos \frac{\pi x}{2L}$$

جواب مسئله کدام است؟ (قرار می‌دهیم $\alpha = \frac{\pi}{2L}$)

$$\left[\frac{-\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} \cos(\gamma t) + \frac{\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} e^{-\alpha^2 t} \right] \cos(\alpha x) \quad (1)$$

$$\left[\frac{-\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} \cos(\gamma t) + \frac{\alpha^2}{\gamma^2 + \alpha^2} \sin(\gamma t) - \frac{\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} e^{-\alpha^2 t} \right] \cos(\alpha x) \quad (2)$$

$$\left[\frac{-\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} \cos(\gamma t) + \frac{\alpha^2}{\gamma^2 + \alpha^2} \sin(\gamma t) + \frac{\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} e^{-\alpha^2 t} \right] \cos(\alpha x) \quad (3)$$

$$\left[\frac{-\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} \cos(\gamma t) + \frac{\alpha}{\gamma^2 + \alpha^2} \sin(\gamma t) + \frac{\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} e^{-\alpha^2 t} \right] \cos(\alpha x) \quad (4)$$

- ۹- پتانسیل الکترواستاتیک کراندار V در نیمه بالایی صفحه xy در معادله دیفرانسیل لاپلاس صدق می‌کند با شرایط مرزی $V(x, 0) = A_0$ به ازای $x > 0$ و $V(x, 0) = 2A_0$ به ازای $x < 0$. اگر نقاط $P = (1, 1)$ و $Q = (1, \sqrt{2})$ با مختصات دکارتی را در نظر بگیریم، اختلاف پتانسیل $V(Q) - V(P)$ کدام است؟ (A_0 ثابت)

$$(1) \frac{A_0}{24} \quad (2) \frac{A_0}{12} \quad (3) \frac{A_0}{8} \quad (4) \frac{A_0}{6}$$

- ۱۰- دمای مانای کراندار $T(u, v)$ در نیم صفحه $v \geq 0$ را چنان بیابید که بر قسمت $u < -1, v = 0$ از کرانه شرط $T = b$ ، و بر قسمت $u > 1, v = 0$ از کرانه شرط $T = a$ (و b ثابت حقیقی)، و پاره خط $-1 < u < 1, v = 0$ از کرانه نیم صفحه، عایق باشد؟

$$(1) \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{\pi} \operatorname{Arctan} \frac{v}{u}$$

$$(2) \frac{a+b}{2} + \frac{a-b}{2} \operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt{(u+1)^2 + v^2} - \sqrt{(u-1)^2 + v^2}}{2}$$

$$(3) \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{\pi} \operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt{(u+1)^2 + v^2} - \sqrt{(u-1)^2 + v^2}}{2}$$

$$(4) \frac{a+b}{2} + \frac{a-b}{\pi} \operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt{(u+1)^2 + v^2} - \sqrt{(u-1)^2 + v^2}}{2}$$

- ۱۱- اگر بسط به سری فوریه کسینوسی نیم دامنه تابع $f(x) = \sin x, 0 < x < \pi$ به صورت زیر باشد:

$$f(x) = \frac{2}{\pi} - \frac{2}{\pi} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(1 + \cos n\pi)}{n^2 - 1} \cos(nx)$$

آنگاه مقدار سری $\frac{1}{1^2 \times 3^2} + \frac{1}{3^2 \times 5^2} + \frac{1}{5^2 \times 7^2} + \dots$ کدام است؟

$$(1) \frac{\pi^2 - 8}{16} \quad (2) \frac{\pi^2 - 8}{8} \quad (3) \frac{\pi^2 - 8}{4} \quad (4) \frac{\pi^2 - 8}{2}$$

- ۱۲- اگر $P_n(x)$ به ازای هر عدد صحیح نامنفی n ، یک چند جمله‌ای لژاندر درجه n را نمایش دهد، آنگاه مقدار

$$I_k = \int_{-1}^1 (x^2 - 2x^3) P_{2k-1}(x) dx \quad (k \geq 1)$$

$$I_k = \begin{cases} 0, & k > 2 \\ \frac{1}{3}, & k = 2 \\ 0, & k = 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$I_k = \begin{cases} 0, & k = 1 \\ -\frac{2}{3}, & k = 2 \\ 0, & k > 2 \end{cases} \quad (2)$$

$$k \in \mathbb{N} \text{ به ازای هر } I_k = 0 \quad (4)$$

۱۳- اگر $\oint_C \frac{e^z dz}{(z^2 + 4)(z - 4)} = 2\pi i M$ ، که در آن C مرز دایره $|z| = 3$ در جهت مثبت است، در این صورت مقدار انتگرال

مذکور بر روی مرز $C_1: |z+1| + |z-1| = 4\sqrt{2}$ در جهت مثبت کدام است؟
 $2\pi i M$ (۱)

$$2\pi i \left(M + \frac{e^4}{20} \right) \quad (2)$$

$$2\pi i \left(M - \frac{e^4}{20} \right) \quad (3)$$

(۴) قضیه مانده را نمی‌توان در مورد انتگرال مذکور روی C_1 به کار برد.

۱۴- اگر توابع $u(x, t)$ و $v(x, t)$ جواب‌های مسائل مقدار اولیه - مرزی زیر باشند:

$$\begin{cases} u_{tt} - u_{xx} = 0, & 0 < x < \pi, t > 0 \\ u(x, 0) = 0 & t > 0 \\ u_t(x, 0) = a \cos \frac{x}{\pi} + b \sin \frac{x}{\pi} = \phi(x) \\ u(0, t) = at, u(\pi, t) = bt \end{cases} \quad \begin{cases} v_{tt} - v_{xx} = 0, & 0 < x < \pi, t > 0 \\ v(x, 0) = 0 \\ v_t(x, 0) = \phi(x) - a \left(1 - \frac{x}{\pi} \right) - \frac{x}{\pi} b \\ v(0, t) = 0 = v(\pi, t) \end{cases}$$

آنگاه $w(x, t) = u(x, t) - v(x, t)$ برابر کدام یک از گزینه‌هاست؟

$$at \left(1 - \frac{x}{\pi} \right) + bt \frac{x}{\pi} \quad (2)$$

$$a \left(1 - \frac{x}{\pi} \right) + b \frac{x}{\pi} \quad (1)$$

$$at \cos \frac{x}{\pi} + bt \sin \frac{x}{\pi} \quad (4)$$

$$at(\pi - x) + btx \quad (3)$$

۱۵- آیا می‌توان بریدگی‌های شاخه تابع $f(z) = \frac{\log(1+z^2)}{(3z-i)^2}$ را به گونه‌ای انتخاب کرد که انتگرال $I = \oint_C \frac{\log(1+z^2)}{(3z-i)^2} dz$

بر مرز $C: \left| z - \frac{i}{3} \right| = \frac{1}{3}$ در جهت مثبت، با استفاده از مانده قابل محاسبه باشد؟ اگر پاسخ مثبت است، مقدار انتگرال کدام است؟

$$(1) \text{ بریدگی‌های شاخه از نقاط } \pm i \text{ به سمت دور شدن از مبدأ، و } I = -\frac{\pi}{6}$$

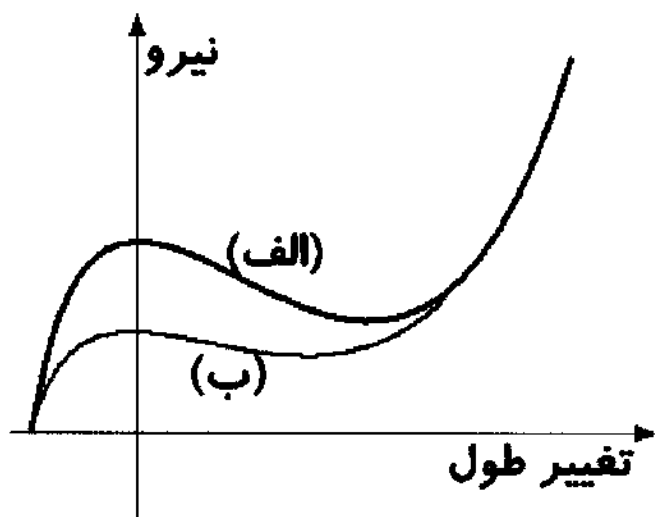
$$(2) \text{ بریدگی‌های شاخه از نقاط } \pm i \text{ به سمت دور شدن از مبدأ، و } I = -\frac{\pi}{3}$$

(۳) بریدگی‌های شاخه را نمی‌توان به طور مناسب اختیار کرد که انتگرال خواسته شده قابل محاسبه باشد.

(۴) بریدگی‌های شاخه را به هر ترتیبی انتخاب کنیم، انتگرال مذکور روی مرز داده شده با استفاده از مانده قابل محاسبه است.

- ۱۶- مدل ماکسول برای توصیف کدام ویژگی مواد بیولوژیک مناسب تر است؟
 (۱) خزش (۲) خستگی (۳) آسودگی تنش (۴) حلقه هیستریزس

- ۱۷- منحنی طول نیرو برای یک عضله در دو حالت الف و ب در شکل رسم شده است. حالت الف چه تفاوتی با ب دارد؟



- (۱) افزایش نیروی ویسکوز عضله
 (۲) افزایش نیروی انقباضی عضله
 (۳) افزایش نیروی الاستیک عضله
 (۴) افزایش تحریک مکانیکی عضله

- ۱۸- شخصی به وزن ۱۰۰۰ نیوتن بر روی صندلی نشسته و اندکی به جلو خم شده به قسمی که راستای نیروی وزن «تنه و دست‌ها» و «سر و گردن» او تا مفصل L4/L5 بترتیب ۲۰ و ۵۰ سانتیمتر فاصله دارد. اگر راستای نیروی عضلات اکستنسوری ستون فقرات تا مفصل L4/L5، ۶ سانتیمتر فرض شود، نیروی این عضلات چند نیوتن خواهد بود؟
 وزن «تنه و دست‌ها» و «سر و گردن» بترتیب ۶۸ و ۸ درصد وزن بدن می‌باشد.

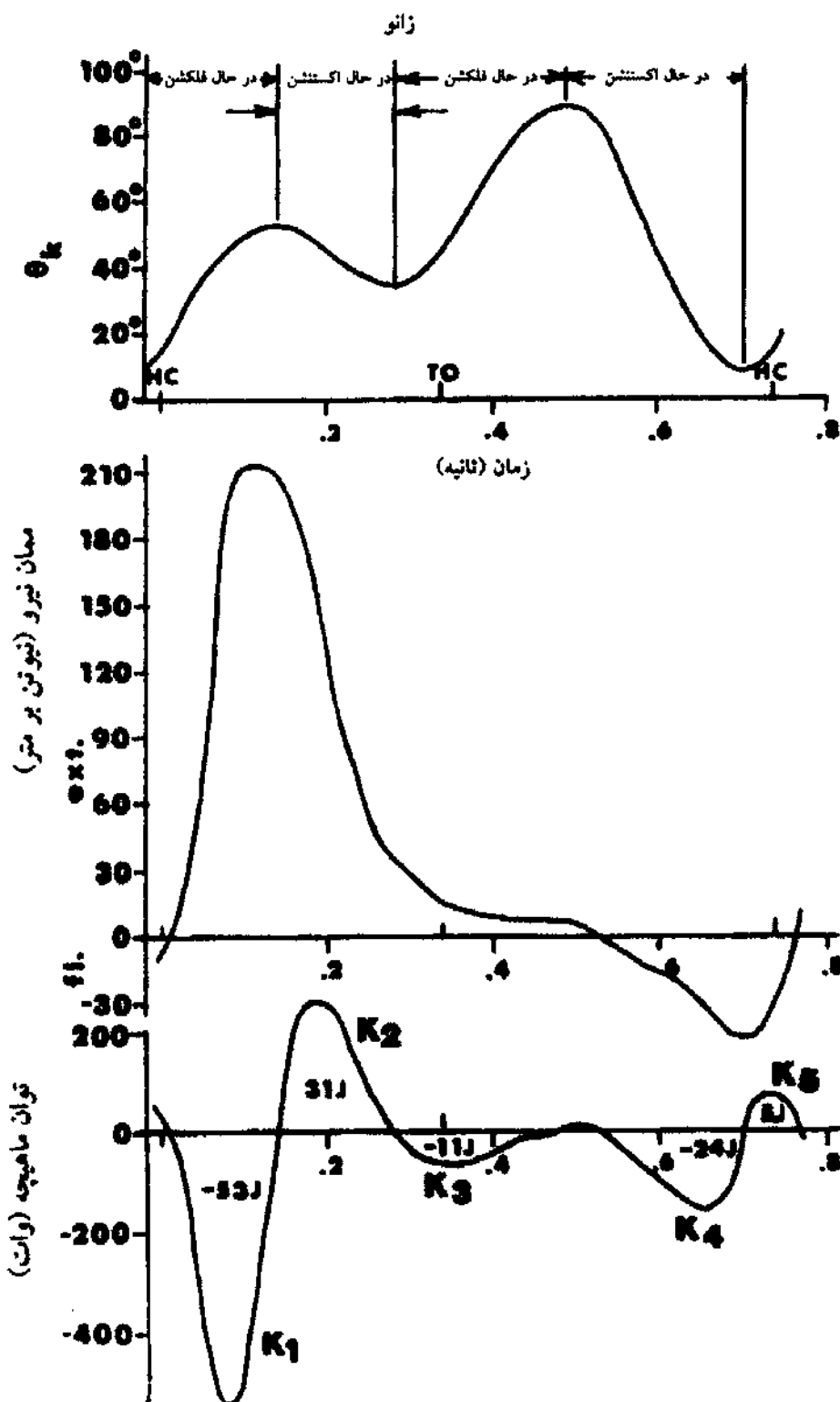
- (۱) ۲۹۳۳ (۲) ۳۹۳۳ (۳) ۴۹۳۳ (۴) ۵۹۳۳

- ۱۹- برای شخصی به وزن W و ارتفاع مرکز جرم h که ممان اینرسی بدن او حول نقطه اتصال به زمین I_s باشد، کدام معادله مبین شتاب مرکز ثقل است؟

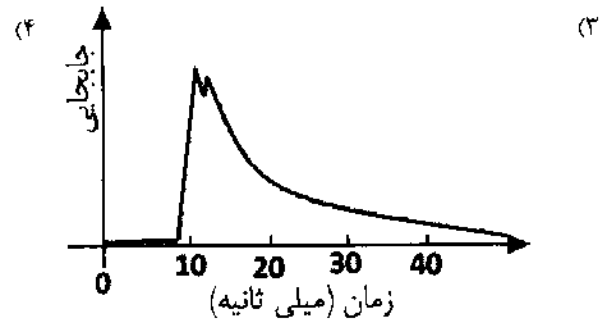
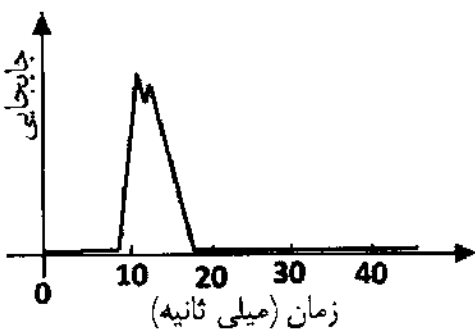
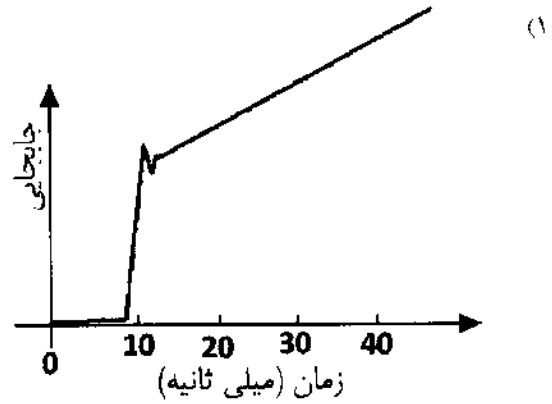
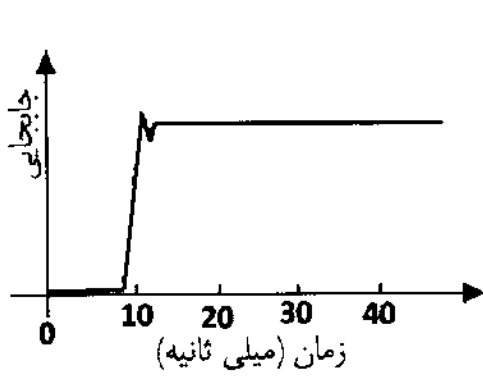
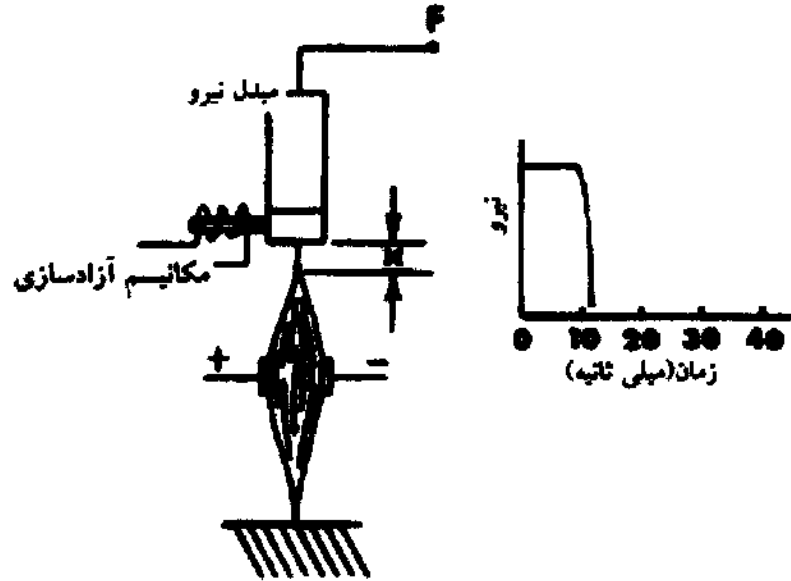
- (۱) $-h \times (COP-COM) / W / I_s$
 (۲) $-W \times (COP-COM) / h / I_s$
 (۳) $-W \times h \times (COP-COM) / I_s$
 (۴) $-W \times I_s \times (COP-COM) / h$

۲۰- نمودارهای زیر تغییرات زاویه، توان ماهیچه‌ای و گشتاور وارد بر مفصل زانو نسبت به زمان را نشان می‌دهد. در کدام وضعیت جذب انرژی توسط اکستنسورهای زانو قابل توجه است؟

K_1 (۴) K_2 (۳) K_3 (۲) K_4 (۱)



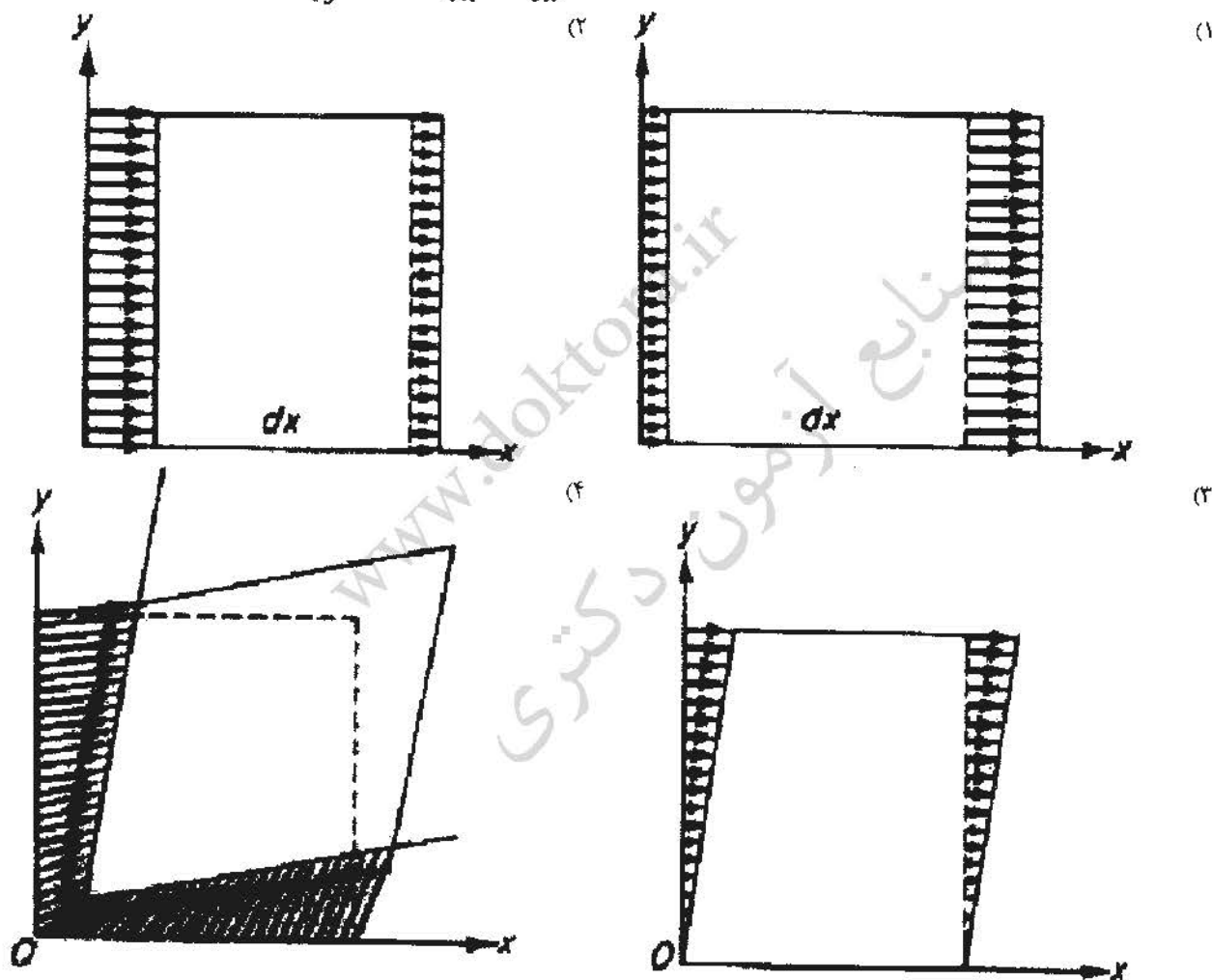
۲۱- در یک آزمایش به عضله نیروی F مطابق شکل وارد می‌شود. کدام گزینه جابجایی عضله را نشان می‌دهد؟



۲۲- تانسور کرنش Cauchy's infinitesimal برای یک المان مربعی دوبعدی در جابجایی‌های محدود u چقدر است؟

$$\begin{aligned} \varepsilon_{ij} &= \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) & (1) \\ \varepsilon_{ij} &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) & (2) \end{aligned}$$

۲۳- شکل پرفیل کرنش برای یک المان مربعی دوبعدی با شرایط $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial x} = 0$, $\frac{\partial u}{\partial y} > 0$ کدام گزینه است؟



۲۴- تانسور کرنش وارد بر جسمی مطابق زیر داده شده است. مقادیر C_1 تا C_5 ثابت هستند. اگر این جسم تحت یک شرایط نیرویی d به صورت $[0, -g, 0]$ قرار بگیرد، مولفه‌های بردار تانسور کرنش این جسم چه مقادیری خواهد شد؟

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} c_1 x_1 + c_2 x_2 & -c_4 x_1 - c_1 x_2 & 0 \\ -c_4 x_1 - c_1 x_2 & c_3 x_1 + c_4 x_2 + \rho g x_2 & 0 \\ 0 & 0 & c_5 \end{bmatrix}$$

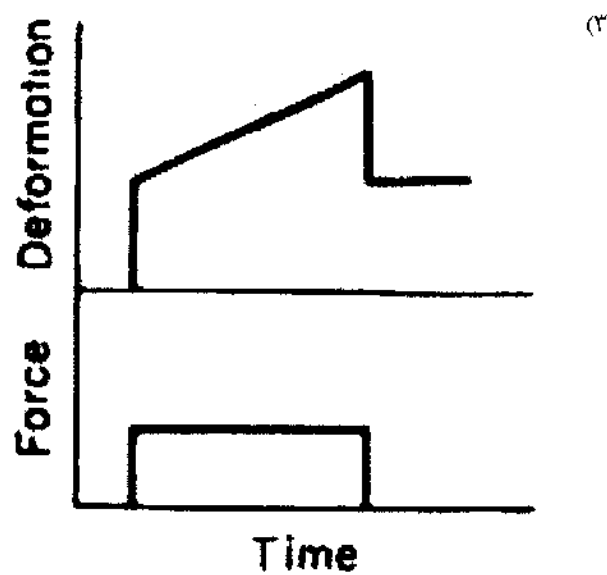
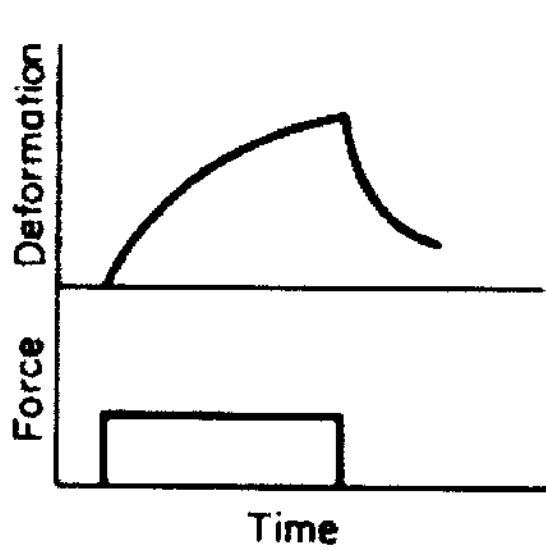
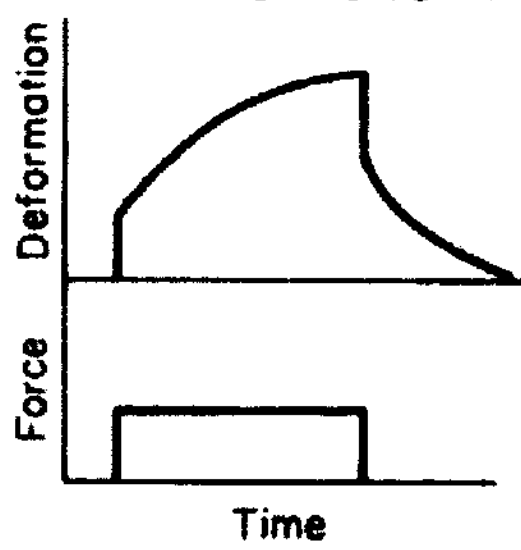
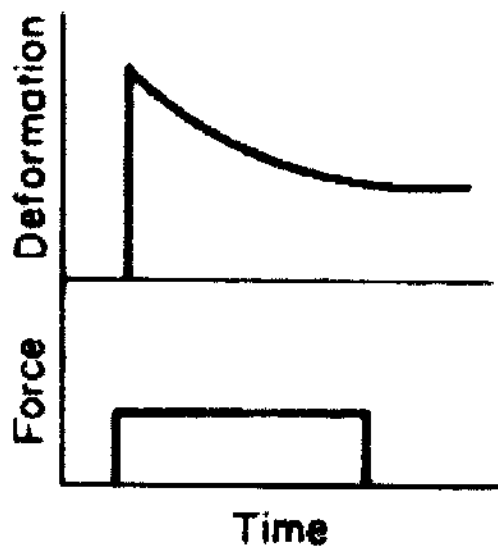
$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} A[x_2^2 + B(x_1^2 - x_2^2)] & -2ABx_1x_2 & 0 \\ -2ABx_1x_2 & A[B(x_1^2 + x_2^2)] & 2ABx_1x_2 \\ 0 & 2ABx_1x_2 & 0 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} A[x_2^2 + B(x_1^2 - x_2^2)] & -2ABx_1x_2 & 0 \\ -2ABx_1x_2 & A[B(x_1^2 + x_2^2)] & 2ABx_1x_2 \\ 0 & 2ABx_1x_2 & A[x_1^2 + B(x_2^2 - x_1^2)] \end{bmatrix} \quad (۲)$$

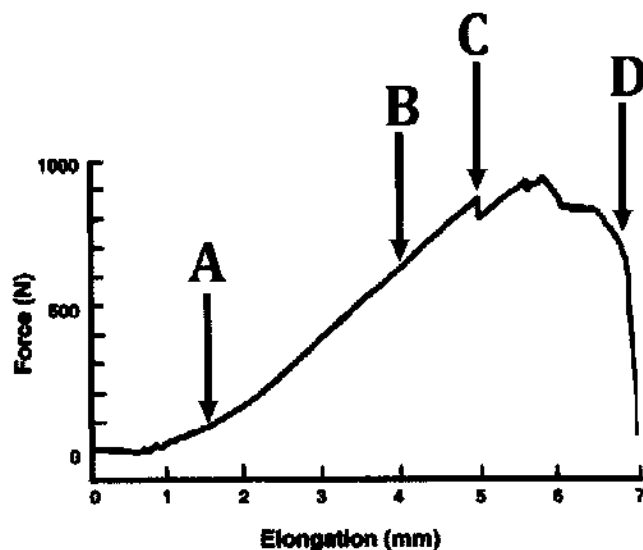
$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} A[x_2^2 + B(x_1^2 - x_2^2)] & -2ABx_1x_2 & 0 \\ -2ABx_1x_2 & A[B(x_1^2 + x_2^2)] & 0 \\ 0 & 0 & A[x_1^2 + B(x_2^2 - x_1^2)] \end{bmatrix} \quad (۳)$$

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} A[x_2^2 + B(x_1^2 - x_2^2)] & -2ABx_1x_2 & 0 \\ -2ABx_1x_2 & A[x_1^2 + B(x_2^2 - x_1^2)] & 0 \\ 0 & 0 & A[B(x_1^2 + x_2^2)] \end{bmatrix} \quad (۴)$$

۲۵- کدام منحنی، پاسخ جابجایی بر حسب زمان به نیروی پالسی در مدل Voigt است.



۲۶- یک قطعه لیگامان در دستگاه کشش مورد آزمون قرار گرفته و نتایج مطابق نمودار زیر ثبت شده است. در چه نقطه‌ای Microfailure شروع می‌شود؟



- (۱) A
(۲) B
(۳) C
(۴) D

۲۷- اندازه PCA برای یک عضله Pennate در صورتی که پنجاه درصد از نیروی تولیدی کار انجام دهد چند cm^2

است؟ (جرم فیبرهای عضلانی را برابر ۱۰۰ گرم، دانسیته عضله را $\frac{1}{0.56} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و طول عضله را ۱۵ cm در نظر

بگیرید.)

(۲) ۳/۱۵۶

(۱) ۰/۰۰۳۱۵۶

(۴) ۵/۴۶۷

(۳) ۴/۳۱۵

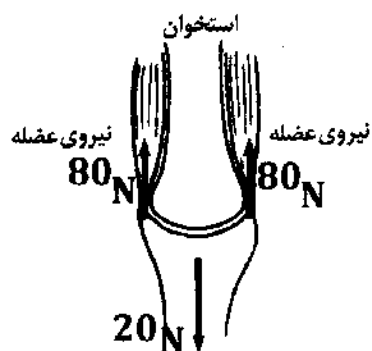
۲۸- در شکل زیر نیروی bone-on-bone چند نیوتن است؟ (شرایط سکون حاکم است.)

(۱) ۲۰

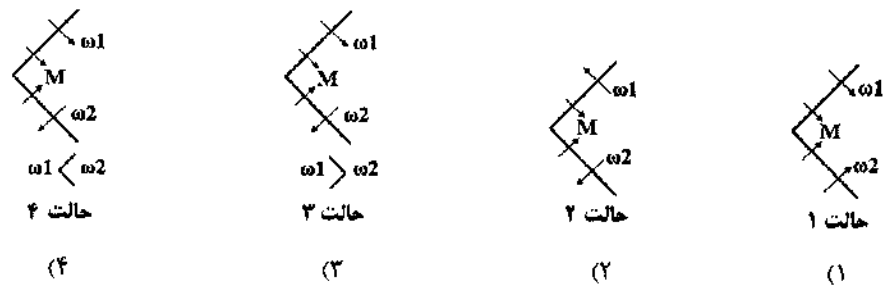
(۲) ۱۰۰

(۳) ۱۴۰

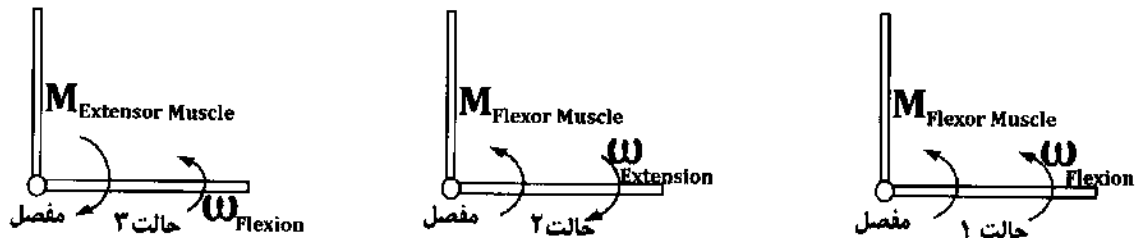
(۴) ۱۶۰



۲۹- در کدام یک از حالات زیر انرژی مکانیکی تولید و انتقال داده می‌شود؟



۳۰- کدام یک از حالات زیر eccentric contraction را نشان می‌دهد؟



(۴) حالات ۲ و ۳

(۳) حالت ۳

(۲) حالت ۲

(۱) حالت ۱

۳۱- شعاع بهینه یک رگ خونی R و طول آن L است. اگر میزان اتلاف انرژی حاصل از جریان خون توسط متابولیسم را برابر $k\pi RL$ که در آن k مقدار ثابت است در نظر بگیریم، R چه رابطه‌ای با دبی جریان عبوری دارد؟

$$R = \left(\frac{32\mu}{k\pi^2} \right)^{\frac{1}{6}} \cdot Q^{\frac{1}{3}} \quad (۲)$$

$$R = \left(\frac{16\mu}{k\pi^2} \right)^{\frac{1}{6}} \cdot Q^{\frac{1}{3}} \quad (۱)$$

$$R = \left(\frac{32\mu}{k\pi^2} \right)^{\frac{1}{5}} \cdot Q^{\frac{2}{5}} \quad (۴)$$

$$R = \left(\frac{16\mu}{k\pi^2} \right)^{\frac{1}{5}} \cdot Q^{\frac{2}{5}} \quad (۳)$$

۳۲- رابطه دبی جریان غیر نیوتنی خون با استفاده از مدل توانی $\tau = m\dot{\gamma}^n$ در یک رگ با دیواره صلب به شعاع داخلی R به چه صورت است؟

$$Q = \pi \left(\frac{n}{n+3} \right) \left(-\frac{\Delta P}{2mL} \right)^{\frac{2n}{n+1}} R^{\frac{(n+3)}{n}} \quad (۲)$$

$$Q = \pi \left(\frac{n}{n+3} \right) \left(-\frac{\Delta P}{2mL} \right)^{\frac{1}{n}} R^{\frac{(n+3)}{n}} \quad (۱)$$

$$Q = \pi \left(\frac{n}{2n+1} \right) \left(-\frac{\Delta P}{2mL} \right)^{\frac{2n}{n+1}} R^{\frac{(2n+1)}{n}} \quad (۴)$$

$$Q = \pi \left(\frac{n}{2n+1} \right) \left(-\frac{\Delta P}{2mL} \right)^{\frac{1}{n}} R^{\frac{(2n+1)}{n}} \quad (۳)$$

۳۳- در یک رگ به طول L ، شعاع R_o و ضخامت h و مدول الاستیسیته E رابطه دبی جریان لایه‌ای با افت فشار با استفاده از تئوری استوانه جدار نازک به چه صورت خواهد بود؟

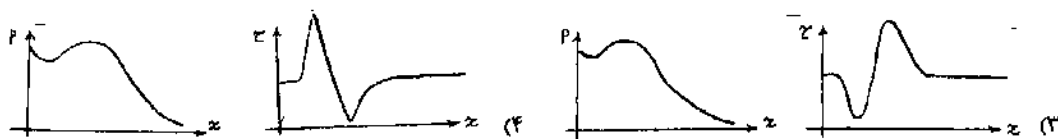
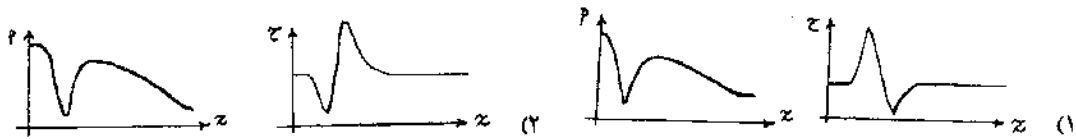
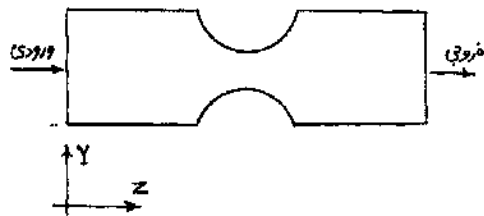
$$Q = -\frac{\pi R_o^3 E h}{4 \mu L} \left\{ \left[1 - \frac{R_o}{E h} P(L) \right]^{-2} - \left[1 - \frac{R_o}{E h} P(0) \right]^{-2} \right\} \quad (۱)$$

$$Q = -\frac{\pi R_o^3 E h}{4 \mu L} \left\{ \left[1 - \frac{R_o}{E h} P(L) \right]^{-2} - \left[1 - \frac{R_o}{E h} P(0) \right]^{-2} \right\} \quad (۲)$$

$$Q = -\frac{\pi R_o^3 E h}{4 \mu L} \left\{ \left[1 - \frac{R_o}{E h} P(L) \right]^{-2} - \left[1 - \frac{R_o}{E h} P(0) \right]^{-2} \right\} \quad (۳)$$

$$Q = -\frac{\pi R_o^3 E h}{4 \mu L} \left\{ \left[1 - \frac{R_o}{E h} P(L) \right]^{-2} - \left[1 - \frac{R_o}{E h} P(0) \right]^{-2} \right\} \quad (۴)$$

۳۴- کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند نشان دهنده تغییرات تنش برشی روی دیواره و تغییرات فشار در جهت حرکت جریان در رگ با گرفتگی به شکل زیر باشد؟



۳۵- در جریان عبور سلول با قطر dc از داخل رگ‌های خونی با قطر dt کدام گزینه صحیح است؟

(۱) طبق نظریه سوترا در مویرگها با کاهش قطر رگ ویسکوزیته افزایش می‌یابد و رابطه زیر برقرار است.

$$\mu_{app} = \frac{\mu}{\left(1 + \frac{dt}{2dc}\right)^2}$$

(۲) طبق نظریه عکس اثر فاریوس لندکویست در رگها با کاهش قطر رگ ویسکوزیته افزایش می‌یابد و رابطه زیر برقرار است.

$$\mu_{app} = \frac{\mu}{\left(1 + \frac{dt}{dc}\right)^2}$$

(۳) طبق نظریه فاریوس لندکویست در رگها با کاهش قطر رگ ویسکوزیته کاهش می‌یابد و رابطه زیر برقرار است.

$$\mu_{app} = \frac{\mu}{\left(1 + \frac{2dc}{dt}\right)^2}$$

(۴) طبق نظریه سوترا در مویرگها با قطر کوچکتر از قطر سلول با کاهش قطر رگ ویسکوزیته کاهش می‌یابد و رابطه زیر برقرار است.

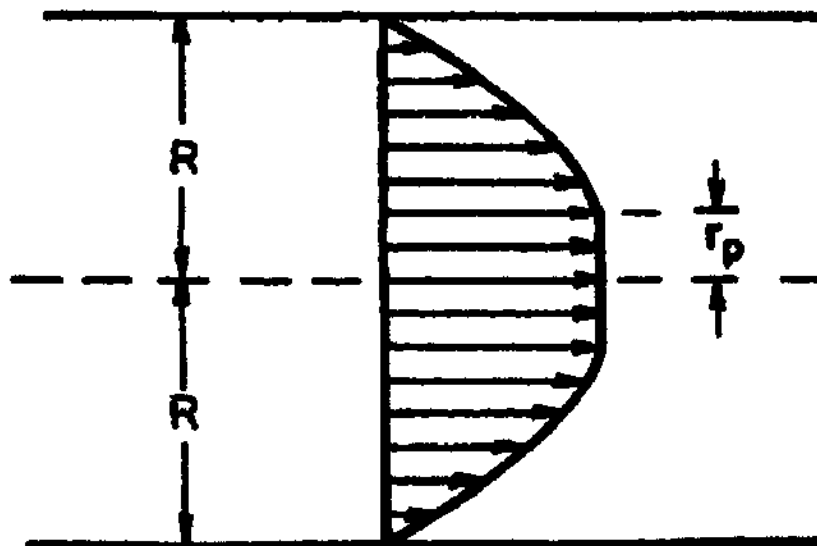
$$\mu_{app} = \frac{\mu}{\left(1 + \frac{dc}{dt}\right)^2}$$

۳۶- بر اساس مدل کیسون (Casson Model) کدام رابطه بیانگر تغییرات نرخ کرنش است؟

$$\begin{aligned} \sqrt{\dot{\gamma}} &= \frac{1}{\mu} (\tau + \tau_0 + 2\sqrt{\tau \times \tau_0}) & (۲) \quad \sqrt{\dot{\gamma}} &= \frac{1}{\mu} (\tau + \tau_0 - 2\sqrt{\tau \times \tau_0}) & (۱) \\ \dot{\gamma} &= \frac{1}{\mu} (\tau + \tau_0 + 2\sqrt{\tau \times \tau_0}) & (۴) \quad \dot{\gamma} &= \frac{1}{\mu} (\tau + \tau_0 - 2\sqrt{\tau \times \tau_0}) & (۳) \end{aligned}$$

۳۷- پرفیل سرعت یک سیال غیر نیوتنی در هنگام عبور از یک لوله استوانه‌ای توخالی مطابق شکل زیر است. بر اساس مدل

کیسون (Casson Model) دبی عبوری سیال چه میزان است؟ $C_p = \frac{r_p}{R}$



$$\frac{\pi P}{8\mu} R^4 \left(1 - \frac{16}{7} C_p^{\frac{1}{2}} + \frac{4}{3} C_p - \frac{1}{21} C_p^4 \right) \quad (1)$$

$$\frac{\pi P}{8\mu} R^4 \left(1 - \frac{16}{7} C_p^{\frac{1}{2}} + \frac{4}{3} C_p + \frac{1}{21} C_p^4 \right) \quad (2)$$

$$\frac{\pi P}{8\mu} R^4 \left(1 + \frac{16}{7} C_p^{\frac{1}{2}} + \frac{4}{3} C_p - \frac{1}{21} C_p^4 \right) \quad (3)$$

$$\frac{\pi P}{8\mu} R^4 \left(1 + \frac{16}{7} C_p^{\frac{1}{2}} + \frac{4}{3} C_p + \frac{1}{21} C_p^4 \right) \quad (4)$$

۲۸- در تحلیل تبادل جرم در یک سیستم دیالیز خون، کدام شرط مرزی اعتبار ندارد؟

$$D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial c}{\partial r} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right) = \frac{\partial c}{\partial t} + v \frac{\partial c}{\partial z}$$

$c(r, z, t)$ is the concentration of urea in the blood

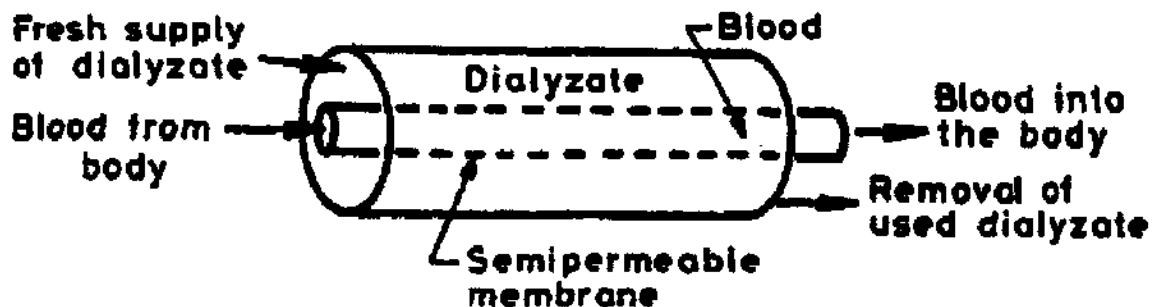
$v(r, t)$ is the velocity in the fully-developed flow

$$\frac{\partial c}{\partial r} = 0 \quad \text{at } r = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial c}{\partial r} = 0 \quad \text{at } r = R \quad (2)$$

$$c = c_{in} \quad \text{at } z = 0, \quad 0 \leq r \leq R \quad (3)$$

$$-D \frac{\partial c}{\partial r} = P(c - c_d) \quad \text{at } r = R \quad (4)$$



۲۹- اگر هماتوکریت یک بیمار ۴۵ درصد و در هر میلیتر مکعب از خون او ۵ میلیون RBC موجود باشد، MCV او چند میکرو

متر مکعب می باشد؟ (MCV = Mean Corpuscular Volume)

۱۱۰۰۰ (۴)

۹۰۰۰ (۳)

۱۱۰ (۲)

۹۰ (۱)

۴۰- سطح مقطع رگ به شعاع اولیه r_0 ، فشار اولیه P_0 و ضخامت اولیه h_0 در فشار P چه مقدار خواهد بود؟

$$A_0 \left[1 - \frac{(P - P_0) 2r_0}{E h_0} \right] \quad (2)$$

$$A_0 \left[1 - \frac{(P - P_0) 2h_0}{E r_0} \right] \quad (1)$$

$$A_0 \left[1 - \frac{(P - P_0) 2r_0}{E h_0} \right]^{-1} \quad (4)$$

$$A_0 \left[1 - \frac{(P - P_0) 2h_0}{E r_0} \right]^{-1} \quad (3)$$

۴۱- برای تبیین خصوصیات جریان ضربانی از عدد بی بعد وومرزلی ($\alpha = \text{Womersley Number}$) استفاده می‌شود. مقدار این عدد از چه رابطه‌ای بدست می‌آید؟

$$\begin{array}{llll} (۱) & \frac{d\rho\omega}{\mu} & (۲) & \frac{d\rho\omega}{2\mu} \\ (۳) & d\sqrt{\frac{\rho\omega}{\mu}} & (۴) & \frac{d}{2}\sqrt{\frac{\rho\omega}{\mu}} \end{array}$$

۴۲- عدد پکنت برای کدام ماده بیشتر است؟

(۱) اکسیژن (۲) سلول (۳) گلوکز (۴) ویروس

۴۳- ویسکوزیته ظاهری برای جریان خون عبوری از مجرای استوانه‌ای به قطر $2R$ با فرض لایه‌های مرکزی (به قطر 2δ و ویسکوزیته μ_c) و محیطی (با ویسکوزیته μ_p) چه مقدار خواهد بود؟

$$\begin{array}{ll} (۱) & \frac{\mu_c}{1 + 4\frac{\delta}{R}\left[1 - \frac{\mu_c}{\mu_p}\right]} \\ (۲) & \frac{\mu_c}{1 + \frac{\delta}{R}\left[\frac{\mu_c}{\mu_p} - 1\right]} \\ (۳) & \frac{\mu_c}{1 + 4\frac{\delta}{R}\left[\frac{\mu_c}{\mu_p} - 1\right]} \\ (۴) & \frac{\mu_c}{1 + \frac{\delta}{R}\left[1 - \frac{\mu_c}{\mu_p}\right]} \end{array}$$

۴۴- سیال عبوری از یک مجرای صلب استوانه‌ای به جرم حجمی ρ ، قطر D_1 و فشار P_1 هنگام عبور از دریچه به قطر D_0 بدلیل رفتار سیال فضای کوچکتری به قطر D_2 با فشار P_2 برای عبور در اختیار خواهد داشت. در این حالت مجذور سرعت متوسط مقطع ۲ به چه میزان است؟

$$\begin{array}{llll} (۱) & \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho\left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right) - 1\right]^2} & (۲) & \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)\right]^2} \\ (۳) & \frac{(P_1 - P_2)}{\rho\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)\right]^2} & (۴) & \frac{(P_1 - P_2)}{\rho\left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right) - 1\right]^2} \end{array}$$

۴۵- کدام منحنی نشان دهنده تغییرات هماتوکریت ورودی به مویرگ از رگ اصلی است.

