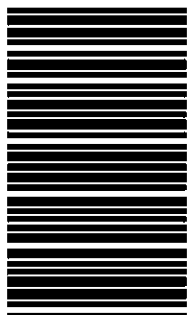


کد کنترل

698A



698A

صبح جمعه
۱۴۰۴/۱۱/۱۰
دفترچه شماره ۲ از ۲



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

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»
مقام معظم رهبری

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۵
مهندسی مکانیک (۱) (کد ۲۳۲۱)

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۷۵ سؤال

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

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

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 کادر 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 سؤالات، نوع و کدکنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه را تأیید می‌نمایم.

امضا:

ریاضیات مهندسی:

۱- اگر $\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx))$ سری فوریه $f(x)$ در بازه $(0, 2\pi)$ باشد، آنگاه مقدار

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (\pi - x) f(x) dx$$

کدام است؟

$$\frac{1}{2\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{b_n}{n} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{b_n}{n} \quad (2)$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{b_n}{n} \quad (3)$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2b_n}{n} \quad (4)$$

۲- فرض کنید $-\pi < x < \pi$ ، سری فوریه تابع $f(x) = x$ باشد و $g(x) = \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n\pi} \cos(nx)$

مقدار توان متوسط تابع $g(x)$ کدام است؟

$$\frac{\pi^2}{12} \quad (1)$$

$$\frac{\pi^2 - 6}{6\pi^2} \quad (2)$$

$$\frac{\pi^2 - 6}{12\pi^2} \quad (3)$$

$$\frac{12 - \pi^2}{12\pi^2} \quad (4)$$

۳- اگر $u(x,y) = F(x)G(y)$ یک جواب معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی $\nabla^2 u = 0$ باشد که از منحنی

$C: x=t, y=t, u=t^6$ می‌گذرد، آنگاه $u(x,y)$ کدام است؟

(۱) xy^6

(۲) x^2y^4

(۳) x^2y^2

(۴) x^4y^2

۴- جواب مسئله زیر کدام است؟

$$\begin{cases} \nabla^2 u = u_{rr} + \frac{1}{r} u_r + \frac{1}{r^2} u_{\theta\theta} = 0, & 1 < r < 2, 0 \leq \theta < 2\pi \\ u_r(1, \theta) = \sin \theta, & 0 \leq \theta \leq 2\pi \\ u_r(2, \theta) = 0. \end{cases}$$

(۱) $-\frac{1}{30} \left(r^2 + \frac{16}{r^2} \right) \sin \theta + c$

(۲) $\frac{1}{3} (3r^2 - r^3) \sin \theta + c$

(۳) $-\frac{1}{3} \left(r + \frac{4}{r} \right) \sin \theta + c$

(۴) $-\frac{1}{3} \left(r + \frac{4}{r} \right) \sin \theta + c$

۵- اگر $u(x,y)$ جواب معادله لاپلاس در نیم‌صفحه بالای محور x با شرط مرزی $u(x,0) = \begin{cases} 0 & |x| > 1 \\ u_0 & |x| < 1 \end{cases}$ باشد،

آنگاه مقدار $u(0,1)$ کدام است؟ (u_0 مقدار ثابت است).

(۱) صفر

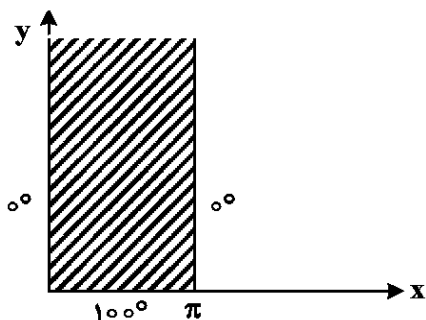
(۲) $\frac{u_0}{4}$

(۳) $\frac{u_0}{2}$

(۴) $\frac{3u_0}{4}$

۶- یک نوار نیمه‌متناهی به عرض π که مرزهای آن کاملاً عایق‌بندی شده‌اند، با شرایط کرانه‌ای مطابق شکل داده

شده است. دمای یک نقطه دلخواه از این نوار، در حالت تعادل، کدام است؟



(۱) $\frac{200}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - (-1)^n}{n} \sin(nx) e^{-ny}$

(۲) $\frac{200}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - (-1)^n}{n^2} \sin(nx) e^{-ny}$

(۳) $\frac{200}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - (-1)^n}{n} \sin(nx) e^{ny}$

(۴) $\frac{200}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - (-1)^n}{n^2} \sin(nx) e^{ny}$

۷- فرض کنید λ^2 مقدار ویژه مسئله مقدار مرزی

$$\begin{cases} y'' + \lambda^2 y = 0, & 0 < x < L \\ y'(0) - hy(0) = 0 \\ y'(L) + hy(L) = 0 \end{cases}$$

باشد. λ در کدام تساوی صدق می‌کند؟

$$\tan(\lambda L) = \frac{2h\lambda}{\lambda^2 - h^2} \quad (1)$$

$$\tan(\lambda L) = \frac{h\lambda}{\lambda^2 - h^2} \quad (2)$$

$$\tan(\lambda L) = \frac{h\lambda}{\lambda^2 + h^2} \quad (3)$$

$$\tan(\lambda L) = \frac{2h\lambda}{\lambda^2 + h^2} \quad (4)$$

۸- ضریب $(z-1)$ در بسط لوران تابع $f(z) = \frac{e^{2z}}{(z-1)^3}$ حول $z=1$ ، کدام است؟

$$-\frac{2}{3}e^2 \quad (1)$$

$$-\frac{1}{24}e^2 \quad (2)$$

$$\frac{1}{24}e^2 \quad (3)$$

$$\frac{2}{3}e^2 \quad (4)$$

۹- اگر $\text{Ln } z$ شاخه اصلی لگاریتم باشد، آنگاه تابع $\text{Ln}(1+z^2)$ در کدام ناحیه تحلیلی نیست؟

$$\{z \mid \text{Re } z = 0, |\text{Im } z| \geq 1\} \quad (1)$$

$$\{z \mid \text{Re } z = 0, |\text{Im } z| < 1\} \quad (2)$$

$$\{z \mid \text{Re } z = 0, 0 < \text{Im } z < 1\} \quad (3)$$

$$\{z \mid z \in \mathbb{R}, z \leq 0\} \quad (4)$$

۱۰- مقدار $\oint_{|z|=2} \text{Im}(z) \cos(\bar{z}) dz$ کدام است؟

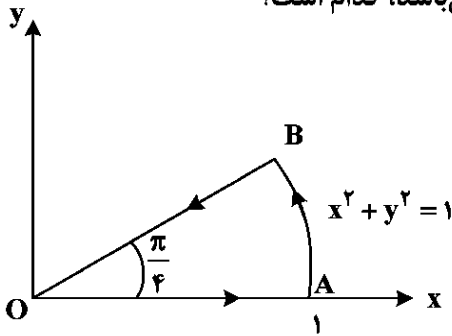
$$12\pi i \quad (1)$$

$$2\pi i \quad (2)$$

$$-2\pi \quad (3)$$

$$-12\pi \quad (4)$$

۱۱- مقدار $\oint_C \bar{z} dz$ که در آن C مسیر بسته OABO (مطابق شکل زیر) می باشد، کدام است؟



(۱) صفر

(۲) $\frac{\pi}{6}$ (۳) $\frac{\pi}{4}i$ (۴) $1 + \frac{\pi}{4}i$

۱۲- اگر $f(z) = \oint_{|\alpha|=3} \frac{3\alpha^2 + 7\alpha + 1}{\alpha - z} d\alpha$ ، آنگاه مقدار $f'(1+i)$ کدام است؟

(۱) $12\pi + 26\pi i$ (۲) $-12\pi + 26\pi i$ (۳) $12\pi - 26\pi i$ (۴) $-12\pi - 26\pi i$

۱۳- مقدار $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{(x+1)\sin(2x)}{(x^2+1)(x^2+4)} dx$ کدام است؟

(۱) $\frac{2\pi \cosh 1}{3e^3}$ (۲) $\frac{\pi \cosh 1}{3e^3}$ (۳) $\frac{2\pi \sinh 1}{3e^3}$ (۴) $\frac{\pi \sinh 1}{3e^3}$

۱۴- مقدار $\int_0^{2\pi} \cos(\cos \theta + i \sin \theta) d\theta$ کدام است؟

(۱) $-2\pi i$ (۲) $2\pi i$ (۳) -2π (۴) 2π

۱۵- تصویر نیم صفحه راست صفحه مختلط، تحت نگاشت $w = \frac{z-1}{i(z+1)}$ با فرض $z = x + iy$ ، کدام است؟

(۱) $|w| \leq 1$ (۲) $|w| \geq 1$ (۳) $|w - 1 - i| \leq 1$ (۴) $|w + 1 + i| \leq 1$

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

- ۱۶- در خصوص فرایند نورد ورق، کدام مورد درست است؟
 (۱) اعمال کشش جلو و عقب در فرایند نورد باعث افزایش فشار لازم عملیات می شود.
 (۲) با کاهش شعاع غلتک نورد، می توان به ضخامت های کمتر در نورد دست یافت.
 (۳) با کاهش ضریب اصطکاک ورق و غلتک می توان به کاهش ضخامت بیشتری در هر مرحله دست یافت.
 (۴) هرچه شعاع غلتک نورد کوچکتر باشد، می توان به کاهش ضخامت کمتری در هر مرحله دست یافت.
- ۱۷- کدام مورد از مزایای هیدروفورمینگ ورق نسبت به کشش عمیق سنتی است؟
 (۱) نسبت کشش بالاتر و نیروی بیشتر
 (۲) نسبت کشش یکسان و صافی سطح بهتر
 (۳) نسبت کشش برابر و کاهش ضخامت کمتر
 (۴) نسبت کشش بالاتر و صافی سطح بهتر
- ۱۸- کدام مورد در خصوص حداکثر مقدار نیروی مورد نیاز انواع فرآیندهای اکستروژن درست است؟
 (۱) اکستروژن مستقیم < اکستروژن معکوس < اکستروژن هیدرواستاتیک
 (۲) اکستروژن مستقیم < اکستروژن معکوس = اکستروژن هیدرواستاتیک
 (۳) اکستروژن مستقیم > اکستروژن معکوس > اکستروژن هیدرواستاتیک
 (۴) اکستروژن مستقیم = اکستروژن معکوس < اکستروژن هیدرواستاتیک
- ۱۹- نقطه ناپایداری در کشش ساده بر روی یک منحنی تنش حقیقی و کرنش مهندسی کدام است؟
 (۱) $\varepsilon = n - e$
 (۲) $\sigma_0 = \frac{\sigma}{1+e}$
 (۳) $\sigma_0 = \sigma(1+e)$
 (۴) $e = \frac{1}{\varepsilon - n}$
- ۲۰- حداکثر کاهش ضخامت ممکن روی یک نوار فلزی با ضخامت ۲۵۰ میلی متر با استفاده از فرایند نورد با غلطک هایی به قطر ۶۰۰ میلی متر، به ترتیب برای دو حالت «نورد سرد» و «نورد داغ» چند درصد است؟ (ضریب اصطکاک برای نورد سرد ۰/۰۹ و برای نورد داغ ۰/۵ = μ است.)
 (۱) ۱/۲ و ۲۹
 (۲) ۰/۵ و ۲۵
 (۳) ۰/۹۷۲ و ۳۰
 (۴) ۱۰ و ۴۰
- ۲۱- اگر فرایند کشش سیم در اعماق اقیانوس انجام بگیرد، حداکثر مقدار نسبت کاهش سطح مقطع چه تغییری می کند؟
 (۱) کاهش می یابد.
 (۲) افزایش می یابد.
 (۳) فزونی نمی کند.
 (۴) بستگی به میزان شوری آب دارد.
- ۲۲- استفاده از کدام مورد در آنالیز شکل دهی حجمی فلزات کاربرد ندارد؟
 (۱) کار ایده آل یا انرژی یکنواخت
 (۲) تئوری میدان خط لغزش
 (۳) تحلیل کران بالا
 (۴) نمودار حد شکل دهی
- ۲۳- در کشش عمیق ورق های فلزی برای دسترسی به عمق کشش بیشتر، استفاده از ورق با ضریب ناهمسانگردی R (Normal Anisotropy) بیشتر توصیه می شود. کدام مورد علت این امر را توجیه می کند؟
 (۱) کاهش میزان نازک شدن در ناحیه دیواره
 (۲) کاهش میزان ضخیم شدن در ناحیه فلنج
 (۳) کاهش نیروی کشش در ناحیه دیواره
 (۴) هر سه مورد
- ۲۴- در کدام وضعیت شکل دهی ورق فلزی، حد تحمل کشش ورق کمتر است؟ (با فرض بارگذاری تناسبی)
 (۱) کرنش صفحه ای
 (۲) برش خالص
 (۳) کشش تک محوره
 (۴) کشش دو محوره متعادل

۲۵- مقدار کرنش گلوبی شدگی در فرایند اتساع ورق کدام گزینه است؟ (β نسبت کرنش‌ها و n ضریب کار سختی

$$\text{می‌باشند، } (\sigma_1 = k' \varepsilon_1^n)$$

$$\varepsilon_1^* = 2n \quad (2)$$

$$\varepsilon_1^* = n \quad (1)$$

$$\varepsilon_1^* = \frac{\beta n}{1 + \beta} \quad (4)$$

$$\varepsilon_1^* = \frac{n}{1 + \beta} \quad (3)$$

۲۶- اگر استحکام کششی یک فلز fcc پلی کریستال سه برابر استحکام برشی تک کریستال باشد، نرخ کرنش سختی پلی کریستال چند برابر نرخ کرنش سختی تک کریستال می‌شود؟

(۲) ۳

(۱) ۱

(۴) ۲۷

(۳) ۹

۲۷- برای افزایش استحکام تیتانیوم گرید «۱»، کدام روش استحکام بخشی مناسب است؟

(۲) کاهش اندازه دانه

(۱) عملیات حرارتی پیرسازی

(۴) محلول جامد

(۳) تبدیل مارتنزیت

۲۸- کدام گزینه در خصوص شیب نمودار هال پیچ (Hall-petch) درست است؟

(۱) شیب نمودار هال پیچ در فلزات BCC کمتر از مقدار شیب در فلزات HCP است.

(۲) شیب نمودار هال پیچ در فلزات HCP کمتر از مقدار شیب در فلزات FCC است.

(۳) در اندازه دانه‌های $d < 20 \text{ nm}$ ، هال پیچ حتماً حاکم است.

(۴) هر سه مورد

۲۹- کدام آلیاژ آلومینیم، قابلیت سخت کاری از طریق عملیات حرارت پیرسازی را ندارد؟

(۲) Al ۶۰۶۳

(۱) Al ۲۰۲۴

(۴) Al ۱۰۵۰

(۳) Al ۷۰۷۵

۳۰- کوچکترین اندازه دانه اشباع قابل حصول در فرایند تغییر شکل پلاستیک شدید فلزات از طریق کانال‌های زاویه‌دار

همسان (ECAP) به کدام عامل بستگی ندارد؟

(۴) مقدار فشار پستی

(۳) نیروی فرایند

(۲) جنس فلز

(۱) زاویه کانال

۳۱- تراکم اتم‌ها در کدام ساختار بلوری برابر است؟

(۲) HCP و FCC

(۱) BCC و FCC

(۴) BCT و HCP

(۳) HCP و BCC

۳۲- برای ساخت پره‌های توربین محفظه داغ توربین‌های گازی نیروگاهی از آلیاژهای پایه استفاده می‌شود.

در این نوع از پره‌ها با کنترل مقاومت به خستگی افزایش می‌یابد.

(۲) تیتانیوم - انجماد

(۱) نیکل - ابعاد

(۴) نیکل - انجماد

(۳) تیتانیوم - ابعاد

۳۳- بر اثر افزایش دما، مدول الاستیسیته در «آلومینیوم» و «فولاد» به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

(۲) افزایش - افزایش

(۱) کاهش - کاهش

(۴) افزایش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش

۳۴- از کدام روش میکروسکوپی می‌توان جهت‌گیری دانه‌ها را تشخیص داده و توزیع آن را اندازه‌گیری و هیستوگرام ترسیم کرد؟

(۲) الکترونی روبشی SEM/SE

(۱) نوری با بزرگنمایی خیلی بالا

(۴) الکترونی روبشی SEM/EBSP

(۳) الکترونی عبوری (TEM)

۳۵- کدام گزینه درست است؟

(۱) دمای تبلور مجدد در ساختارهای ریزدانه بیشتر است.

(۲) با افزایش میزان کار سرد انجام شده در فلز، دمای تبلور مجدد کاهش می‌یابد.

(۳) مهم‌ترین بخش در کاهش تنش‌های داخلی در عملیات آنیلینگ، مرحله تبلور مجدد است.

(۴) اندازه دانه‌های تشکیل شده در مرحله تبلور مجدد، مستقل از میزان کار سرد قبلی در فلز است.

۳۶- موادی که صفحات لغزش کم و ظرفیت کار سختی پایین دارند، معمولاً زوایای برش نسبت به مواد چکش

خوارتر نشان می‌دهند و دارای نسبت از ضخامت براده به ضخامت براده تغییر شکل نیافته هستند.

(۱) بزرگتر - کوچکتری

(۲) کوچکتر - کوچکتری

(۳) بزرگتر - بزرگتری

(۴) کوچکتر - بزرگتری

۳۷- در تراشکاری یک فلز مشخص، اندازه زاویه صفحه برش، تابعی از کدام پارامترها در طول سطح ابزار است؟

(۱) زاویه آزاد انتهایی و ضریب اصطکاک

(۲) زاویه براده ابزار و ضریب اصطکاک

(۳) زاویه آزاد جانبی و ضریب اصطکاک

(۴) شعاع نوک و ضریب اصطکاک

۳۸- عوامل پیچش براده به بغل در سطح ابزار، داشتن چه زاویه‌ای است و متغیر بودن نرخ تراکم براده در کدام راستا بر

روی سطح ابزار است؟

(۱) براده نرمال - امتداد طول براده

(۲) تنظیم اصلی 90° - امتداد عرض براده

(۳) تمایل - امتداد عرض براده

(۴) براده نرمال - امتداد عرض براده

۳۹- فرسایش ابزار در سطح براده (گودال فرسایشی)، نیروی برشی وارد بر ابزار را می‌دهد و فرسایش ابزار

در سطح آزاد (آستانه فرسایش)، نیروی برش وارد بر ابزار را می‌دهد.

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

۴۰- در تراش کاری فولادها که منجر به تولید براده پیوسته می‌شود، «زاویه پشتی» و «جانبی براده» به ترتیب باید چگونه باشد؟

(۱) مثبت - منفی (۲) مثبت - مثبت (۳) منفی - منفی (۴) منفی - مثبت

۴۱- کدام نوع سایش ابزار، تأثیر بیشتری بر تلرانس ابعادی قطعه کار دارد؟

(۱) شکافی (Notching wear)

(۲) آستانه فرسایش (Flank wear)

(۳) گودال فرسایش (Crater wear)

(۴) گوشه یا نوک ابزار (Corner wear)

۴۲- کدام عوامل، به ترتیب می‌تواند باعث «تشکیل براده پیوسته»، «براده با ضخامت متغیر» و «براده ناپیوسته» در

فرایند ماشین کاری شود؟

(۱) مدول الاستیسیته پایین قطعه کار - هدایت حرارتی پایین قطعه کار - سرعت برشی پایین

(۲) سرعت برشی بالا - هدایت حرارتی بالای قطعه کار - نرخ پیشروی بالا

(۳) سرعت برشی پایین - پدیده چتر - مدول الاستیسیته بالای قطعه کار

(۴) نرخ پیشروی بالا - ماشین کاری سخت - سرعت برشی پایین

۴۳- در ماشین کاری سرعت بالا، سرعت برشی بحرانی در کدام مورد کمتر است؟

(۱) فولادهای آلیاژی

(۲) آلیاژهای آلومینیم

(۳) آلیاژهای پایه نیکل

(۴) آلیاژهای تیتانیوم

۴۴- در ماشین کاری فلزات، ضریب اصطکاک در سطح براده و ابزار، به ترتیب چگونه است؟

(۱) ثابت - چسبنده و لغزنده

(۲) متغیر - چسبنده و لغزنده

(۳) ثابت - لغزنده

(۴) متغیر - لغزنده

- ۴۵- به کدام دلیل با ابزارهای سرامیکی می توان با سرعت برش بالاتری نسبت به بقیه ابزارها ماشین کاری کرد؟
 (۱) داشتن مقاومت بالا در برابر تنش های مکانیکی
 (۲) داشتن مقاومت بالا در برابر تنش های حرارتی
 (۳) داشتن سختی حرارتی بالا
 (۴) چقرمه و چکش خوارتر بودن

مکانیک محیط پیوسته - تئوری الاستیسیته:

- ۴۶- در تغییر شکل زیر، زاویه جدید بین پاره خط های مادی $(1, 0, -2)$ و $(0, 1, 0)$ چند درجه است؟

$$\begin{cases} x_1 = 2X_1 + X_2 \\ x_2 = 4X_1 + X_2 \\ x_3 = -X_3 \end{cases}$$

(۱) ۳۰

(۲) ۴۵

(۳) ۶۰

(۴) ۹۰

- ۴۷- در یک مسئله کرنش صفحه ای در یک ماده تراکم ناپذیر، اگر کشیدگی های درون صفحه λ_1 و λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) باشند، حداکثر کرنش برشی لاگرانژی کدام است؟

$$(1) \frac{1}{4} \left(\frac{1}{\lambda_1^2} + \lambda_2^2 \right)$$

$$(2) \frac{1}{2} (\lambda_2^2 + \lambda_1^2)$$

$$(3) \frac{1}{4} \left(\frac{1}{\lambda_1^2} - \lambda_2^2 \right)$$

$$(4) \frac{1}{2} (\lambda_2^2 - \lambda_1^2)$$

- ۴۸- اگر صفحه با بردار یکه n و فاصله عمودی P از مبدأ به صورت معادله $n \cdot X = P$ باشد، شکل حاصل از اعمال تغییر فرم همگن $x = C + AX$ ، صفحه ای با کدام بردار قائم است؟

(۱) n (۲) $n \cdot A^{-1}$ (۳) $n \cdot A$ (۴) $n \cdot A^{-2}$

- ۴۹- کدام رابطه تنش - تغییر شکل زیر نمی تواند مربوط به یک جامد هایپر الاستیک همسانگرد باشد؟ (σ تنش کوشی، S تنش دوم پیولا، $C = F^T F$ ، $B = FF^T$ و F گرادیان تغییر شکل است.)

$$(1) S = 3C^2 + 4C^{-1} + 5C$$

$$(2) \sigma = 3B^2 - 4B^{-1} + 5B$$

$$(3) S = 3C^3 - 4C + 5C^2$$

$$(4) \sigma = 3C^2 - 4C^{-1} + 5C$$

- ۵۰- اگر اصل بقای تکانه خطی و زاویه‌ای در یک محیط پیوسته برقرار باشد، کدام گزینه درست است؟
 (۱) تانسور تنش همواره متقارن است.
 (۲) تانسور تنش همواره نامتقارن است.
 (۳) تانسور تنش متقارن است اگر برآیند کوپل حجمی و دیورژانس کوپل تنش صفر باشد.
 (۴) تانسور تنش نامتقارن است اگر برآیند کوپل حجمی و دیورژانس کوپل تنش صفر باشد.
- ۵۱- در یک جامد الاستیک خطی مونوکلینیک (دارای یک صفحه تقارن مادی)، کدام رابطه بین ثابت‌های الاستیک C_{ijkl} نمی‌تواند برقرار باشد؟

$$(۱) C_{1223} = -C_{1213}$$

$$(۲) C_{1122} = -C_{2223}$$

$$(۳) C_{1213} = -C_{2223}$$

$$(۴) C_{1212} = -C_{2223}$$

- ۵۲- اگر δ_{ij} دلتای کرونکر و ε_{ijk} نماد جایگشت باشد، حاصل عبارت $\varepsilon_{ijk} \varepsilon_{lmn} \varepsilon_{ilp} \varepsilon_{jmq}$ کدام است؟

$$(۱) \delta_{kp} \delta_{nq} - \delta_{kq} \delta_{np}$$

$$(۲) \delta_{kp} \delta_{nq} + \delta_{kq} \delta_{np}$$

$$(۳) 2\delta_{kp} \delta_{nq} + \delta_{kq} \delta_{np}$$

$$(۴) 2\delta_{kp} \delta_{nq} - \delta_{kq} \delta_{np}$$

- ۵۳- در یک نقطه مؤلفه‌های یک تانسور در مختصات کارتزینی متعامد به صورت $\begin{bmatrix} 3 & -1 & 0 \\ -1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ داده شده‌اند. اگر این

مؤلفه‌ها به سیستم‌های مختصات دیگر برده شوند، از میان گزاره‌های (الف)، (ب) و (ج)، گزاره‌های درست کدام‌اند؟
 (الف) مؤلفه‌های قطری همواره مثبت هستند.
 (ب) مجموع مؤلفه‌های قطری، همواره برابر ۷ است.
 (ج) حاصل ضرب مؤلفه‌های قطری، همواره برابر ۹ است.

(۱) «الف» و «ج»

(۲) «الف» و «ب»

(۳) «ب» و «ج»

(۴) «الف»، «ب» و «ج»

- ۵۴- اگر a_{ij} متقارن و ثابت نسبت به مختصات مستقل و متعامد x_n باشد، عبارت اندیسی $\frac{\partial}{\partial x_k} (a_{ij} x_i x_j)$ کدام است؟

$$(۱) 2a_{kj} x_j$$

$$(۲) 3a_{kj} x_j$$

$$(۳) 2a_{ij} x_k$$

$$(۴) a_{jk} x_j + a_{ij} x_k$$

۵۵- در میدان سرعت: $v_1 = kX_2$, $v_2 = v_3 = 0$, حداکثر و حداقل نرخ کشیدگی کدام است؟

$$(1) \frac{-k}{\sqrt{2}} \text{ و } \frac{k}{\sqrt{2}} \quad (2) \sqrt{2}k \text{ و } -\sqrt{2}k$$

$$(3) \frac{-k}{2} \text{ و } \frac{k}{2} \quad (4) 2k \text{ و } -2k$$

۵۶- ذره‌ای در لحظه $t = 0$ در مختصات $(1, 2, 1)$ قرار دارد و مختصات اولری آن به صورت زیر است. مسیر آن کدام است؟

$$x_1 = X_1 + t^2 X_2, \quad x_2 = X_2 + t^2 X_1, \quad x_3 = X_3$$

$$(1) 3X_1 - X_2 = -1 \text{ در صفحه } X_3 = 2 \quad (2) X_1 - 3X_2 = -2 \text{ در صفحه } X_3 = 1$$

$$(3) 2X_1 - X_2 = -3 \text{ در صفحه } X_3 = 2 \quad (4) X_1 - 2X_2 = -3 \text{ در صفحه } X_3 = 1$$

۵۷- کدام میدان سرعت اولری زیر که در مختصات کارتزینی متعامد داده شده بیانگر جریان غیرچرخشی یک سیال تراکم ناپذیر است؟

$$(1) v_1 = 2X_1^2 - 3X_2^2 + X_3^2, \quad v_2 = 2X_1X_2, \quad v_3 = -6X_1X_2$$

$$(2) v_1 = 2X_1X_2, \quad v_2 = 2X_2X_3, \quad v_3 = X_1^2$$

$$(3) v_1 = 3X_1^2, \quad v_2 = -2X_1X_2, \quad v_3 = -4X_1X_2$$

$$(4) v_1 = 3X_1X_2, \quad v_2 = 2X_2X_3, \quad v_3 = X_1X_2$$

۵۸- میزان افزایش طول AB در شکل زیر، تحت میدان تغییر شکل $x_1 = X_1 + kX_1$, $x_2 = X_2$, $x_3 = X_3$ کدام است؟

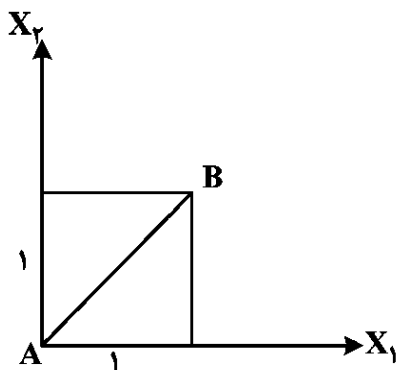
(k بسیار کوچک)

$$(1) 2k$$

$$(2) 2\sqrt{2}k$$

$$(3) \sqrt{2}k$$

$$(4) \frac{\sqrt{2}}{2}k$$



۵۹- در نقطه‌ای از یک محیط پیوسته، بردار تنش روی صفحه $5 = -x_1 + 2x_2 + 2x_3$ به صورت $(1, 2, 3)$ است. بردار تنش در همین نقطه، روی صفحه $4 = x_1 - x_2$ کدام گزینه می‌تواند باشد؟ (x_1, x_2, x_3 مختصات دکارتی متعامد است.)

$$(1) \left(\frac{3}{\sqrt{2}}, \frac{-3}{\sqrt{2}}, \frac{3}{\sqrt{2}}\right) \quad (2) \left(\frac{1}{3}, \frac{-1}{3}, \frac{1}{3}\right)$$

$$(3) \left(\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{-1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \quad (4) \left(\frac{1}{2}, \frac{-1}{2}, \frac{1}{2}\right)$$

۶۰- A_{ij} در رابطه $A_{ij} = \delta_{kk}\delta_{ll}\delta_{is}T_{sj} + \delta_{sk}\delta_{ik}T_{sj}$ کدام است؟

$$(1) 2T_{ij} \quad (2) 4T_{ij}$$

$$(3) 6T_{ij} \quad (4) 10T_{ij}$$

۶۱- با توجه به قانون هوک $\sigma_{ij} = \lambda \varepsilon_{kk} \delta_{ij} + 2\mu \varepsilon_{ij}$ ، در وضعیت تنش هیدرواستاتیک با کرنش حجمی ε_v ، چگالی انرژی کرنشی ماده کدام است؟

$$\frac{3(3\lambda + 2\mu)}{2} \varepsilon_v^2 \quad (۱)$$

$$\frac{3\lambda + 2\mu}{2} \varepsilon_v^2 \quad (۲)$$

$$\frac{3\lambda + 2\mu}{6} \varepsilon_v^2 \quad (۳)$$

$$\frac{3\lambda + 2\mu}{3} \varepsilon_v^2 \quad (۴)$$

۶۲- اگر میدان کرنش در دستگاه مختصات XYZ به صورت $\varepsilon_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 0 \\ -2 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix} \times 10^{-3}$ باشد، آنگاه میدان کرنش کروی در

دستگاه $x'y'z'$ که نسبت به محور Z، 60° درجه چرخیده، کدام است؟ (I ماتریس همانی 3×3 است.)

$$\frac{1}{2} I \times 10^{-3} \quad (۱)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} I \times 10^{-3} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{3} I \times 10^{-3} \quad (۳)$$

$$I \times 10^{-3} \quad (۴)$$

۶۳- کدام تابع تنش، بیانگر تنش صفحه‌ای در یک ماده تراکم‌ناپذیر است؟

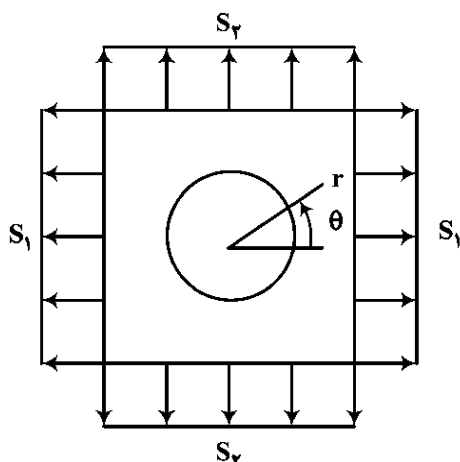
$$\phi = x^3 - y^3 \quad (۱)$$

$$\phi = 3x^2y - y^3 \quad (۲)$$

$$\phi = x^3 + y^3 \quad (۳)$$

$$\phi = 3x^2y + y^3 \quad (۴)$$

۶۴- تنش محیطی حول یک سوراخ دایره‌ای در یک صفحه با ابعاد بی‌نهایت تحت بارگذاری دو محوری S_1 و S_2 شکل زیر کدام است؟ (تنش محیطی ایجاد شده فقط توسط S_1 به صورت تابع $\sigma_{\theta\theta}(r, \theta, S_1)$ است.)



$$\sigma_{\theta\theta}(r, \theta, S_1) + \sigma_{\theta\theta}(r, \theta + \frac{\pi}{2}, S_2) \quad (۱)$$

$$\sigma_{\theta\theta}(r, \theta, S_1) + \sigma_{\theta\theta}(r, \theta - \frac{\pi}{2}, S_2) \quad (۲)$$

$$\sigma_{\theta\theta}(r, \theta + \frac{\pi}{2}, S_1) + \sigma_{\theta\theta}(r, \theta, S_2) \quad (۳)$$

$$\sigma_{\theta\theta}(r, \theta, S_1) + \sigma_{\theta\theta}(r, \theta, S_2) \quad (۴)$$

۶۵- میدان تغییر مکان در یک جامد الاستیک به صورت $u_i = c \varepsilon_{ijk} x_j x_k$ است. کرنش حجمی در آن چقدر است؟

(ε_{ijk} نماد جایگشت، c ثابت و x_n مختصات مستقل دکارتی متعامد است.)

$$c \quad (۱)$$

$$-c \quad (۲)$$

$$2c \quad (۳)$$

$$\text{صفر} \quad (۴)$$

۶۶- کدام میدان تغییر مکان صفحه‌ای متناظر با وضعیت بدون برش و چرخش در صفحه است؟

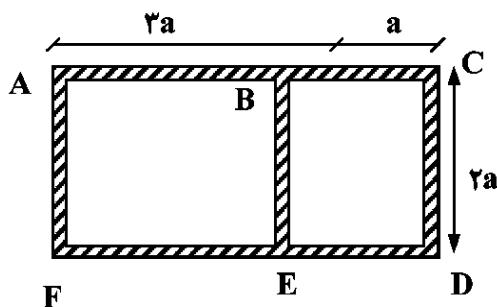
$$\begin{cases} u = \Delta x^3 + 3x^2 - 4 \\ v = 2y^2 - 7y \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} u = \Delta x^3 + 3y^2 - 4 \\ v = 2y^2 - 7x \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} u = \Delta y^3 + 3y^2 - 4 \\ v = 2x^2 - 7x \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} u = \Delta y^3 + 3x^2 - 4 \\ v = 2x^2 - 7y \end{cases} \quad (3)$$

۶۷- مقطع جدار نازک دوحفره‌ای نشان داده شده تحت پیچش قرار دارد. ضخامت دیواره در تمام شاخه‌ها یکسان است. حداکثر تنش برشی در کدام شاخه(ها)، اتفاق می‌افتد؟



(1) BAFE

(2) BCDE

(3) ACDF

(4) BE

۶۸- نزدیک شدن نسبت پواسون به -۱، کدام نتیجه را به دنبال دارد؟

(1) ماده تراکم‌ناپذیر می‌شود.

(2) ماده در کشش صلب می‌شود.

(3) ماده در برابر تغییر شکل برشی مقاوم‌تر می‌شود.

(4) ماده در برابر تغییر شکل برشی و تغییر حجم صلب‌تر می‌شود.

۶۹- در مسئله پیچش مقطع دلخواه، معادله حاکم بر تابیدگی (Warping)، حاصل کدام معادله میدانی است؟

(1) تعادل نیرو در صفحه مقطع

(2) تعادل نیرو در راستای عمود بر صفحه مقطع

(3) سازگاری کرنش‌های خارجی از صفحه مقطع

(4) سازگاری کرنش‌های برشی در صفحه مقطع

۷۰- اگر المانی تحت تنش σ_x باشد، کرنش حجمی آن $\frac{\Delta V}{V}$ چقدر است؟

$$\frac{1-\nu}{E} \sigma_x \quad (2)$$

$$\frac{1-\nu}{2E} \sigma_x \quad (1)$$

$$\frac{1-2\nu}{E} \sigma_x \quad (4)$$

$$\frac{2-\nu}{E} \sigma_x \quad (3)$$

۷۱- ثابت‌های a و b به ترتیب چقدر باشند تا تعادل نیرو در یک محیط پیوسته در غیاب نیروهای جسمی خارجی برقرار باشد؟

$$\sigma_{xx} = ax + b(x+y), \quad \sigma_{xy} = \sigma_{yx} = ay + (3+b)x, \quad \sigma_{yy} = by$$

$$\sigma_{zz} = \sigma_{zx} = \sigma_{xz} = \sigma_{zy} = \sigma_{yz} = 0$$

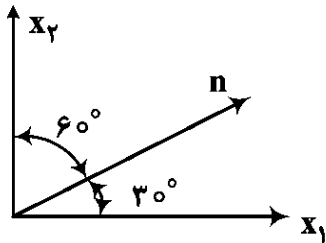
$$-\frac{2}{3} \text{ و } -\frac{3}{8} \quad (2)$$

$$-\frac{3}{2} \text{ و } \frac{3}{4} \quad (1)$$

$$\frac{2}{3} \text{ و } \frac{4}{3} \quad (4)$$

$$\frac{3}{2} \text{ و } \frac{3}{8} \quad (3)$$

۷۲- اگر کرنش قائم در راستاهای n ، x_1 و x_2 به ترتیب برابر: $\varepsilon_{30^\circ} = 0.02\sqrt{3}$ ، $\varepsilon_{90^\circ} = 0.01\sqrt{3}$ و



$\varepsilon_{90^\circ} = -0.03\sqrt{3}$ باشد، مقدار ε_{12} چقدر است؟

- (۱) ۰٫۰۱
(۲) ۰٫۰۲
(۳) ۰٫۰۳
(۴) ۰٫۰۴

۷۳- اگر تانسور تنش در نقطه‌ای $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 2 \end{bmatrix}$ باشد، بردار تنش، روی صفحه‌ای که با محورهای مختصات

زاویای یکسان می‌سازد کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{\sqrt{3}}(2i - 2j - 2k)$
(۲) $\frac{1}{\sqrt{3}}(2i - 2j + 2k)$
(۳) $\frac{1}{\sqrt{3}}(2i - 2j + 2k)$
(۴) $\frac{1}{\sqrt{3}}(2i - 2j - 2k)$

۷۴- جسمی تحت تأثیر نیروی تک راستا قرار گرفته و در آن تنش قائم σ_1 را ایجاد کرده است. مؤلفه‌های قائم و برشی

بردار تنش روی صفحه‌ای با بردار یکه $n = \frac{1}{3}(2e_1 + e_2 + 2e_3)$ به ترتیب کدامند؟

- (۱) $\frac{2}{9}\sigma_1$ و $\frac{1}{3}\sigma_1$
(۲) $\frac{2\sqrt{5}}{9}\sigma_1$ و $\frac{4}{9}\sigma_1$
(۳) $\frac{1}{2}\sigma_1$ و ۰
(۴) ۰ و σ_1

۷۵- در برش خالص $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & \tau & 0 \\ \tau & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ ، مؤلفه قائم ترکشن (بردار تنش) در صفحه هشت‌وجهی کدام است؟

(۱) ۰

(۲) $\sqrt{\frac{2}{3}}\tau$

(۳) $\sqrt{\frac{2}{3}}\tau$

(۴) $\sqrt{\frac{1}{3}}\tau$

