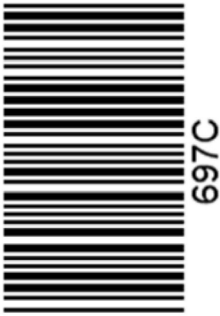


کد کنترل

697

C



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

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قله بود.»  
مقام معظم رهبری

عصر جمعه  
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

## آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۳

### مهندسی مکانیک (۱) (کد ۲۳۲۱)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۷۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضیات مهندسی	۱۵	۱	۱۵
۲	آنالیز شکل‌دادن فلزات - متالورژی در تولید - ابزارشناسی و ماشین‌کاری پیشرفته	۳۰	۱۶	۴۵
۳	مکانیک محیط پیوسته - تئوری الاستیسیته	۳۰	۴۶	۷۵

این آزمون، نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالها و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

ریاضیات مهندسی:

۱- با استفاده از سری فوریه تابع  $f(x) = x(\pi^2 - x^2)$  در بازه  $[-\pi, \pi]$ ، مقدار  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n\pi)^6}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{8}{315}$

(۲)  $\frac{8}{945}$

(۳)  $\frac{1}{315}$

(۴)  $\frac{1}{945}$

۲- فرض کنید تابع فرد  $f$  جواب معادله  $\int_0^{\infty} (x \cos(\omega x) + 2 \sin(\omega x)) f(x) dx = 0$  باشد. اگر  $f(1) = 1$ ، آنگاه مقدار

$f(2)$  کدام است؟

(۱)  $\frac{8}{5}$

(۲)  $\frac{5}{4}$

(۳)  $\frac{4}{5}$

(۴)  $\frac{5}{8}$

۳- فرض کنید  $F(\omega)$  تبدیل فوریه تابع  $f(x) = \begin{cases} 1 & |x| < a \\ 0 & |x| > a \end{cases}$  باشد. اگر مساحت سطح زیر منحنی تابع  $F^2(x)$  در  $\mathbb{R}$

برابر  $16\pi$  باشد، آنگاه مقدار  $a$  کدام است؟  $\left( F\{f(x)\} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-i\omega x} dx \right)$

(۱) ۱۶

(۲) ۸

(۳) ۴

(۴) ۲

۴- فرض کنید  $u(x, y)$  جواب معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی  $u_x + (1-y^2)u_y = (1-y^2)(u+1)$  باشد. اگر  $u(x, 0) = x-1$  باشد، آنگاه مقدار  $u(1, \frac{1}{4})$  کدام است؟

(۱)  $1 - e^{\frac{1}{2}}(1 - \ln \sqrt{3})$

(۲)  $1 - e^{\frac{1}{2}}(1 - \ln 3)$

(۳)  $-1 + e^{\frac{1}{2}}(1 - \ln \sqrt{3})$

(۴)  $-1 + e^{\frac{1}{2}}(1 - \ln 3)$

۵- مقدار  $u(7, 4)$  از جواب مسئله ارتعاش زیر، کدام است؟

$$\begin{cases} u_{tt} = 4 u_{xx}; x > 0, t > 0 \\ u(x, 0) = \begin{cases} 3x - 4 & 0 \leq x \leq 2 \\ 0 & x > 2 \end{cases} \\ u_t(x, 0) = \begin{cases} -5x + 7 & 0 \leq x < 1 \\ 2 & x \geq 1 \end{cases} \\ u(0, t) = 2t, t \geq 0 \end{cases}$$

(۱)  $\frac{15}{2}$   
 (۲)  $\frac{17}{2}$   
 (۳) ۱۱  
 (۴) ۱۲

۶- فرض کنید  $u(x, y, t)$  تبدیل لاپلاس جواب  $v(x, y, s) = \sum_{n=1}^{\infty} (a_n e^{\beta_n(s)y} + b_n e^{-\beta_n(s)y} + \gamma_n(s)) \sin(nx)$  از مسئله زیر باشد.  $\beta_n(s)$  کدام است؟

$$\begin{cases} u_t - 4(u_{xx} + u_{yy}) = t; (x, y) \in D = (0, \pi) \times (0, \pi), t > 0 \\ u(x, y, 0) = 0; (x, y) \in \bar{D} \\ u(x, y, t) = 0; (x, y) \in \partial D, t \geq 0 \end{cases}$$

(۱)  $\pm \frac{1}{2} \sqrt{4n^2 + s}$   
 (۲)  $\pm \frac{1}{2} \sqrt{n^2 + \frac{s}{4}}$   
 (۳)  $\pm \sqrt{2n + s}$   
 (۴)  $\pm \sqrt{n + \frac{s}{2}}$

۷- مسئله زیر دارای جواب کران دار است. مقدار  $A + B$  کدام است؟

$$\begin{cases} u_{xx} + u_{yy} = \begin{cases} x - 2y & 0 < x \leq 1 \\ Ax & x > 1 \end{cases} \\ u(x, 0) = \begin{cases} 2x - 4 & 0 < x < \pi \\ B & x > \pi \end{cases} \\ u(x, \pi) = 0 \\ u_x(0, y) = 6y(\pi - y) \end{cases}$$

(۱) ۱۲  
 (۲) ۶  
 (۳) صفر  
 (۴) -۱۲

۸- اگر  $f(z = x + iy) = u(x, y) + iv(x, y)$  و  $g(z) = v(x, y) + iu(x, y)$  در حوزه  $D$ ، توابع تحلیلی باشند، آنگاه

کدام مورد همواره درست است؟

(۱)  $f$  یک تابع ثابت است.

(۲) برد تابع  $f$  روی دایره قرار می‌گیرد.

(۳)  $|f|$  ممکن است بی‌کران شود.

(۴)  $|f|$  تابعی کران‌دار بر حسب  $x$  و  $y$  است.

۹- سری لوران تابع  $f(z) = \frac{1}{z^2 - 4}$  حول  $z = 2$  در ناحیه  $|z - 2| > 4$ ، کدام است؟

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-4)^n}{(z-2)^{n+2}} \quad (1)$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{4^n}{(z-2)^{n+2}} \quad (2)$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(z-2)^{n-1}}{4^{n+1}} \quad (3)$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (z-2)^{n-1}}{4^{n+1}} \quad (4)$$

۱۰- مقدار  $\int_0^{2\pi} \frac{\sin \theta + 1}{\cos \theta + 2} d\theta$  کدام است؟

$$\frac{4\sqrt{3}}{3} \pi \quad (1)$$

$$\sqrt{3} \pi \quad (2)$$

$$\frac{2\sqrt{3}}{3} \pi \quad (3)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} \pi \quad (4)$$

۱۱- مقدار  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin(ax) dx}{x(x^2 + 1)^2}$  با فرض  $a \neq 0$ ، کدام است؟

$$2\pi \left( 1 + \frac{a+2}{4} e^{-a} \right) \quad (1)$$

$$\pi \left( 1 + \frac{a+2}{2} e^{-a} \right) \quad (2)$$

$$2\pi \left( 1 - \frac{a+2}{4} e^{-a} \right) \quad (3)$$

$$\pi \left( 1 - \frac{a+2}{2} e^{-a} \right) \quad (4)$$



۱۲- کدام ناحیه از صفحه مختلط  $z = x + iy$  تحت نگاشت  $w = \frac{1}{z}$  به درون نیم‌دایره فوقانی  $u^2 + v^2 = 1$  در

صفحه  $w = u + iv$  تبدیل می‌شود؟

(۱)  $x < -1, y > 0$

(۲)  $x < -1, y < 0$

(۳)  $x > 1, y > 0$

(۴)  $x > 1, y < 0$

۱۳- فرض کنید  $w = w(z)$  یک نگاشت دوخطی (موبیوس) باشد که نقاط  $1$  و  $1+i$  و صفر را از صفحه  $z$  به ترتیب به نقاط

$i$  و  $-i$  و  $1$  در صفحه  $w$  می‌نگارد. مقدار  $w(1-i)$  کدام است؟

(۱)  $2+i$

(۲)  $2-i$

(۳)  $1+2i$

(۴)  $1-2i$

۱۴- مقدار  $\oint_{|z|=2} \tanh(z) dz$  کدام است؟

(۱)  $-2\pi i$

(۲) صفر

(۳)  $2\pi i$

(۴)  $4\pi i$

۱۵- مانده تابع  $f(z) = \frac{\sqrt{z}}{1-z}$  در شاخه  $3\pi < \arg z < 5\pi$ ، در نقطه  $z = 1$ ، کدام است؟

(۱)  $-2\pi i$

(۲)  $-1$

(۳)  $1$

(۴)  $2\pi i$

آنالیز شکل دادن فلزات - متالورژی در تولید - ابزارشناسی و ماشین‌کاری پیشرفته:

۱۶- در تحلیل بازگشت فنری، با استفاده از کدام یک از قوانین سیلان (Flow Rule) نتایج دقیق‌تر حاصل می‌شود؟

(۱) رابطه لوی میسس (Levy-Mises) (۲) رابطه پرانتال روس (Prandtl-Ruess)

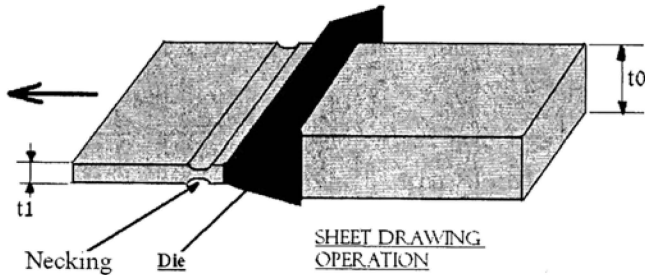
(۳) رابطه هنکی (Deformation Theory) (۴) هیچ کدام

۱۷- اگر در فرایند کشش سیم، ۲۰٪ کاهش سطح مقطع رخ دهد، مقدار کرنش طولی چه میزان خواهد بود؟

(۱)  $1 - \ln\left(\frac{1}{8}\right)$  (۲)  $1 - \ln\left(\frac{1}{10}\right)$

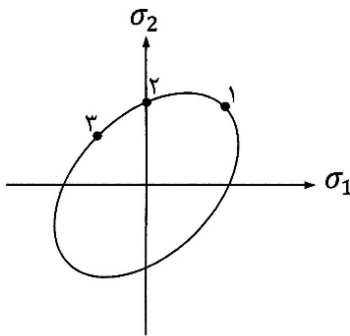
(۳)  $\ln\left(\frac{1}{8}\right)$  (۴)  $\ln\left(\frac{1}{10}\right)$

۱۸- شکل زیر یک فرایند شکل دهی در دمای بالا را نشان می دهد که در آن یک ورق ضخیم از درون قالب کشیده شده تا ضخامت آن تقلیل یابد. در ابتدا برای عبور ورق از قالب، یک لبه را به وسیله ماشین کاری به ضخامت  $t_1$  نازک کرده و پس از عبور آن از قالب با اعمال کشش و تغییر شکل پلاستیک، ورق به صورت یکنواخت تغییر ضخامت می دهد. از معایبی که در این عملیات می توان نام برد به وجود آمدن گلوبی (Necking) در منطقه خروج از قالب است. اگر رفتار ماده از رابطه  $\sigma = C \dot{\epsilon}^m$  تبعیت کند که در آن  $\dot{\epsilon}$  نرخ کرنش است، برای کاهش عیب گلوبی،  $m$  و سرعت کششی به ترتیب باید چگونه تغییر کنند؟



- (۱) افزایش - کاهش
- (۲) کاهش - کاهش
- (۳) افزایش - افزایش
- (۴) کاهش - افزایش

۱۹- نمایش گرافیکی دویعدی مکان هندسی تسلیم در معیار فون میزز در شکل زیر نمایش داده شده است. برای به دست آوردن



هریک از نقاط مشخص شده، چه نوع آزمونی باید انجام شود؟

- (۱) ۱- کشش دومیحوره، ۲- کشش تک محوره، ۳- برش
- (۲) ۱- کشش دومیحوره، ۲- فشار تک محوره، ۳- برش
- (۳) ۱- برش، ۲- کشش تک محوره، ۳- فشار دومیحوره
- (۴) ۱- کشش دومیحوره، ۲- کشش تک محوره، ۳- کشش دومیحوره

۲۰- کدام مورد در خصوص منحنی حد شکل دهی درست است؟

- (۱) با افزایش توان کارسختی، شیب منحنی در ناحیه کشش دومیحوری نیز افزایش می یابد.
- (۲) در تمامی حالات بارگذاری، خرابی نمونه بعد از گلوبی موضعی رخ می دهد.
- (۳) کمترین میزان کرنش مربوط به بارگذاری کششی تک محوری است.
- (۴) با افزایش زبری ورق، مقادیر کرنش های حادی کاهش پیدا می کند.

۲۱- در فرایندهای شکل دهی ورق، مقادیر ضرایب کرنش و تنش، به ترتیب در چه محدوده ای ممکن است، تغییر کنند؟

- (۱) ۱ تا ۲ و ۱ تا  $\infty$
- (۲) ۲ تا ۱ و ۱ تا ۲
- (۳) ۲ تا  $-\infty$  و ۱ تا  $-\infty$
- (۴)  $-\infty$  تا ۱ و  $-\infty$  تا ۱

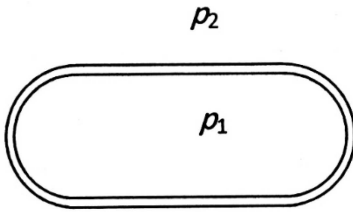
۲۲- رابطه تنش کرنش یک ماده از قانون  $\bar{\sigma} = k \bar{\epsilon}^n$  تبعیت می کند. کرنش مهندسی ناپایداری در کشش تک محوره (گلوبی شدن) کدام است؟

- (۱)  $\bar{\epsilon} = n$
- (۲)  $\bar{\epsilon} = \frac{n}{n-1}$
- (۳)  $\bar{\epsilon} = \frac{n}{1-n}$
- (۴)  $\bar{\epsilon} = n-1$

۲۳- مقدار حداکثر نیروی فرایند در کدام روش، کمترین مقدار را دارا است؟

- (۱) اکستروژن هیدرواستاتیک
- (۲) اکستروژن غیرمستقیم
- (۳) اکستروژن مستقیم
- (۴) اکستروژن جانبی

۲۴- ظرف استوانه‌ای جدار نازک با قطر  $D$  و ضخامت  $t$ ، تحت فشار داخلی  $p_1$  و فشار خارجی  $p_2$  قرار دارد. فرض می‌شود که فشار خارجی  $p_2$  در تنش طولی ظرف سهمی ندارد و  $p_2 = r p_1$ ،  $r \geq 1$  است. ظرف تحت شرایط  $p_1 = p_0$  و  $p_2 = 0$  شروع به تسلیم می‌کند. فشار حدی  $p_1 = P_y$  که در آن ظرف شروع به تسلیم می‌کند بر حسب  $P_0$  و  $r$  طبق معیار تسلیم ترسکا کدام است؟



$$(1) \frac{p_0}{r}$$

$$(2) \frac{p_0}{1-r}$$

$$(3) \frac{p_0}{1-2r}$$

$$(4) \frac{p_0}{r - \frac{1}{2}}$$

۲۵- مقدار کارپذیری در فرایندهای شکل‌دهی حجمی به کدام عامل بستگی ندارد؟

(۱) دمای قالب در فرایند ایزوترمال و تنش هیدرواستاتیک

(۲) جنس فلز و دمای قالب در فرایند ایزوترمال

(۳) ظرفیت پرس و سرعت حرکت سنبه

(۴) نرخ کرنش و حالت تنش

۲۶- بیشترین و کمترین بازه دمایی عملیات حرارتی فولادها به ترتیب مربوط به کدام فرایندها است؟

(۱) همگن‌سازی و بازیابی

(۲) نرمالیزه‌کردن و بازیابی

(۳) همگن‌سازی و تنش‌گیری

(۴) نرمالیزه‌کردن و تنش‌گیری

۲۷- با افزایش اندازه دانه، استحکام تسلیم، چقرمگی، استحکام خزشی و سختی به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

(۱) کاهش، افزایش، کاهش و کاهش

(۲) افزایش، کاهش، کاهش و افزایش

(۳) افزایش، افزایش، افزایش و افزایش

(۴) کاهش، کاهش، کاهش و کاهش

۲۸- صفحات فشرده اتمی در ساختارهای بلوری زیر کدام است؟

(۱) در BCC برابر با  $(100)$ ، در FCC برابر با  $(111)$  و در HCP برابر با  $(0001)$  است.

(۲) BCC صفحه فشرده اتمی ندارد، در FCC برابر با  $(111)$  و در HCP برابر با  $(0001)$  است.

(۳) در BCC برابر با  $(111)$ ، FCC صفحه فشرده اتمی ندارد و در HCP برابر با  $(0001)$  است.

(۴) در BCC برابر با  $(111)$  است، در FCC برابر با  $(100)$ ، HCP صفحه فشرده اتمی ندارد.

۲۹- هدف از عملیات ترمودینامیکی و تأثیر کنترل فرایند بر ریزساختار و خواص مکانیکی فولاد کدام مورد می‌باشد؟

(۱) افزایش سختی و استحکام در فرایند تولید فولاد و کاهش هزینه‌ها

(۲) ریزکردن دانه‌ها با کنترل تکامل ریزساختار برای بهبود استحکام و چقرمگی شکست

(۳) افزایش استحکام با مکانیزم کار سختی و تغییر ریزساختار با کنترل بازپخت

(۴) کاهش نیروی لازم در فرایند شکل‌دهی با افزایش دما و بهبود شکل‌پذیری فولاد

۳۰- کدام گزاره در جوشکاری فولادهای زنگ نزن درست است؟

(۱) حلالیت هیدروژن در ساختار آستنیتی بالا است، لذا احتمال ترک‌خوردگی سرد در فولادهای زنگ نزن آستنیتی پایین است.

(۲) حلالیت گوگرد در ساختار آستنیتی پایین است، لذا احتمال ترک‌خوردگی گرم در فولادهای زنگ نزن آستنیتی پایین است.

(۳) حلالیت هیدروژن در ساختار آستنیتی بالا است، لذا احتمال ترک‌خوردگی سرد در فولادهای زنگ نزن آستنیتی بالا است.

(۴) به دلیل حلالیت بالای گوگرد و هیدروژن در آستنیت، احتمال ترک‌خوردگی گرم و سرد در فولادهای زنگ نزن آستنیتی بالا است.

- ۳۱- شرایط سوپرپلاستیسیته در مواد کدام است؟  
 (۱) حساسیت به نرخ کرنش بالا، دمای شکل دهی پایین تر از تبلور مجدد، درشت دانه بودن  
 (۲) حساسیت به نرخ کرنش پایین، دمای بالاتر از تبلور مجدد، درشت دانه بودن  
 (۳) حساسیت به نرخ کرنش پایین، دمای شکل دهی بالاتر از تبلور مجدد، ریزدانه بودن  
 (۴) حساسیت به نرخ کرنش بالا، دمای شکل دهی بالاتر از تبلور مجدد، ریزدانه بودن
- ۳۲- در دیاگرام آهن - کربن، کدام ریزساختار، محصول یک واکنش یوتکتوئیدی است؟  
 (۱) تشکیل لدبوریت از مذاب  
 (۲) تشکیل پرلیت از آستنیت  
 (۳) تشکیل آستنیت از آهن دلتا و مذاب  
 (۴) تشکیل سمنتیت در مرزدانه های آستنیت
- ۳۳- در ساختارهای بلوری FCC و BCC، به ترتیب چند درصد فضای خالی وجود دارد؟  
 (۱) ۲۶، ۲۶ (۲) ۳۲، ۳۲ (۳) ۳۲، ۲۶ (۴) ۲۶، ۳۲
- ۳۴- برای کدام آلیاژ، لغت «کامپوزیت» مناسب تر است؟  
 (۱) تنگستن مس (۲) آهن نیکل (۳) تنگستن نیکل (۴) نیکل مس
- ۳۵- کدام گزاره در مورد کوچک ترین اندازه دانه اشباع فلزات بعد از فرایند تغییر شکل پلاستیک شدید درست است؟  
 (۱)  $d_{Al} < d_{Cu} < d_{Ti} < d_{Mg}$   
 (۲)  $d_{Cu} < d_{Al} < d_{Ti} < d_{Mg}$   
 (۳)  $d_{Ti} < d_{Cu} < d_{Al} < d_{Mg}$   
 (۴)  $d_{Mg} < d_{Al} < d_{Cu} < d_{Ti}$
- ۳۶- در رابطه با اصطکاک در سطح براده، جزئیات ذکر شده در کدام مورد کاملاً درست است؟  
 (۱) در ناحیه چسبنده، ضریب اصطکاک تابع نیروی مماسی است.  
 (۲) در ناحیه چسبنده، ضریب اصطکاک تابع نیروی عمودی است.  
 (۳) در ناحیه لغزنده، ضریب اصطکاک فقط تابع نیروی عمودی است.  
 (۴) در ناحیه لغزنده، ضریب اصطکاک فقط تابع نیروی مماسی است.
- ۳۷- فرایند براده برداری متعامد فولادی، با استحکام تسلیم ۲۰۰ مگاپاسکال، طول براده تشکیل شده ۵۰ میلی متر و طول براده جدا نشده ۱۰۰ میلی متر است. اگر ابزار دارای زاویه براده ۳۰ درجه باشد، زاویه صفحه برش چند درجه است؟  
 (۱) ۱۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۵ (۴) ۶۰
- ۳۸- فرایند ماشین کاری با سرعت برش بالا، کدام مکانیسم سایش نقش پررنگ تری دارد؟  
 (۱) سایش خورنده (۲) سایش ناشی از خستگی  
 (۳) سایش نفوذی (۴) سایش چسبان
- ۳۹- ثوابت معادله عمر ابزار تبلور به چه پارامتری (هایی) وابسته است؟  
 (۱) جنس ابزار (۲) هندسه ابزار  
 (۳) روان کاری و خنک کاری (۴) برشی
- ۴۰- شرایط قشر داخلی و لایه های سخت (پوشش) در ابزارهای برش کاربیدی روکش دار کدام اند؟  
 (۱) قشر داخلی و لایه سخت باید مقاومت خوبی در برابر سایش داشته باشند.  
 (۲) قشر داخلی و لایه سخت باید مقاومت خوبی در برابر ضربه داشته باشند.  
 (۳) قشر داخلی، مقاومت به سایش خوب و لایه سخت، مقاومت خوبی در برابر ضربه داشته باشند.  
 (۴) قشر داخلی، مقاومت به ضربه خوب و لایه سخت، مقاومت خوبی در برابر سایش داشته باشند.

- ۴۱- افزایش زاویه برشی جانبی (زاویه هدایت) به ترتیب چه تغییری در عرض و ضخامت براده ایجاد می کند و آیا برجهت جریان براده تأثیر دارد؟
- (۱) افزایش - کاهش - خیر  
(۲) کاهش - افزایش - بله  
(۳) افزایش - کاهش - بله  
(۴) کاهش - افزایش - خیر
- ۴۲- محدودیت های ابزارهای کاربیدی با روکش (پوشش دار) کدام است؟
- (۱) دارای شعاع نوک هستند.  
(۲) قابل تیزنمودن مجدد نیستند.  
(۳) برای داخل تراشی دقیق یا داخل تراشی قطعات با دیواره نازک مناسب نیستند.  
(۴) همه موارد درست است.
- ۴۳- کدام جنس ابزار، برای ماشین کاری فولادها مناسب نیست؟
- (۱) الماس مصنوعی  
(۲) CBN  
(۳) سرمت  
(۴) سرامیک های سیلیکون نیتراید
- ۴۴- در دایره نیروهای مرچنت، زاویه بین نیروی عمود بر صفحه برش و نیروی عمود بر سطح ابزار، چقدر است؟
- ( $\alpha$ : زاویه براده،  $\phi$ : زاویه صفحه برش و  $\beta$ : زاویه اصطکاک)
- (۱)  $90 - \beta$   
(۲)  $90 + \alpha - \phi$   
(۳)  $\phi + \beta - \alpha$   
(۴)  $90 + \beta - \alpha$
- ۴۵- در براده برداری موادی که براده پیوسته دارند در مقایسه با براده برداری موادی که براده منقطع دارند، به ترتیب زاویه صفحه و نیروی لازم برای براده برداری چگونه است؟
- (۱) کوچک تر - بیشتر  
(۲) بزرگ تر - بیشتر  
(۳) کوچک تر - کمتر  
(۴) بزرگ تر - کمتر

مکانیک محیط پیوسته - تئوری الاستیسیته:

- ۴۶- اگر  $\varepsilon_{ijk}$  نماد جایگشت (Permutation) و  $\delta_{ij}$  دلتای کرونکر باشد، حاصل عبارت  $\varepsilon_{ijm}\varepsilon_{jkn}\delta_{ki}\delta_{nm}$  کدام است؟
- (۱) ۶  
(۲) -۶  
(۳) ۳  
(۴) صفر
- ۴۷- در میدان جابه جایی  $u_1 = k(2X_1^2 + X_1X_2)$ ،  $u_2 = kX_2^2$  و  $u_3 = 0$  تغییر زاویه بین المان های  $dX^{(1)} = dX_1e_1$  و  $dX^{(2)} = dX_2e_2$  که از نقطه  $X = e_1 + e_2$  شروع می شود، (با فرض تغییر شکل های کوچک) کدام است؟
- (۱)  $\frac{1}{2}k$   
(۲)  $2k$   
(۳)  $\sqrt{2}k$   
(۴)  $k$
- ۴۸- کدام یک از عبارات زیر می تواند نامتغیری از یک تانسور باشد؟ (مختصات کارتزینی متعامد است.)
- (۱)  $\varepsilon_{ijk}T_{kj}$   
(۲)  $T_{ij}T_{ik}$   
(۳)  $T_{ij}\varepsilon_{ijk}v_k$   
(۴)  $\varepsilon_{ijk}T_{ij}T_{mm}$

۴۹- در میدان سرعت  $v_i = \frac{kx_i}{1+kt}$ ، دانسیته در نقطه مادی، به صورت تابعی از زمان کدام است؟ ( $\rho_0$  دانسیته در زمان  $t = 0$  است.)

$$\frac{\rho_0}{(1+kt)^3} \quad (1)$$

$$\frac{\rho_0}{(1+kt)^2} \quad (2)$$

$$\frac{\rho_0}{1+3kt} \quad (3)$$

$$\frac{\rho_0}{1+2kt} \quad (4)$$

۵۰- حاصل  $\int (\vec{x} \cdot \vec{x})_{,zz} dv$ ، کدام است؟ ( $\vec{x}$  بردار موقعیت المان حجم در مختصات کارتزینی متعامد است.)

$$27 \quad (1)$$

$$37 \quad (2)$$

$$67 \quad (3)$$

$$\text{صفر} \quad (4)$$

۵۱- اگر میدان سرعت ذره‌ای به صورت:  $V_i = \frac{kx_i}{1+kt}$  ( $i = 1, 2, 3$ ) باشد، میدان شتاب کدام است؟

$$\frac{k^2 x_i}{(1+kt)^2} \quad (1)$$

$$\frac{-k^2 x_i}{(1+kt)^2} \quad (2)$$

$$\frac{kx_i}{(1+kt)^2} \quad (3)$$

$$\text{صفر} \quad (4)$$

۵۲- اگر حالت تنش در یک نقطه به صورت زیر باشد، تنش نرمال بر صفحه‌ای که بردار عمود بر آن  $e_1 + 2e_2 + 2e_3$  است، در آن نقطه چند کیلوپاسکال است؟ ( $e_1, e_2, e_3$  بردارهای پایه یک مختصات کارتزین متعامد هستند.)

$$[T] = \begin{bmatrix} 300 & 0 & 0 \\ 0 & -200 & 0 \\ 0 & 0 & 500 \end{bmatrix} \text{ kPa}$$

$$100 \quad (1)$$

$$300 \quad (2)$$

$$400 \quad (3)$$

$$500 \quad (4)$$

۵۳- فرض کنید که تغییر شکل یک محیط پیوسته توسط نگاشت زیر صورت بگیرد (A ثابت است).

$$x(X, t) = (1+At)X_1 \hat{e}_1 + (1-At)X_2 \hat{e}_2 + X_3 \hat{e}_3$$

و میدان دما در توصیف فضایی به صورت زیر باشد:

$$\theta(x, t) = x_1 + tx_2$$

مشتق زمانی میدان دما در توصیف فضایی، کدام است؟

$$\frac{Ax_1}{1+At} + \frac{(2At-1)x_2}{At-1} \quad (2)$$

$$\frac{Ax_1}{1+At} + \frac{(1+At)x_2}{At-1} \quad (1)$$

$$\frac{Ax_1}{At-1} - \frac{(At-1)x_2}{1+At} \quad (4)$$

$$\frac{Ax_1}{At-1} + \frac{(2At-1)x_2}{1+At} \quad (3)$$



۵۴- هرگاه تشریح مادی یا لاگرانژی یک محیط پیوسته به صورت زیر بیان شده باشد که در آن مختصات فضایی و  $X$  مختصات مادی باشد، کدام مورد در خصوص این حرکت درست است؟

$$\begin{cases} x_1 = X_1 e^t \\ x_2 = X_1 (e^t - 1) + X_2 \\ x_3 = X_3 \end{cases}$$

(۱) این حرکت امکان پذیر نیست.

(۲) این حرکت امکان پذیر است و تغییر شکل همگن دارد.

(۳) این حرکت امکان پذیر است و تغییر شکل همگن ندارد.

(۴) این حرکت امکان پذیر است و در دامنه‌ای از  $t$  تغییر شکل همگن داشته و در خارج آن دامنه تغییر شکل همگن ندارد.

۵۵- در یک محیط پیوسته، توصیف فضایی سرعت به صورت  $v_1 = X_1 - X_2 t$ ,  $v_2 = X_2 + X_3 t$ ,  $v_3 = X_1 + X_3$  بیان شده است. در لحظه  $t = 2$ ، اندازه شتاب ذره واقع در موقعیت  $(1, 0, 0)$  کدام است؟

$$\begin{aligned} (1) & \sqrt{52} \\ (2) & \sqrt{42} \\ (3) & \sqrt{32} \\ (4) & \sqrt{22} \end{aligned}$$

۵۶- کدام مورد تانسور تغییر شکل گرین،  $C = F^T F$ ، یک تغییر شکل همگن با کشیدگی‌های اصلی برابر ۱، ۲ و ۳، است؟

$$\begin{aligned} (1) & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} \\ (2) & \begin{bmatrix} 9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 4 & 0 \end{bmatrix} \\ (3) & \begin{bmatrix} 5 & 2 & 0 \\ 2 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ (4) & \begin{bmatrix} 6 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 7 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

۵۷- میدان سرعت اولری در یک محیط پیوسته به صورت زیر داده شده است:

$$v_1 = X_3 - X_2, \quad v_2 = X_1 + X_3, \quad v_3 = 0$$

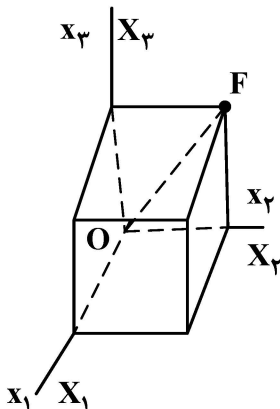
برای پاره خط مادی انتخاب شده از وضع جاری، بیشترین نرخ تغییر طول کدام است؟

$$\begin{aligned} (1) & 1 \\ (2) & \frac{1}{2} \\ (3) & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ (4) & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{aligned}$$

۵۸- محیط پیوسته مکعب شکلی به ابعاد واحد دارای تغییر شکل زیر است:

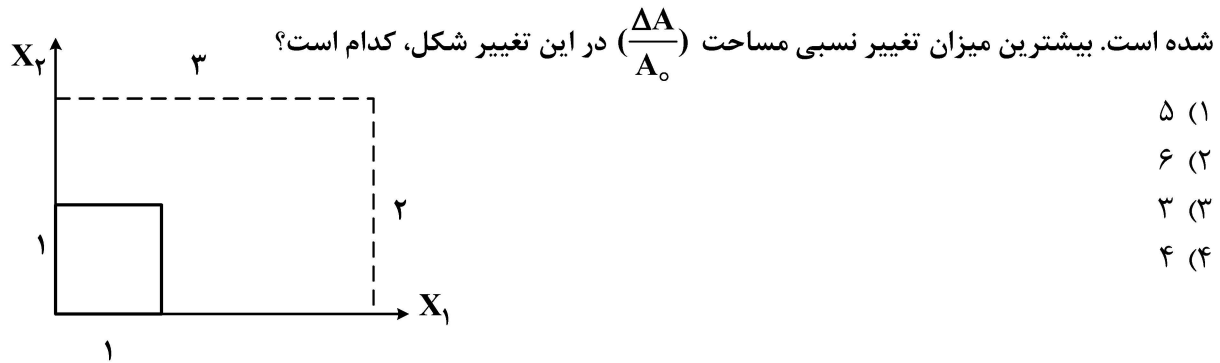
$$x_3 = \mu X_3, \quad x_2 = \beta X_2, \quad x_1 = \alpha X_1$$

$\alpha, \beta, \mu$  مقادیر ثابت هستند. مقدار کشیدگی قطر  $OF$  کدام است؟



$$\begin{aligned} (1) & \sqrt{\frac{\alpha^2 + \beta^2}{2}} \\ (2) & \sqrt{\frac{\alpha^2 + \beta^2 + \mu^2}{2}} \\ (3) & \sqrt{\frac{\beta^2 + \mu^2}{2}} \\ (4) & \sqrt{\frac{\alpha^2 + \mu^2}{2}} \end{aligned}$$

۵۹- مکعب واحد مرجع نشان داده شده (خط پیوسته) دچار یک تغییر شکل همگن صفحه‌ای (خط چین) در صفحه  $X_1 X_2$



۶۰- برای تانسور تنش داده شده، راستای تنش اصلی غیر صفر، کدام است؟

$$[\sigma_{ij}] = \begin{bmatrix} \tau & \tau & \tau \\ \tau & \tau & \tau \\ \tau & \tau & \tau \end{bmatrix}$$

(۲)  $\frac{1}{\sqrt{3}}(1, 1, -1)$

(۱)  $\frac{1}{\sqrt{3}}(1, -1, 1)$

(۴)  $\frac{1}{\sqrt{3}}(1, 1, 1)$

(۳)  $\frac{1}{\sqrt{2}}(1, 1, 0)$

۶۱- در مسئله پیچش میله با مقطع مثلث متساوی الاضلاع توپر، کدام عبارت در مورد تابع اعوجاج (warping) برون صفحه‌ای درست است؟

(۱) حداکثر اعوجاج در وسط اضلاع رخ می‌دهد. (۲) حداکثر اعوجاج در مرکز سطح مثلث رخ می‌دهد.

(۳) حداکثر اعوجاج در رئوس مثلث رخ می‌دهد. (۴) اعوجاج در مرکز سطح، رئوس و وسط اضلاع صفر است.

۶۲- در جامد ایزوتروپیک الاستیک خطی تراکم‌ناپذیر، کدام عبارت درست است؟

(۱) جمع مؤلفه‌های تنش قائم صفر است. (۲) تنش‌های قائم هم علامت هستند.

(۳) تنش برشی حداکثر صفر است. (۴) تنش انحرافی صفر است.

۶۳- در فرم فشرده رابطه تنش - کرنش جامد الاستیک خطی به صورت  $\sigma_i = C_{ij} e_j$ ، تعبیر سفتی  $C_{۲۲}$  کدام است؟

(۱) نسبت تنش برشی در صفحه  $YZ$  به کرنش قائم در راستای  $X$

(۲) نسبت تنش برشی در صفحه  $XZ$  به کرنش قائم در راستای  $Y$

(۳) نسبت تنش قائم در راستای  $Z$  به کرنش برشی در صفحه  $XZ$

(۴) نسبت تنش قائم در راستای  $Y$  به کرنش برشی در صفحه  $YZ$

۶۴- اگر نتایج مسئله تنش صفحه‌ای و کرنش صفحه‌ای یکسان باشند، نسبت پواسون کدام است؟

(۱) صفر

(۲)  $0/5$

(۳)  $\frac{1}{4}$

(۴)  $-1$



۶۵- در یک جامد الاستیک، در اثر اعمال نیروهای خارجی، میدان جابه‌جایی در نقطه  $P(x_1, x_2, x_3)$  در مختصات کارتزینی متعامد به صورت زیر است:

$$u_1 = 2 \times 10^{-3} x_1 - 10^{-3} x_2$$

$$u_2 = 3 \times 10^{-3} x_1 - 2 \times 10^{-3} x_2$$

$$u_3 = 0$$

مؤلفه  $\omega_{12}$  تانسور دوران بسیار کوچک، کدام است؟

- (۱)  $-10^{-3}$   
 (۲)  $10^{-3}$   
 (۳)  $-2 \times 10^{-3}$   
 (۴)  $2 \times 10^{-3}$

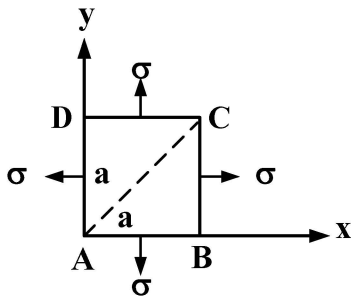
۶۶- در یک جامد الاستیک، مدول برش و مدول حجمی ماده با هم برابرند. نسبت مدول یانگ به مدول حجمی این ماده کدام است؟

- (۱)  $\frac{3}{4}$   
 (۲)  $\frac{9}{4}$   
 (۳)  $\frac{4}{3}$   
 (۴)  $\frac{4}{9}$

۶۷- در میدان تانسوری کرنش:  $e_{xx} = Ay^3$ ,  $e_{yy} = Ax^3$ ,  $e_{xy} = Bxy(x+y)$ ,  $e_{zz} = e_{xz} = e_{yz} = 0$ ، نسبت  $\frac{B}{A}$  چقدر باشد تا میدان جابه‌جایی‌های حاصل پیوسته و تک‌مقدار باشد؟

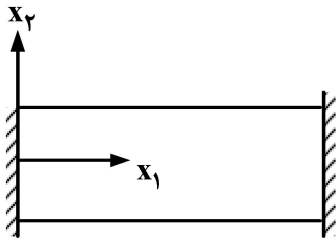
- (۱)  $\frac{1}{3}$   
 (۲)  $\frac{2}{3}$   
 (۳)  $\frac{3}{2}$   
 (۴)  $3$

۶۸- ورق نازک مربعی به ضلع  $a$  و ضخامت  $t$  تحت تنش دومیحوری مطابق شکل زیر قرار دارد. تغییر طول قطر  $AC$ ، کدام است؟



- (۱)  $\frac{2a\sigma(1+\nu)}{E}$   
 (۲)  $\frac{2a\sigma(1-\nu)}{E}$   
 (۳)  $\frac{\sqrt{2}a\sigma(1+\nu)}{E}$   
 (۴)  $\frac{\sqrt{2}a\sigma(1-\nu)}{E}$

۶۹- اگر دمای میله استوانه‌ای شکل زیر که در دو انتها به صورت تکیه‌گاه گیردار بدون اصطکاک بوده، به اندازه  $\delta T$ ، افزایش یابد، کرنش عمود بر محور میله چه مقدار می‌شود؟



(۱)  $(1 + 2\nu)\alpha\delta T$

(۲)  $(1 + \nu)\alpha\delta T$

(۳)  $\nu\alpha\delta T$

(۴)  $\alpha\delta T$

۷۰- مؤلفه‌های تانسور تنش در نقطه‌ای از یک جسم در مختصات کارتزینی متعامد به صورت زیر است:

$$[\sigma_{ij}] = \begin{bmatrix} 2x & 3 & 4 \\ 3 & x & 1 \\ 4 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

برای این که در این نقطه سطح عاری از ترکشن (traction) وجود داشته باشد، مقدار  $x$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{2}{3} \pm \sqrt{24}$

(۲) ۴

(۳)  $\frac{9 \pm \sqrt{57}}{4}$

(۴) -۴

۷۱- اگر مؤلفه‌های تانسور تنش در نقطه‌ای از محیط پیوسته در دستگاه مختصات کارتزین به صورت زیر باشد، بردار

ترکشن (traction) بر روی سطحی به معادله  $x^2 + y^2 = 4$  در نقطه  $(1, 2, -\sqrt{3})$ ، کدام است؟

$$[\sigma_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & -2x & 0 \\ -2x & 0 & 5y^2 \\ 0 & 5y^2 & 6xz \end{bmatrix}$$

(۱)  $[-\sqrt{3} \ 3 \ 2/5]^T$

(۲)  $[\sqrt{3} \ -3 \ 2/5]^T$

(۳)  $[3 \ 2/5 \ -\sqrt{3}]^T$

(۴)  $[-3 \ 2/5 \ \sqrt{3}]^T$

۷۲- در میدان کرنش دوبعدی زیر:

$$\epsilon_x = 5y^3 - 3x^2y + 4xy^2, \epsilon_y = 6x^3 + 18x^2y - 9xy^2, \gamma_{xy} = ax^2y^2 + bxy^2 + cx^2y$$

برای داشتن جابه‌جایی پیوسته و تک‌مقداری کدام‌اند؟

(۱)  $a = 0$  و  $b = 16/5, c = 11$

(۲)  $a = 1$  و  $b = 33, c = 22$

(۳)  $a = 1$  و  $b = 16/5, c = 11$

(۴)  $a = 0$  و  $b = 33, c = 22$

۷۳- تابع تنش ایری در یک مسئله تنش صفحه‌ای با صرف نظر از نیروهای حجمی به صورت  $\phi = 4x^2y^3 + C_1y^5 - 6x^3y^2 - C_2x^5$  داده شده که در آن  $C_1$  و  $C_2$  ثابت هستند. حداکثر تنش برشی در نقطه  $(1, 1, 0)$ ، کدام است؟

(۱) ۴

(۲) ۸

(۳) ۱۲

(۴) ۱۶

۷۴- دانسیته انرژی تغییر شکل ( $U_{od}$ ) و انرژی تغییر حجم ( $U_{ov}$ ) در میله تحت بارگذاری محوری  $\sigma_x = \sigma$  کدام است؟ ( $\nu = 0.25$ )

(۱)  $U_{od} = \frac{5\sigma^2}{6E}$ ،  $U_{ov} = \frac{\sigma^2}{6E}$

(۲)  $U_{od} = \frac{5\sigma^2}{12E}$ ،  $U_{ov} = \frac{\sigma^2}{12E}$

(۳)  $U_{od} = \frac{\sigma^2}{12E}$ ،  $U_{ov} = \frac{5\sigma^2}{12E}$

(۴)  $U_{od} = \frac{\sigma^2}{6E}$ ،  $U_{ov} = \frac{5\sigma^2}{6E}$

۷۵- در برش خالص  $[\sigma_{ij}] = \begin{pmatrix} 0 & \tau & 0 \\ \tau & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$  مؤلفه برشی بردار تراکشن (Traction) در صفحه هشت وجهی چند برابر  $\tau$  است؟

(۱)  $\frac{\sqrt{6}}{3}$

(۲)  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

(۳)  $\frac{\sqrt{2}}{3}$

(۴)  $\frac{2}{3}$

