

کد کنترل

699

C



699C



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

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

عصر جمعه  
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۳

مهندسی هوا فضا (کد ۲۳۳۱)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۸۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضیات مهندسی	۱۰	۱	۱۰
۲	آیرودینامیک مادون صوت - جریان لزج پیشرفته ۱	۳۵	۱۱	۴۵
۳	اصول جلوبرنده پیشرفته - سوخت و احتراق پیشرفته ۱	۳۵	۴۶	۸۰
۴	روش اجزای محدود ۱ - تحلیل پیشرفته سازه‌های هوافضایی	۳۵	۸۱	۱۱۵
۵	دینامیک پرواز پیشرفته ۱ - تئوری کنترل بهینه	۳۵	۱۱۶	۱۵۰
۶	طراحی سیستمی فضاپیما - دینامک پرواز و کنترل فضاپیما	۳۵	۱۵۱	۱۸۵

این آزمون، نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

\* 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- فرض کنید  $f(x) = \begin{cases} 3x & , 0 \leq x \leq 3 \\ \sqrt{3}(1-x) & , 3 < x \leq 5 \end{cases}$  . اگر  $\sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin\left(\frac{n\pi}{5}x\right)$  سری فوریه سینوسی تابع  $f$  باشد، آنگاه

مقدار  $\sum_{n=1}^{\infty} b_n^2$  ، کدام است؟

(۱) ۱۰

(۲)  $\frac{137}{5}$

(۳)  $\frac{166}{5}$

(۴)  $\frac{274}{5}$

۲- اگر  $\int_0^{\infty} f(x) \cos(\omega x) dx = \frac{e^{-\omega} \sin \omega}{\omega}$  و  $f$  یک تابع پیوسته بر  $\mathbb{R}$  باشد، آنگاه مقدار  $f(1)$  کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{\pi} \operatorname{arccot} 2$

(۲)  $\frac{2}{\pi} \operatorname{arccot} 2$

(۳)  $\frac{1}{\pi} \arctan 2$

(۴)  $\frac{2}{\pi} \arctan 2$

۳- معادله  $3u_{xx} - u_{yy} = 3$  با تغییر متغیر  $(\zeta, \eta) = (x + \sqrt{3}y, x - \sqrt{3}y)$  ، به کدام معادله تبدیل می شود؟

(۱)  $u_{\zeta\eta} = \frac{1}{2}$

(۲)  $u_{\zeta\eta} = \frac{1}{3}$

(۳)  $u_{\zeta\eta} = \frac{1}{4}$

(۴)  $u_{\zeta\eta} = \frac{1}{12}$

۴- اگر تبدیل فوریه  $f(x, y)$  نسبت به متغیر  $x$  به صورت  $F(\omega, y) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\omega x} f(x, y) dx$  تعریف شود، آنگاه تبدیل

فوریه جواب کران دار مسئله مقدار مرزی زیر، کدام مضرب  $\frac{\sinh(\omega y)}{\omega \sinh(\omega a)}$ ، است؟

$$\begin{cases} \nabla^2 u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, & 0 < y < a, -\infty < x < \infty & (1) \\ u(x, 0) = 0, u(x, a) = \begin{cases} 1 & |x| < b \\ 0 & |x| > b \end{cases} & & (2) \\ & & (3) \\ & & (4) \end{cases}$$

۵- فرض کنید  $u(x, t)$  جواب مسئله موج زیر باشد. مقدار  $u(-2, 2\sqrt{3})$  کدام است؟

$$\begin{cases} u_{tt} = 3u_{xx}, & x \in \mathbb{R}, t > 0 & (1) \\ u(x, 0) = 2^{-|x|}, & x \in \mathbb{R} & (2) \\ u_t(x, 0) = \begin{cases} x & 0 < x < 2 \\ 0 & \text{سایر جاها} \end{cases} & & (3) \\ & & (4) \end{cases}$$

۶- اگر  $\text{Ln}z$  شاخه اصلی لگاریتم باشد، آنگاه نقاط غیر تحلیلی تابع  $f(z) = \text{Ln}\left(\frac{1}{1+e^z}\right)$  در صفحه مختلط، کدام اند؟

$$\begin{cases} \{z = x + iy \mid x \leq 0, y = k\pi, k \in \mathbb{Z}\} & (1) \\ \{z = x + iy \mid x \leq 0, y = 2k\pi, k \in \mathbb{Z}\} & (2) \\ \{z = x + iy \mid x \geq 0, y = k\pi, k \in \mathbb{Z}\} & (3) \\ \{z = x + iy \mid x \geq 0, y = (2k-1)\pi, k \in \mathbb{Z}\} & (4) \end{cases}$$

۷- سری لوران تابع  $f(z) = \frac{3}{2+z-z^2}$  در ناحیه  $1 < |z| < 2$ ، کدام است؟

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

۸- فرض کنید  $I_C = \oint_C \frac{e^z \sin(\pi z)}{z^2 + 1} dz$ . اگر  $C$  محیط دایره  $|z - i| = 1$  باشد، آنگاه  $I_C = \pi e^i \sinh \pi$  و اگر  $C$  دایره

$|z + i| = 1$  باشد، آنگاه  $I_C = \pi e^{-i} \sinh \pi$ . اگر  $C$  بیضی  $|z - i| + |z + i| = 4$  باشد، مقدار  $I_C$  کدام است؟

(۱)  $2\pi i \cos \sinh \pi$

(۲)  $2\pi \sin \sinh \pi$

(۳)  $\pi i e^{2i} \sinh \pi$

(۴) صفر

۹- ناحیه همگرایی  $\sum_{n=1}^{\infty} n e^{-(nz^2)}$ ، کدام است؟

(۱)  $C$

(۲)  $\{z = x + iy \mid |x| > |y|\}$

(۳)  $\{z = x + iy \mid |x| < |y|\}$

(۴)  $\{z = x + iy \mid x^2 - y^2 > 1\}$

۱۰- مقدار  $\int_0^{\infty} \frac{dx}{x^2 + 1}$ ، کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi}{3\sqrt{2}}$

(۲)  $\frac{\pi}{4}$

(۳)  $\frac{\pi}{2\sqrt{2}}$

(۴)  $\frac{\pi}{\sqrt{2}}$

آیرودینامیک مادون صوت - جریان لزوج پیشرفته ۱:

۱۱- برای یک جریان دوبعدی، تابع جریان به صورت زیر داده شده است. به ازای چه مقدار از ضریب  $a$  این تابع جریان، یک جریان غیر چرخشی است؟

$\psi = 5x^3 - 2axy^2$

(۲)  $a = -\frac{15}{2}$

(۱)  $a = -\frac{2}{15}$

(۴)  $a = \frac{15}{2}$

(۳)  $a = \frac{2}{15}$

۱۲- تابع سرعت مختلط برای جریان دوقلو (doublet) با قدرت  $\mu$  که مرکز آن در نقطه  $z_0$  و محور آن دارای زاویه حمله  $\alpha$  نسبت به محور  $x$  باشد، کدام است؟

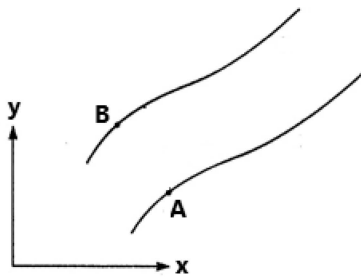
(۲)  $W(z) = \frac{\mu}{2\pi(z-z_0)^2} e^{i\alpha}$

(۱)  $W(z) = \frac{\mu}{2\pi(z-z_0)} e^{-i\alpha}$

(۴)  $W(z) = \frac{\mu \ln(z-z_0)}{2\pi} e^{-i\alpha}$

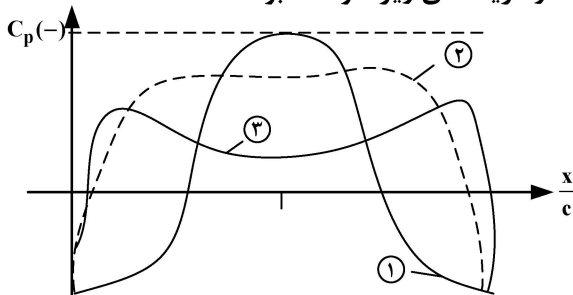
(۳)  $W(z) = \frac{\mu \ln(z-z_0)}{2\pi} e^{i\alpha}$

۱۳- جهت جریان و دبی حجمی جریان عبوری از میان دو خط جریان A و B کدام است؟ ( $\psi$  تابع جریان و  $\psi_B < \psi_A$  است.)



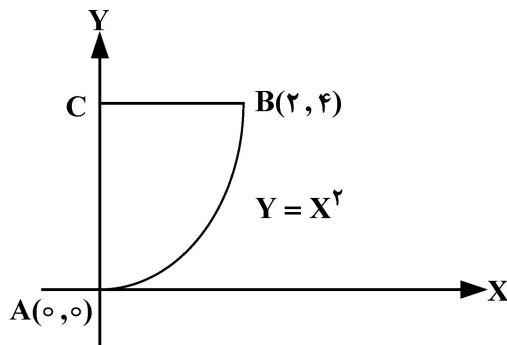
- (۱) از راست به چپ،  $|\psi_B - \psi_A|$
- (۲) از چپ به راست،  $|\psi_B - \psi_A|$
- (۳) از راست به چپ،  $\int_A^B \psi dy$
- (۴) از چپ به راست،  $\int_A^B \psi dy$

۱۴- توزیع ضریب فشار روی سه جسم به شکل زیر است. اگر جریان تراکم ناپذیر پتانسیل باشد و هر سه شکل نسبت به افق متقارن باشند، شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب کدام یک از گزینه‌های زیر خواهند بود؟



- (۱) بیضی با نسبت قطر یا ضخامت ۰/۵ - بیضی با نسبت ضخامت ۰/۲ - استوانه
  - (۲) بیضی با نسبت قطر یا ضخامت ۰/۵ - بیضی با نسبت قطر یا ضخامت ۰/۲ - استوانه
  - (۳) استوانه - بیضی با نسبت قطر یا ضخامت ۰/۵ - بیضی با نسبت قطر یا ضخامت ۰/۲
  - (۴) استوانه - بیضی با نسبت قطر یا ضخامت ۰/۲ - بیضی با نسبت قطر یا ضخامت ۰/۵
- ۱۵- مقدار گردش (Circulation) حول منحنی بسته ABC در میدان سرعت زیر چقدر است؟

$$\vec{V} = 2y \hat{i} + 4x \hat{j}$$



- (۱) ۳۲
- (۲)  $\frac{80}{3}$
- (۳) ۱۶
- (۴)  $\frac{32}{3}$

۱۶- توزیع گردش در راستای دهانه بالی مستطیلی با طول وتر یک متر و نسبت منظری زیاد به صورت  $\Gamma(\theta) = 60 \sin^2 \theta$  است. اگر سرعت جریان آزاد برابر ۱۰۰ متر بر ثانیه باشد، ضریب برآی بال چند است؟ (مبدأ  $\theta$  وسط بال است.)

- (۱) ۰/۴
- (۲) ۰/۸
- (۳) ۱/۲
- (۴) ۱/۶

۱۷- اگر از عقب به هواپیما نگاه شود، کدام گزینه برای جهت حرکت گردابه‌های منتشر شده از نوک بال هواپیما حین پرواز در مجاورت زمین، درست است؟

- (۱) به سمت پایین و از یکدیگر دور می‌شوند.
- (۲) به سمت پایین و به یکدیگر نزدیک می‌شوند.
- (۳) در جهت افقی (موازی با زمین) از یکدیگر دور می‌شوند.
- (۴) در جهت افقی (موازی با زمین) به یکدیگر نزدیک می‌شوند.

۱۸- اگر بالی با نسبت منظری زیاد و توزیع برآی بیضوی، بدون پیچش هندسی و آیرودینامیکی باشد، رابطه بین ضریب برآی بال و ایرفویل (مقطع) آن کدام است؟

(۱)  $c_l > C_L$       (۲)  $c_l < C_L$

(۳)  $c_l = C_L$       (۴) بستگی به مقدار نسبت منظری بال دارد.

۱۹- معادله دیفرانسیل حاکم در جریان پتانسیل سه بعدی، کدام است؟

(۱)  $\nabla^2 \phi = 0$       (۲)  $\nabla \times \bar{v} = 0$

(۳)  $\nabla^2 \psi = 0$       (۴) ثابت  $p + \frac{1}{\rho} \rho v^2 = \text{ثابت}$

۲۰- فرض جریان پتانسیل به جای جریان لزج حول اجسام، در کدام یک از شرایط زیر مناسب است؟

(۱) زاویه حمله کم      (۲) عدد رینولدز بسیار کم

(۳) جریان تراکم‌ناپذیر و غیرچرخشی      (۴) عدد رینولدز زیاد و عدم جدایش جریان

۲۱- دو ایرفویل متقارن و یکسان در یک راستا پشت سرهم قرار گرفته‌اند و جریان آزاد با زاویه حمله‌ای، به سمت آنها برقرار است. کدام عبارت درست است؟

(۱) اندازه برآی ایرفویل عقبی بیشتر است و با فاصله دو ایرفویل رابطه عکس دارد.

(۲) اندازه برآی ایرفویل جلویی بیشتر است و با فاصله دو ایرفویل رابطه عکس دارد.

(۳) اندازه برآی ایرفویل عقبی بیشتر است و با فاصله دو ایرفویل رابطه مستقیم دارد.

(۴) اندازه برآی ایرفویل جلویی بیشتر است و با فاصله دو ایرفویل رابطه مستقیم دارد.

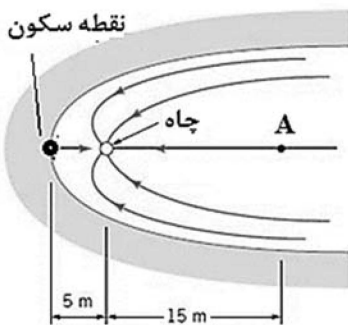
۲۲- گردابه‌ای ساعتگرد با قدرت  $\Gamma$  به فاصله  $a$  از یک دیواره مسطح واقع شده است و جریان آزاد نیز با سرعت  $U$  از چپ به راست روی دیواره می‌گذرد. سرعت جریان روی دیواره چقدر است؟ (محور  $x$  دستگاه مختصات روی دیواره است.)

(۱)  $U - \frac{\Gamma a}{2\pi a}$       (۲)  $U + \frac{\Gamma a}{2\pi a}$

(۳)  $U - \frac{\Gamma a}{\pi(a^2 + x^2)}$       (۴)  $U + \frac{\Gamma a}{\pi(a^2 + x^2)}$

۲۳- الگوی جریان زیر از ترکیب چاه به قدرت  $m = \pi$  و جریان یکنواختی با سرعت  $U_\infty$  حاصل می‌شود. اندازه سرعت

در نقطه  $A$  چند است؟ (برای چاه،  $\psi = \frac{m}{2\pi} \theta$ )



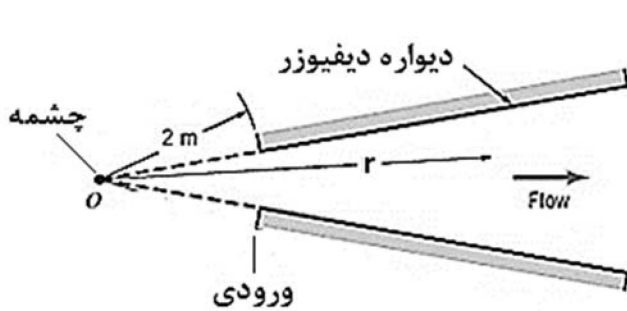
(۱)  $\frac{2}{15}$

(۲)  $\frac{1}{10}$

(۳)  $\frac{1}{15}$

(۴)  $\frac{1}{30}$

۲۴- جریان هوا با  $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  مطابق شکل وارد یک دی فیوزر می شود. اگر این مسئله به صورت بخشی از جریان چشمه ای در  $O$  شبیه سازی شود و سرعت در ورودی دی فیوزر برابر  $20$  متر بر ثانیه باشد، گرادیان فشار در جهت  $r$  چند است؟



(برای چشمه،  $\psi = \frac{m}{2\pi} \theta$ )

(۱)  $\frac{1600}{r}$

(۲)  $\frac{1600}{r^3}$

(۳)  $\frac{40}{r}$

(۴)  $\frac{40}{r^3}$

۲۵- قدرت گردابه آغازین ایرفویل به کدام کمیت بستگی دارد؟

(۱) زاویه حمله

(۲) شکل ایرفویل

(۳) برای ایرفویل

(۴) سرعت جریان آزاد

۲۶- توزیع گردش بر واحد طول در راستای وتر برای ایرفویل نازک متقارنی در زاویه حمله کم، به صورت

$\gamma(\theta) = 1/8 U_{\infty} \frac{1 + \cos \theta}{\sin \theta}$  است. ضریب برآ در زاویه حمله  $10^\circ$  درجه، چند است؟ ( $\theta$  از وسط وتر سنجیده می شود).

$\alpha$  زاویه حمله و  $U$  سرعت جریان آزاد است.  $\pi = 3$

(۱)  $0.9$

(۲)  $1.0$

(۳)  $1.2$

(۴)  $1.8$

۲۷- جریان آزاد هوا با سرعت  $50$  متر بر ثانیه روی بالی برقرار است. در مقطعی از بال، مقدار نیروی برآ برابر  $100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  و سرعت

فرورزش برابر  $10$  متر بر ثانیه اندازه گیری شده است. پسای القایی این مقطع چند  $\frac{\text{N}}{\text{m}}$  است؟ ( $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ )

(۱)  $10$

(۲)  $20$

(۳)  $30$

(۴)  $50$

۲۸- جریان پایا با سرعت  $U$  بر روی یک صفحه تخت متخلخل بی نهایت، عبور می کند. عمود بر سطح دیواره، جریان

مکشی  $v_w$  وجود دارد. با افزایش سرعت مکش جریان، ضخامت لایه مرزی چه تغییری می کند؟

(۱) ثابت می ماند.

(۲) کاهش می یابد.

(۳) افزایش می یابد.

(۴) با توجه به مقدار  $U$  می تواند کاهش یا افزایش یابد.

۲۹- با کدام یک از پروفیل های سرعت لایه مرزی زیر می توان کمیت های لایه مرزی را با استفاده از روش انتگرالی فون کارمن

با دقت مناسب محاسبه کرد؟

(۱)  $\frac{u}{U} = \frac{y}{\delta}$

(۲)  $\frac{u}{U} = \sin(\pi \frac{y}{\delta})$

(۳)  $\frac{u}{U} = 2 \frac{y}{\delta} - (\frac{y}{\delta})^2$

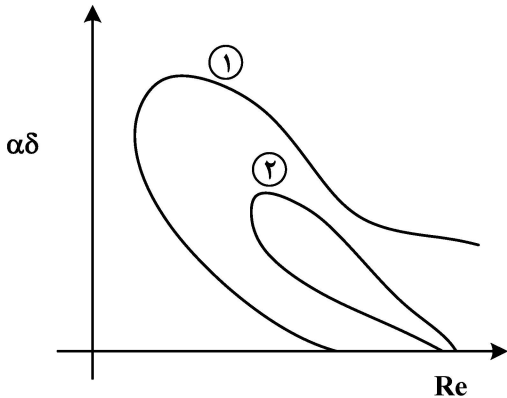
(۴)  $\frac{u}{U} = \frac{3}{2} (\frac{y}{\delta}) - \frac{1}{3} (\frac{y}{\delta})^3$

۳۰- اگر پروفیل سرعت جریان تراکم‌ناپذیر لایه مرزی نسبت به جریان آزاد برابر  $1-y^2$  باشد، ضخامت جابه‌جایی و مومنوموم به ترتیب کدام‌اند؟

$$\theta = \frac{\delta^2}{2} - \frac{\delta^3}{3}, \delta^* = \frac{\delta^3}{3} \quad (1) \quad \theta = \frac{\delta^3}{3}, \delta^* = 2\delta - \frac{\delta^3}{3}$$

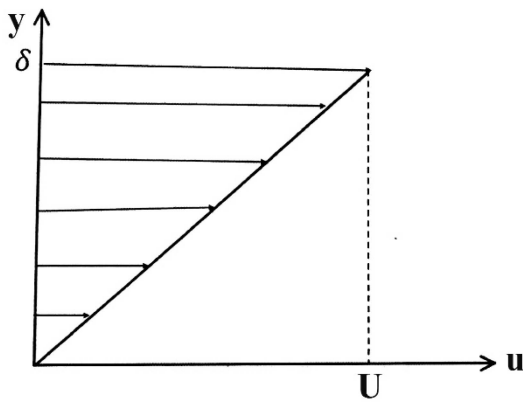
$$\theta = \frac{\delta^3}{3} - \frac{\delta^5}{5}, \delta^* = 2\delta - \frac{\delta^3}{3} \quad (4) \quad \theta = \frac{\delta^3}{3} - \frac{\delta^5}{5}, \delta^* = \frac{\delta^3}{3} \quad (3)$$

۳۱- کدام گزینه در رابطه با پروفیل سرعت لایه مرزی بلازیوس با توجه به منحنی‌های پایداری اور - سامرفیلد شکل زیر، نادرست است؟



- (۱) نمودار ۲ دارای محدوده پایداری بیشتری است.
- (۲) نمودار ۱ دارای گرادیان فشار مطلوب است.
- (۳) نمودار ۲ دارای نقطه عطف نیست.
- (۴) نمودار ۱ دارای نقطه عطف است.

۳۲- پروفیل جریان لایه مرزی آرام روی صفحه تخت به صورت زیر است. رابطه ضخامت لایه مرزی با عدد رینولدز کدام است؟



$$\frac{\delta}{x} = \frac{4}{\sqrt{Re_x}} \quad (1)$$

$$\frac{\delta}{x} = \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{Re_x}} \quad (2)$$

$$\frac{\delta}{x} = \frac{12}{\sqrt{Re_x}} \quad (3)$$

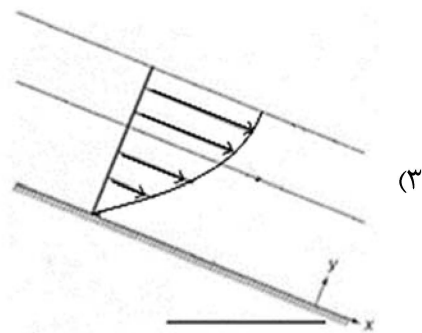
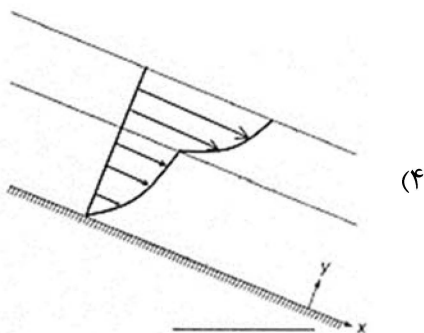
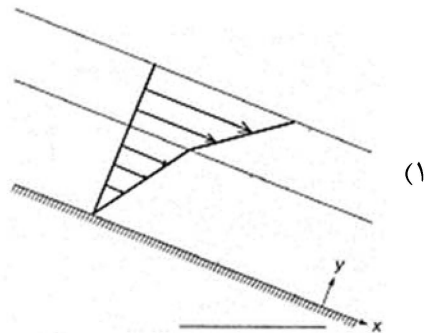
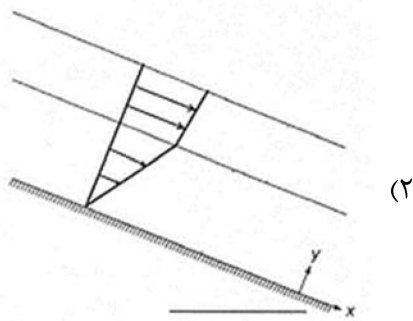
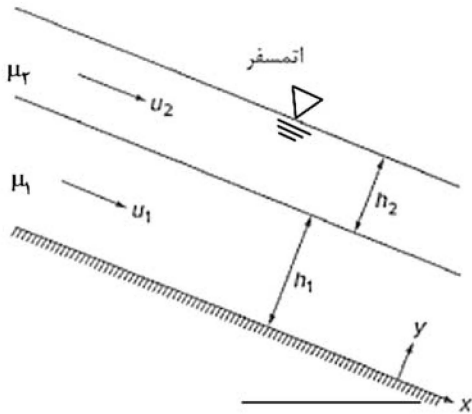
$$\frac{\delta}{x} = \frac{\sqrt{12}}{\sqrt{Re_x}} \quad (4)$$

۳۳- در جریان خزش برای بی‌بعدسازی معادله ناویر استوکس، فشار با کدام عبارت بی‌بعد می‌شود؟

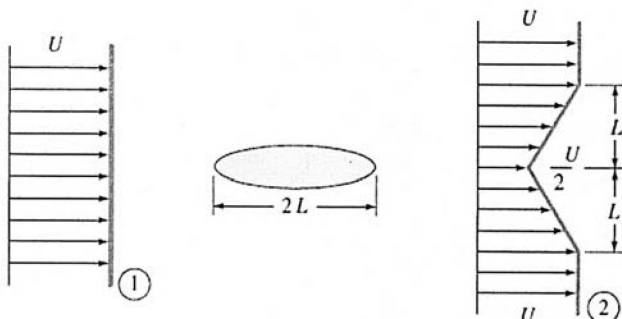
- (۱) نیروی لزج
- (۲) نیروی اینرسی
- (۳) فشار دینامیکی
- (۴) نیروی کشش سطحی



۳۴- دو لایه سیال تراکم‌ناپذیر مخلوط نشدنی با ضرایب لزجت متفاوت  $\mu_1 > \mu_2$  بر روی یک سطح شیب‌دار به صورت شکل زیر جریان دارند. اگر اتمسفر، تنش برشی ناچیزی بر سیال اعمال کند و فشار ثابت باشد، پروفیل سرعت این دو سیال مطابق با کدام گزینه خواهد بود؟



۳۵- در شکل زیر، ضریب پسا چقدر است؟



(۱)  $\frac{1}{6}$

(۲)  $\frac{1}{4}$

(۳)  $\frac{1}{3}$

(۴)  $\frac{2}{3}$

۳۶- کدام گزینه عبارت **Vortex stretching** را به درستی نشان می‌دهد؟

(۲)  $\omega \cdot \nabla V$

(۱)  $\omega \times V$

(۴)  $\mu \nabla^2 \omega$

(۳)  $\mu \nabla \times \omega$

۳۷- برای جریان لزوج آرام مابین دو صفحه افقی طویل که فاصله بین دو صفحه  $h$  و سرعت صفحه بالایی ثابت و برابر با  $V_0$  است. با فرض تغییرات ضریب لزجت به صورت  $\mu(y) = \mu_0(1 + \frac{ay}{h})$ ، کدام عبارت در خصوص تنش برشی درست است؟

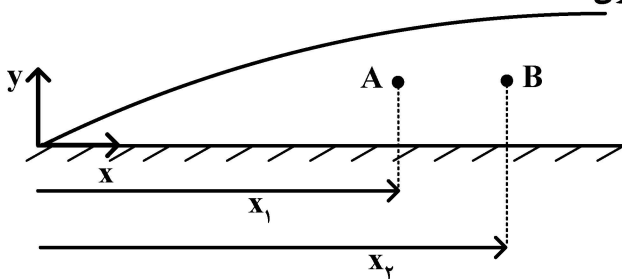
(۱) مقدار تنش برشی در همه جا ثابت و برابر با  $\frac{V_0 \mu_0}{h}$  است.

(۲) مقدار تنش برشی در همه جا ثابت و برابر با  $\frac{V_0 \mu_0 a}{h \ln(1+a)}$  است.

(۳) مقدار تنش برشی وابسته به  $y$  و مقدار آن روی دیواره پایینی،  $\frac{V_0 \mu_0}{h}$  است.

(۴) مقدار تنش برشی وابسته به  $y$  و مقدار آن روی دیواره پایینی،  $\frac{V_0 \mu_0 a}{h \ln(1+a)}$  است.

۳۸- برای جریان لایه مرزی آرام روی صفحه تخت، کدام عبارت برای مقدار چرخش (تاوایی) در نقاط  $A$  و  $B$  به ازای یک فاصله یکسان از دیواره، درست است؟ لبه لایه مرزی



(۱)  $\omega_A > \omega_B$

(۲)  $\omega_A < \omega_B$

(۳)  $\omega_A = \omega_B$

(۴) وابسته به عدد رینولدز جریان آزاد است.

۳۹- در جریان لایه مرزی آرام روی صفحه تخت، کدام عبارت در خصوص مؤلفه عمودی سرعت ( $v$ ) روی لبه لایه مرزی، درست است؟

(۱) مخالف صفر و از مرتبه  $\delta^{-\frac{1}{2}}$  است.

(۳) مخالف صفر و از مرتبه  $\sqrt{\delta}$  است.

(۲) برابر صفر است.

(۴) مخالف صفر و از مرتبه  $\delta$  است.

۴۰- برای استفاده از روش انتگرالی مومنوم و با فرض یک پروفیل سرعت به شکل  $u(y) = a + by + cy^2 + dy^3$ ، کدام یک از شرایط مرزی دقیق تر است؟

$$\begin{cases} u = \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 & y = 0 \\ u \rightarrow u_\infty, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \rightarrow 0 & y \rightarrow \infty \end{cases} \quad (۲)$$

$$\begin{cases} u = \frac{\partial u}{\partial y} = 0 & y = 0 \\ u \rightarrow u_\infty, \quad \frac{\partial u}{\partial y} \rightarrow 0 & y \rightarrow \infty \end{cases} \quad (۱)$$

$$\begin{cases} u = 0 & y = 0 \\ u \rightarrow u_\infty, \quad \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \rightarrow 0 & y \rightarrow \infty \end{cases} \quad (۴)$$

$$\begin{cases} u = \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 & y = 0 \\ u \rightarrow u_\infty, \quad \frac{\partial u}{\partial y} \rightarrow 0 & y \rightarrow \infty \end{cases} \quad (۳)$$

۴۱- برای جریان لایه مرزی آرام حول نقطه سکون که سرعت خارج لایه مرزی آن  $u_e(x) = cx$  است، کدام عبارت درست است؟ (c مقداری ثابت است).

- ۱) ضخامت لایه مرزی، ثابت و پروفیل‌های سرعت  $u(y)$  در جهت  $x$ ، تشابه دارند.
- ۲) ضخامت لایه مرزی، متغیر و پروفیل‌های سرعت  $u(y)$  در جهت  $x$ ، تشابه دارند.
- ۳) ضخامت لایه مرزی، ثابت و پروفیل‌های سرعت  $u(y)$  در جهت  $x$ ، یکسان هستند.
- ۴) ضخامت لایه مرزی، متغیر و پروفیل‌های سرعت  $u(y)$  در جهت  $x$ ، یکسان هستند.

۴۲- برای جریان لایه مرزی آرام روی صفحه تخت، اگر طول صفحه نصف شود، نیروی پسای چند برابر می‌شود؟

$$\begin{array}{ll} \frac{\sqrt{2}}{4} & (۱) \\ \frac{1}{2\sqrt{2}} & (۲) \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & (۳) \\ \frac{1}{2} & (۴) \end{array}$$

۴۳- برای شبیه‌سازی واقعی‌تر جریان غیرلزج روی جسم، کدام عبارت در خصوص تصحیح هندسه جسم درست است؟

- ۱) هندسه جسم در هر نقطه، متناسب با اندازه  $Re$  اصلاح شود.
- ۲) هندسه جسم در هر نقطه، به اندازه ضخامت لایه مرزی اصلاح شود.
- ۳) هندسه جسم در هر نقطه، به اندازه ضخامت مومنتوم لایه مرزی اصلاح شود.
- ۴) هندسه جسم در هر نقطه، به اندازه ضخامت جابه‌جایی لایه مرزی اصلاح شود.

۴۴- صفحه‌ای تخت با طول و عرض بی‌نهایت در مجاورت سیالی ساکن، ناگهان با سرعت ثابت  $V_0$  شروع به حرکت می‌کند.

پس از گذشت زمان ثابت، ضخامت نفوذ مومنتوم در سیال آب و هوا در مقایسه با هم چگونه است؟

$$\begin{array}{ll} \delta_{\text{آب}} < \delta_{\text{هوا}} & (۱) \\ \delta_{\text{آب}} > \delta_{\text{هوا}} & (۲) \\ \delta_{\text{آب}} = \delta_{\text{هوا}} & (۳) \\ \delta_{\text{آب}} \text{ بستگی به } Re \text{ مسئله دارد.} & (۴) \end{array}$$

۴۵- کدام جمله در مورد لایه مرزی، نادرست است؟

- ۱) با افزایش ضخامت مومنتوم، ضریب اصطکاک کاهش می‌یابد.
- ۲) مؤلفه عمودی سرعت روی لبه لایه مرزی با  $Re$  رابطه عکس دارد.
- ۳) با افزایش سرعت خارج لایه مرزی،  $u_e(x)$ ، ضخامت لایه مرزی کاهش می‌یابد.
- ۴) در جریان بلازیوس روی صفحه تخت مقدار ضریب اصطکاک پوسته‌ای دیواره با افزایش  $x$  کاهش می‌یابد.

اصول جلوبرنده پیشرفته - سوخت و احتراق پیشرفته ۱:

۴۶- جریان گاز در گذر از شوک عمودی .....

- ۱) دچار کاهش دمای سکون می‌شود
- ۲) دچار افزایش آنترپپی می‌شود
- ۳) دچار افزایش فشار سکون می‌شود
- ۴) هیچ کدام

۴۷- در یک کمپرسور محوری، کدام عدد بهتر است کمتر از ۵/۰ باشد؟

- ۱) ضریب پخش لیبلین  $D$
- ۲) صلبیت پره  $\frac{c}{s}$
- ۳) درجه واکنش  $R$
- ۴) عدد ماخ  $M$

۴۸- در یک سیکل توربوجت ایده آل با درجه حرارت ورودی توربین معادل ۱۲۰۰ کلوین، مقدار مصرف سوخت ویژه برابر با ۰/۱ کیلوگرم بر نیوتن ساعت است. اگر فقط درجه حرارت ورودی توربین را به ۱۵۰۰ کلوین افزایش دهیم و بقیه پارامترها ثابت بماند، مصرف سوخت ویژه چقدر می شود؟

(۱) تغییر نمی کند.  
(۲) بیشتر از  $0.1 \frac{\text{kg}}{\text{N.hr}}$

(۳) کمتر از  $0.1 \frac{\text{kg}}{\text{N.hr}}$   
(۴) با داده های داده شده نمی توان اظهار نظر کرد.

۴۹- کدام راهکار زیر باعث بلعیدن یک شوک نرمال در ورودی یک هواپیمای مافوق صوت می شود؟

(۱) افزایش مساحت دهانه ورودی  
(۲) افزایش ماخ پروازی  
(۳) افزایش دبی ورودی  
(۴) همه موارد

۵۰- محفظه احتراق جریان برگشتی، در کدام موتورها کاربرد ندارد؟

(۱) موتورهای کوچک  
(۲) موتورهای توربوشفت  
(۳) موتورهای توربوفن بزرگ  
(۴) اولین نسل موتورهای توربوجت هوایی

۵۱- اگر نسبت دبی سوخت به دبی هوا در محفظه احتراق یک موتور توربوجت برابر با ۰/۰۲۵، دمای هوای ورودی به

محفظه ۶۰۰ کلوین و ارزش حرارتی سوخت  $50 \frac{\text{mJ}}{\text{kg}}$  باشد، دمای خروجی محفظه احتراق چقدر است؟

$$C_p = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

(۱) ۱۹۵۰  
(۲) ۱۸۵۰  
(۳) ۱۷۵۰  
(۴) ۱۶۵۰

۵۲- در صورت ورود یک پرنده به موتور توربوفن یک هواپیما، کدام مورد زیر محتمل تر است؟

(۱) پدیده surge در کمپرسور  
(۲) شکستن پره کمپرسور  
(۳) پدیده Rotating Stall در کمپرسور  
(۴) افزایش تنش حرارتی در پره های توربین

۵۳- کدام مورد زیر از معایب محفظه احتراق های قوطی شکل نسبت به محفظه احتراق های حلقوی نیست؟

(۱) وزن بیشتر  
(۲) افت فشار بیشتر  
(۳) هزینه طراحی بیشتر  
(۴) تعداد جرقه زدن Igniter بیشتر

۵۴- طراحی پره کمپرسور با گردابه آزاد، باعث زیاد شدن بار بر روی کدام قسمت می شود؟

(۱) نوک پره استاتور  
(۲) ریشه پره استاتور  
(۳) نوک پره روتور  
(۴) ریشه پره روتور

۵۵- کدام مورد از مقایسه یک موتور توربوفن با یک موتور توربوجت، در نسبت فشار کمپرسور یکسان و دمای ورودی

توربین یکسان و بازده های اجزاء یکسان، نادرست است؟

(۱) بازده پیشران توربوفن بیشتر است.  
(۲) مصرف سوخت ویژه استاتیکی توربوفن کمتر است.  
(۳) رانش ویژه استاتیکی در توربوفن بیشتر است.  
(۴) هیچ کدام

۵۶- در یک موتور توربوجت، در صورتی که دور موتور تثبیت شود، افزایش سطح نازل خروجی منجر به کدام مورد می شود؟

(۱) نسبت فشار توربین ثابت می ماند.  
(۲) جرم ورودی به موتور کاهش شدیدی می یابد.  
(۳) نسبت فشار کمپرسور و دمای ورودی به موتور کاهش می یابد.  
(۴) نسبت فشار کمپرسور و دمای ورودی به موتور افزایش می یابد.

- ۵۷- با افزایش درجه حرارت ورودی توربین در سیکل توربوجت ایده آل، چه تغییری در مصرف سوخت ویژه رخ می دهد؟  
 (۱) افزایش می یابد.  
 (۲) کاهش می یابد.  
 (۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد.  
 (۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد.
- ۵۸- راندمان پروپالسو یک توربوجت که با سرعت ۷۰ متر بر ثانیه پرواز می کند، برابر با ۲۰ درصد است. اگر مصرف سوخت ویژه موتور ۰/۱۲ کیلوگرم بر نیوتن ساعت و دبی سوخت پاشیده شده ۲ کیلوگرم بر ثانیه باشد، دبی هوای ورودی به موتور تقریباً چند کیلوگرم بر ثانیه است؟  
 (۱) ۱۴۴  
 (۲) ۱۲۴  
 (۳) ۱۰۷  
 (۴) ۸۵
- ۵۹- در یک موتور توربوجت که در ارتفاع ۱۸۰۰۰ پا پرواز می کند، سرعت پرواز  $۷۷۰ \frac{km}{h}$  و سرعت گازهای خروجی از موتور (به طور نسبی)  $۵۵۰ \frac{m}{s}$  است. در صورتی که شار جرمی هوای مصرفی موتور  $۳۶ \frac{kg}{s}$ ، شار جرمی سوخت  $۴۸۰ \frac{gr}{s}$ ، ارزش حرارتی سوخت  $۴۵۰۰۰ \frac{kJ}{kg}$  و راندمان پیشرانش ۰/۶۷ باشد، مقدار راندمان حرارتی تقریباً چقدر است؟  
 (۱) ۰/۱۴  
 (۲) ۰/۲۲  
 (۳) ۰/۳۴  
 (۴) ۰/۳۹
- ۶۰- افزایش Solidity در فرایند طراحی یک کمپرسور، به کدام پدیده زیر منتهی می شود؟  
 (۱) افزایش درجه واکنش  
 (۲) افزایش Diffusion Factor  
 (۳) افزایش ماکزیمم سرعت بر روی پره ها  
 (۴) کاهش Diffusion Factor
- ۶۱- در جریان برگشت ناپذیر و بدون تبادل حرارت و کار، فشار سکون .....  
 (۱) ثابت است.  
 (۲) افزایش می یابد.  
 (۳) کاهش می یابد.  
 (۴) ابتدا کاهش یافته و پس از مدتی ثابت می شود.
- ۶۲- کدام مورد در خصوص رم جت ایده آل، نادرست است؟  
 (۱) ماخ ورودی و خروجی در رم جت ایده آل برابر هستند.  
 (۲) الزاماً بهترین رانش ویژه و بیشترین برد، در یک عدد ماخ رخ نمی دهند.  
 (۳) مصرف سوخت ویژه با صفر شدن رانش مخصوص، به صفر میل می کند.  
 (۴) با افزایش عدد ماخ، رانش ویژه شدیداً کم شده و بازده کلی شدیداً افزایش می یابد.
- ۶۳- در طرح یک کمپرسور محوری، افزایش دمای سکون همه مراحل  $15 K$  است. چنانچه درجه حرارت سکون ورودی  $300 K$ ، نسبت فشار کل کمپرسور ۱۰ و راندمان پلی متروپیک ۰/۹ باشد، تعداد مراحل کمپرسور چقدر است؟  
 (۱) ۳۰  
 (۲) ۲۲  
 (۳) ۱۵  
 (۴) ۱۰
- ۶۴- با کاهش نسبت بای پس موتور توربوفن، نسبت فشار بهینه فن، چه تغییری می کند؟  
 (۱) افزایش می یابد.  
 (۲) کاهش می یابد.  
 (۳) تغییر نمی کند.  
 (۴) ممکن است افزایش یا کاهش یابد.
- ۶۵- کدام مورد در خصوص شعله های پیش مخلوط (Premixed) و غیرپیش مخلوط (Non-premixed) سوخت متان و اکسیدکننده هوا درست است؟  
 (۱) در شعله های پیش مخلوط دوده تولید نمی شود.  
 (۲) دمای محصولات احتراق شعله های پیش مخلوط، قابل کنترل است.  
 (۳) میزان اکسیدهای نیتروژن  $NO_x$  در شعله های پیش مخلوط کمتر از شعله های غیرپیش مخلوط است.  
 (۴) همه موارد

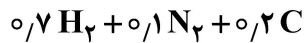
۶۶- طبق اصل لوشاتولیه، در واکنش تعادلی تجزیه  $\text{CO}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2$ ، با افزایش فشار و افزایش دما، معادله به ترتیب به کدام سمت می‌رود؟

- (۱) چپ - راست (۲) راست - چپ (۳) راست - راست (۴) چپ - چپ

۶۷- احتراق پروپان گازی با هوای استوکیومتری یک در نظر بگیرید. جرم کل واکنش دهنده‌ها برای واکنش با ۱ kg پروپان، کدام است؟

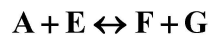
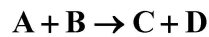
- (۱) ۲۴/۸ (۲) ۲۳/۸  
(۳) ۱۶/۶ (۴) ۱۵/۶

۶۸- نسبت هم‌ارزی واکنش سوخت ترکیبی زیر، با یک برابر هوای اضافی، چقدر است؟



- (۱) ۲ (۲) ۱/۵  
(۳) ۱ (۴) ۰/۵

۶۹- برای واکنش‌های مقدماتی زیر، نرخ تغییر گونه A تابع غلظت کدام گونه‌ها است؟



- (۱) C و E, B, A (۲) G و F, E, B, A  
(۳) G و F, E, D, C, B, A (۴) H و G, F, E, D, C, B, A

۷۰- مخلوط بنزین - هوا با سرعت یکنواخت  $100 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  از نازل گرد خارج می‌شود. در صورتی که سرعت شعله آرام مخلوط بنزین - هوا برابر  $50 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  باشد، زاویه مخروط شعله چقدر است؟

- (۱) ۴۵° (۲) ۶۰°  
(۳) ۱۵° (۴) ۳۰°

۷۱- اصلی‌ترین مکانیزم تولید اکسیدهای نیتروژن در فرایندهای احتراقی در دمای بالا کدام است؟

- (۱) NNH (۲) Fenimore  
(۳) Zeldovich (۴)  $\text{N}_2\text{O}$  - intermediate

۷۲- در رادیکال n-propyl با فرمول زیر، کدام یک از پیوندهای مشخص شده، ضعیف‌تر است؟



۷۳- هیدروژنی با هوای استوکیومتری یک به صورت کامل و در شرایط استاندارد (فشار یک اتمسفر و دمای ۲۹۸k) می‌سوزد. محصولات احتراقی تا دمای ۴۹۸K خنک می‌شوند. میزان حرارت تبادل شده محفظه با محیط به ازای واحد مول سوخت، چند کیلوژو بوده و جهت حرارت چگونه است؟

$$\bar{h}_{f, \text{H}_2\text{O}}^\circ = -2000 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}}, \bar{c}_{p, \text{H}_2} = 2 \frac{\text{kJ}}{\text{kmolK}}, \bar{c}_{p, \text{O}_2} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kmolK}}$$

$$\bar{c}_{p, \text{N}_2} = 2 \frac{\text{kJ}}{\text{kmolK}}, \bar{c}_{p, \text{H}_2\text{O}} = 2 \frac{\text{kJ}}{\text{kmolK}}$$

- (۱) ۸۴۸، از محیط به محفظه (۲) ۸۴۸، از محفظه به محیط  
(۳) ۷۵۲، از محیط به محفظه (۴) ۷۵۲، از محفظه به محیط

۷۴- در رابطه با ثابت تعادل (equilibrium constant)، کدام عبارت درست است؟

- (۱) ثابت تعادل، تابع ضرایب مولی واکنش نیست.
- (۲) ثابت تعادل واکنش‌های رفت و برگشت، برابرند.
- (۳) اگر ثابت تعادل به بی‌نهایت میل کند، واکنش بسیار سریع کامل می‌شود.
- (۴) هیچ‌کدام

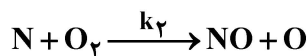
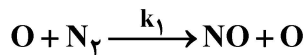
۷۵- در یک رآکتور کاملاً هم‌زده Well-Stirred Reactor، در چه شرایطی حالت محصولات احتراق خروجی به حالت تعادلی نزدیک‌تر می‌شود؟

- (۱) با افزایش حجم رآکتور و کاهش دبی ورودی سوخت و اکسید
- (۲) با افزایش حجم رآکتور و افزایش دبی ورودی سوخت و اکسید
- (۳) با کاهش حجم رآکتور و کاهش دبی ورودی سوخت و اکسید
- (۴) با کاهش حجم رآکتور و افزایش دبی ورودی سوخت و اکسید

۷۶- در یک شعله پیش مخلوط با نسبت هم‌ارزی کوچک‌تر از یک، در صورتی که نسبت هم‌ارزی کاهش یابد، سرعت و ضخامت شعله به ترتیب چه تغییری می‌کند؟

- (۱) بیشتر - بیشتر
- (۲) بیشتر - کمتر
- (۳) کمتر - بیشتر
- (۴) کمتر - کمتر

۷۷- واکنش دومرحله‌ای زیر برای تولید گونه NO را در نظر بگیرید. اگر مقادیر  $k_1$  و  $k_2$  (نرخ واکنش‌ها) دو برابر شوند، مقدار غلظت رادیکال N در شرایطی که به حالت پایا برسد، چه تغییری می‌کند؟



- (۱) نصف می‌شود.
- (۲) تغییری نمی‌کند.
- (۳) دو برابر می‌شود.
- (۴) چهاربرابر می‌شود.

۷۸- حداکثر دمای آدیاباتیک شعله متان و هوا، در چه نسبتی از هم‌ارزی اتفاق می‌افتد؟

- (۱) در نسبت هم‌ارزی بیشتر از ۱
- (۲) در نسبت هم‌ارزی ۱
- (۳) در نسبت هم‌ارزی کمتر از ۱
- (۴) به نسبت هم‌ارزی وابستگی ندارد.

۷۹- فرض کنید که سوخت متان ( $CH_4$ ) با هوا ( $O_2 + 3.76N_2$ ) واکنش می‌دهد. محصولات احتراق فقط حاوی گونه‌های  $N_2$ ،  $O_2$ ،  $H_2O$  و  $CO_2$  است. اگر کسر مولی گونه  $O_2$  برابر با ۰/۰۱۵ باشد، نسبت هم‌ارزی مخلوط اولیه به کدام

گزینه نزدیک است؟

- (۱) ۰/۶
- (۲) ۰/۷
- (۳) ۰/۸
- (۴) ۰/۹

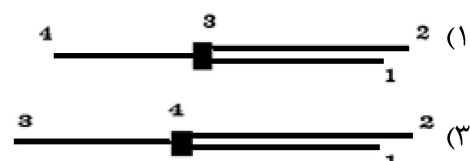
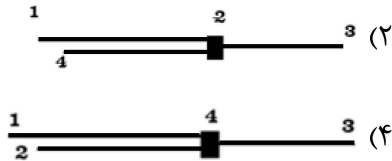
۸۰- در رابطه با تعادل شیمیایی در یک سیستم بسته ترمودینامیکی حجم ثابت که هیچ‌گونه انتقال حرارتی با بیرون ندارد، کدام مورد درست است؟

- (۱) آنتالپی حداکثر می‌شود.
- (۲) آنتروپی حداکثر می‌شود.
- (۳) آنتالپی حداقل می‌شود.
- (۴) آنتروپی حداقل می‌شود.

روش اجزای محدود ۱ - تحلیل پیشرفته سازه‌های هوافضایی:

۸۱- ماتریس سفتی زیر، مربوط به کدام ساختار است؟

$$k^{tot} = \begin{bmatrix} k_{11}^{(1)} & 0 & k_{13}^{(1)} & 0 \\ 0 & k_{22}^{(2)} & k_{23}^{(2)} & 0 \\ k_{31}^{(1)} & k_{32}^{(2)} & k_{33}^{(1)} + k_{33}^{(2)} + k_{33}^{(3)} & k_{34}^{(3)} \\ 0 & 0 & k_{43}^{(2)} & k_{44}^{(3)} \end{bmatrix}$$



۸۲- در حین استفاده از روش حذف گوسی برای حل  $Ax = b$ ، ضریب حذف گوسی به صورت ..... تعریف می شود.

(۲)  $C = -a_{kk}/a_{ik}$

(۱)  $C = -a_{kk}/a_{ki}$

(۴)  $C = -a_{ik}/a_{kk}$

(۳)  $C = -a_{ki}/a_{kk}$

۸۳- در معادله زیر، جمله اول بیانگر چیست؟

$$\int_L \sigma^T \epsilon(\phi) A dx - \int_L \phi^T f A dx - \int_L \phi^T dx - \sum_i \phi_i P_i = 0$$

(۲) کل کار مجازی

(۱) کار مجازی نیروهای گسترده

(۴) کار مجازی خارجی

(۳) کار مجازی داخلی

۸۴- برای یک المان چهار گره‌ای در حین اجرای یک برنامه کامپیوتری، نمایش فشرده تابع شکل، کدام است؟

(۲)  $N_t = \frac{1}{4}(1 + \xi)(1 + \eta)$

(۱)  $N_t = \frac{1}{4}(1 - \xi)(1 - \eta)$

(۴)  $N_t = \frac{1}{4}(1 + \xi\xi_i)(1 + \eta\eta_i)$

(۳)  $N_t = \frac{1}{4}(1 - \xi\xi_i)(1 - \eta\eta_i)$

۸۵- در حل اجزاء محدود خطی، کدام یک از عبارات زیر درست است؟

(۱) مقدار ضریب سفتی برای حل عددی، برابر با مقدار جواب دقیق است.

(۲) مقدار ضریب سفتی برای حل عددی، کمتر از مقدار جواب دقیق است.

(۳) مقدار ضریب سفتی برای حل عددی، بیشتر از مقدار جواب دقیق است.

(۴) مقدار ضریب سفتی برای حل عددی، ممکن است کمتر یا بیشتر از جواب دقیق باشد.

۸۶- در شبکه‌بندی یک محیط پیوسته دو بعدی، محدوده مناسب برای انتخاب زوایای گوشه المان کدام است؟

(۲)  $6^\circ - 12^\circ$

(۱)  $25^\circ - 75^\circ$

(۴)  $9^\circ - 18^\circ$

(۳)  $45^\circ - 18^\circ$

۸۷- برای یک تیر یکسر گیردار تحت بار گسترده با توزیع یکنواخت، کدام یک از معادلات زیر بیان درست نیروی برشی (V) در یک المان این تیر است؟ (E مدول الاستیسیته، I ممان اینرسی، le طول المان و q درجه آزادی است.)

(۲)  $V = \frac{12EI}{(le)^3}(2q_1 + l_e q_2 + 2q_3 + l_e q_4)$

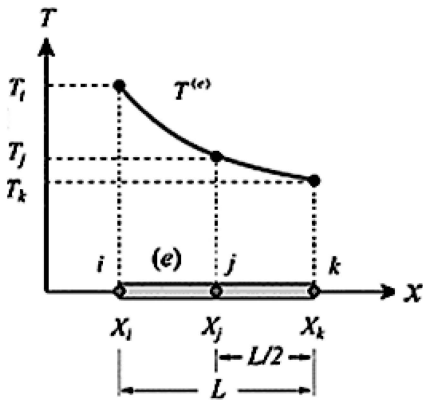
(۱)  $V = \frac{6EI}{(le)^3}(2q_1 + l_e q_2 - 2q_3 + l_e q_4)$

(۴)  $V = \frac{12EI}{(le)^3}(2q_1 + l_e q_2 - 2q_3 + l_e q_4)$

(۳)  $V = \frac{6EI}{(le)^3}(2q_1 + l_e q_2 + 2q_3 + l_e q_4)$



۸۸- برای تقریب متغیر میدان در یک میله، از المان یک بعدی با سه گره استفاده شده است. در این صورت کدام بیان



درست است؟  $T^e = S_i T_i + S_j T_j + S_k T_k$

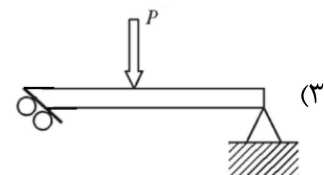
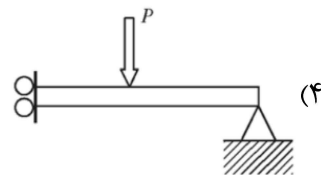
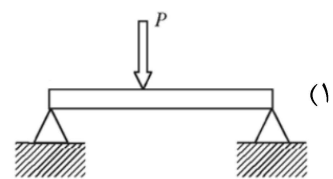
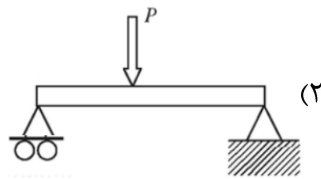
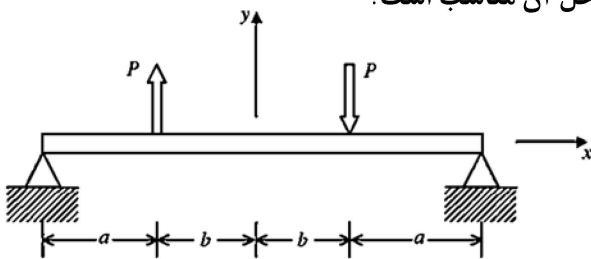
$$S_i = -\frac{\gamma}{L^2}(x - X_k)(x - X_j), S_j = \frac{\gamma}{L^2}(x - X_i)(x - X_k), S_k = -\frac{\gamma}{L^2}(x - X_i)(x - X_j) \quad (1)$$

$$S_i = \frac{\gamma}{L^2}(x - X_k)(x - X_j), S_j = -\frac{\gamma}{L^2}(x - X_i)(x - X_k), S_k = \frac{\gamma}{L^2}(x - X_i)(x - X_j) \quad (2)$$

$$S_i = \frac{\gamma}{L^2}(x - X_k)(x - X_j), S_j = -\frac{\gamma}{L^2}(x - X_i)(x - X_k), S_k = \frac{\gamma}{L^2}(x - X_i)(x - X_j) \quad (3)$$

$$S_i = \frac{\gamma}{L^2}(x - X_k)(x - X_j), S_j = -\frac{\gamma}{L^2}(x - X_i)(x - X_k), S_k = \frac{\gamma}{L^2}(x - X_i)(x - X_j) \quad (4)$$

۸۹- با توجه به نوع تقارن موجود در سازه زیر، کدام مدل برای حل آن مناسب است؟



۹۰- در حل مسائل غیرخطی هندسی .....

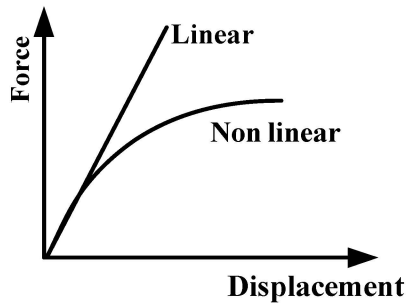
(۱) همواره روش حل کنترل نیرو باعث همگرایی می شود

(۲) گاهی نیاز است جابه جایی و نیرو را همزمان کنترل نمود

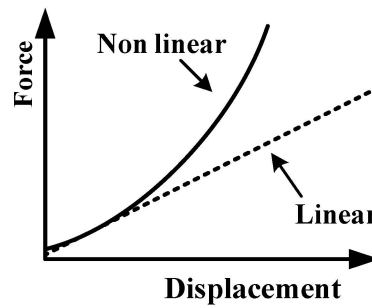
(۳) همواره روش حل کنترل جابه جایی باعث همگرایی می شود

(۴) کنترل همزمان جابه جایی و نیرو همواره باعث واگرایی می شود

۹۱- در حل مسائل غیرخطی هندسی، کدام عبارت در خصوص شکل «الف» و «ب» درست است؟



(ب)



(الف)

(۱) تفاوت حل خطی و غیرخطی همواره مانند شکل (ب) است.

(۲) تفاوت حل خطی و غیرخطی همواره مانند شکل (الف) است.

(۳) هر دو شکل (الف) و (ب) می‌توانند بیانگر تفاوت حل خطی و غیرخطی باشند.

(۴) هیچ‌یک از دو شکل (الف) و (ب) نمی‌توانند بیانگر تفاوت حل خطی و غیرخطی باشند.

۹۲- برای حل معادله دیفرانسیل  $\frac{d^2y}{dx^2} + y = 3x^2$  با شرایط مرزی  $(0, 0)$  و  $(2, 3/5)$  به روش ریلی ریتز، کدام تعریف

برای بازه صفر تا ۲ مناسب‌تر است؟

$$y(x) = \frac{7x}{4} + c_1x(x-2) + c_2x^2(x-2) \quad (1)$$

$$y(x) = \frac{7x}{4} + c_1x(x-2) + c_2x^2(x-2)^2 \quad (2)$$

$$y(x) = x(x-2) + c_1x(x-2) + c_2x^2(x-2) \quad (3)$$

$$y(x) = c_1x(x-2) + c_2x^2(x-2)^2 + c_3x^3(x-2)^3 \quad (4)$$

۹۳- شکل ضعیف (weak form) معادله دیفرانسیل زیر، کدام است؟

$$p'(0) = 1, p(2) = 0, \frac{d^2p}{dx^2} = 0$$

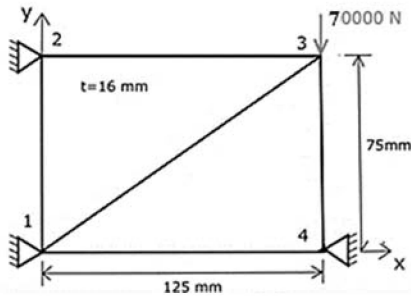
$$\int_0^2 \left( \frac{d^2p}{dx^2} \frac{dN}{dx} \right) dx - \left[ \frac{dp}{dx} \frac{dN}{dx} \right]_0^2 \quad (1)$$

$$\int_0^2 \left( \frac{dp}{dx} \frac{dN}{dx} \right) dx - \left[ \frac{dp}{dx} \frac{dN}{dx} \right]_0^2 \quad (2)$$

$$\int_0^2 \left( \frac{d^2p}{dx^2} \frac{dN}{dx} \right) dx - \left[ \frac{dp}{dx} N \right]_0^2 \quad (3)$$

$$\int_0^2 \left( \frac{dp}{dx} \frac{dN}{dx} \right) dx - \left[ \frac{dp}{dx} N \right]_0^2 \quad (4)$$

۹۴- ورق مستطیلی شکل زیر با مدول الاستیسته  $210 \text{ GPa}$  و ضریب پواسون  $0.3$ ، با استفاده از دو المان مثلثی مش بندی شده و ماتریس سختی آن به صورت زیر به دست آمده است. جابه جایی در گره ۳ چه مقدار است؟



$$K = 10^6 \begin{bmatrix} 2/2 & 0 & -1/1 & 0/6 & 0 & -1/2 & -1/1 & 0/6 \\ 0 & 3/5 & 0/6 & -3/1 & -1/2 & 0 & 0/6 & -0/4 \\ -1/1 & 0/6 & 2/2 & -1/2 & -1/1 & 0/6 & 0 & 0 \\ 0/6 & -3/1 & -1/2 & 3/5 & 0/6 & -0/4 & 0 & 0 \\ 0 & -1/2 & -1/1 & 0/6 & 2/2 & 0 & -1/1 & 0/6 \\ -1/2 & 0 & 0/6 & -0/4 & 0 & 3/5 & 0/6 & -3/1 \\ -1/1 & 0/6 & 0 & 0 & -1/1 & 0/6 & 2/2 & -1/2 \\ 0/6 & -0/4 & 0 & 0 & 0/6 & -3/1 & -1/2 & 3/5 \end{bmatrix}$$

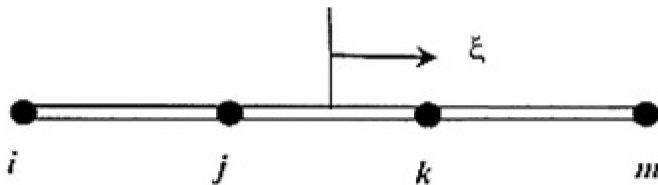
$u_3 = 0.02 \text{ mm}$ ,  $v_3 = -0.37 \text{ mm}$  (۲)

$u_3 = 0.00 \text{ mm}$ ,  $v_3 = -0.154 \text{ mm}$  (۱)

$u_3 = 0.154 \text{ mm}$ ,  $v_3 = -0.3 \text{ mm}$  (۴)

$u_3 = 0.00 \text{ mm}$ ,  $v_3 = -0.02 \text{ mm}$  (۳)

۹۵- المان یک بعدی مرتبه سوم (cubic) شکل زیر، دارای چهار گره به فواصل مساوی  $ijklm$  است. تابع شکل گره  $i$  کدام است؟ ( $-1 \leq \zeta \leq +1$ )



$-\frac{9}{16}(\zeta + \frac{1}{3})(\zeta - \frac{1}{3})(\zeta - 1)$  (۱)

$\frac{9}{16}(\zeta + \frac{1}{3})(\zeta - \frac{1}{3})(\zeta - 1)$  (۲)

$-\frac{27}{16}(\zeta + \frac{1}{3})(\zeta - \frac{1}{3})(\zeta - 1)$  (۳)

$\frac{27}{16}(\zeta + \frac{1}{3})(\zeta - \frac{1}{3})(\zeta - 1)$  (۴)

۹۶- معادله دیفرانسیل  $\frac{d^2\phi}{dx^2} = 1 + x$  ( $0 < x < 1$ ) با شرایط مرزی  $\phi(0) = 0$  و  $\phi(1) = 1$ ، با فرض جواب تقریبی  $\tilde{\phi}(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3$ ، به روش ریلی ریتز حل شده است. مقادیر ثابت کداماند؟

$c_0 = 1, c_1 = 1 - c_2 - c_3, c_2 = \frac{1}{6}, c_3 = \frac{1}{2}$  (۱)

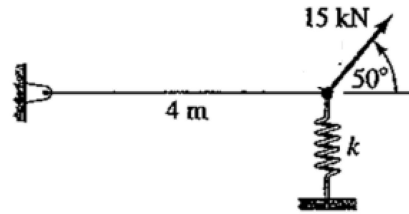
$c_0 = 0, c_1 = 1 - c_2 - c_3, c_2 = \frac{1}{2}, c_3 = \frac{1}{6}$  (۲)

$c_0 = 1, c_1 = \frac{1}{2}, c_2 = \frac{1}{6}, c_3 = \frac{1}{2}$  (۳)

$c_0 = 0, c_1 = \frac{1}{2}, c_2 = \frac{1}{2}, c_3 = \frac{1}{6}$  (۴)

۹۷- سازه شکل زیر از یک میله افقی و یک فنر عمودی تشکیل شده است. اگر ماتریس سفتی میله به صورت زیر باشد، ماتریس سفتی کل سازه کدام است؟ (ضریب سفتی فنر  $\frac{N}{m}$   $50 \times 10^3$  است.)

$$K = 10^6 \begin{bmatrix} 6,2832 & 0 & -6,2832 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -6,2832 & 0 & 6,2832 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



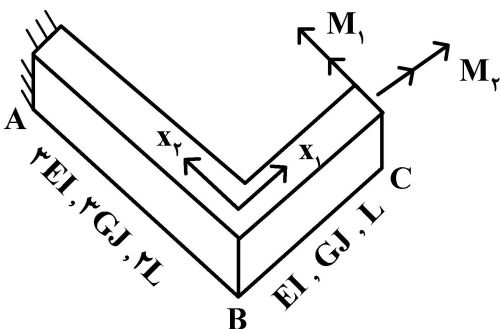
$$K = 10^6 \begin{bmatrix} 6,2832 & 0 & -6,2832 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -6,2832 & 0 & 6,2832 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$K = 10^6 \begin{bmatrix} 6,3332 & 0 & -6,3332 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -6,3332 & 0 & 6,3332 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$K = 10^6 \begin{bmatrix} 6,2832 & 0 & -6,2832 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -6,2832 & 0 & 6,2832 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,05 & 0 & 0 & -0,05 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0,05 & 0 & 0 & 0,05 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$K = 10^6 \begin{bmatrix} 6,2832 & 0 & -6,2832 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -6,2832 & 0 & 6,2832 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,05 & 0 & -0,05 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,05 & 0 & 0,05 \end{bmatrix} \quad (4)$$

۹۸- در شکل زیر، دوران حول محور  $x_1$  در نقطه C چقدر است؟



$$\frac{M_1 L}{GJ} + \frac{2M_1 L}{3EI} \quad (1)$$

$$\frac{M_2 L}{GJ} + \frac{2M_2 L}{3EI} \quad (2)$$

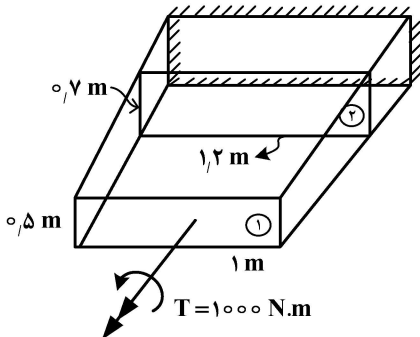
$$\frac{M_1 L}{EI} - \frac{2M_1 L}{3GJ} \quad (3)$$

$$\frac{M_2 L}{EI} - \frac{2M_2 L}{3GJ} \quad (4)$$

۹۹- در یک مقطع جدار نازک چند سلولی بال، مرکز برش در کجا قرار می‌گیرد؟

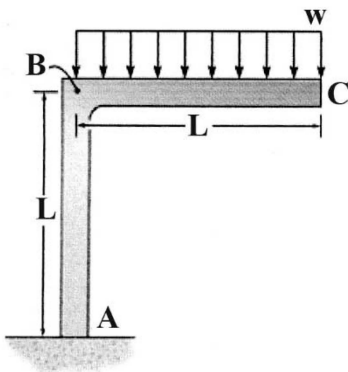
- (۱) در مرکز هندسی مقطع  
 (۲) در مرکز فشار مقطع  
 (۳) در خارج از سلول‌ها  
 (۴) در امتداد اثر نیروهای ناشی از جریان برش

۱۰۰- نسبت جریان برش در دو مقطع ۱ و ۲ چقدر است؟



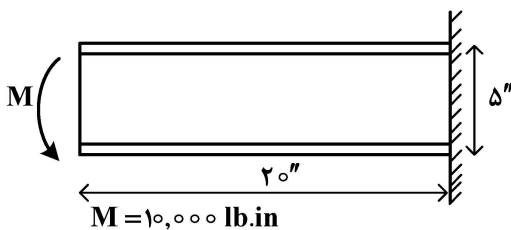
- (۱) ۱٫۶۸  
 (۲) ۱٫۵  
 (۳) ۱  
 (۴) ۰٫۶۸

۱۰۱- جابه‌جایی افقی نقطه B چقدر است؟ (فرض کنید EI ثابت است و فقط انرژی ناشی از خمش را در نظر بگیرید.)



- (۱)  $\frac{wL^4}{2EI}$   
 (۲)  $\frac{wL^4}{3EI}$   
 (۳)  $\frac{wL^4}{4EI}$   
 (۴)  $\frac{wL^4}{8EI}$

۱۰۲- جریان برش ایجادشده در جان (web) تیر زیر برحسب  $\frac{lb}{in}$  ، کدام است؟



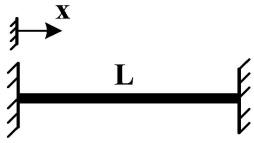
- (۱) ۸۰  
 (۲) ۱۰۰  
 (۳) ۱۰۵  
 (۴) ۱۲۰

۱۰۳- در خصوص تئوری‌های خمش صفحات، کدام جمله درست است؟

- (۱) در تئوری خمشی کلاسیک، انرژی خمشی تنها ناشی از تنش‌های محوری ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}$ ) در صفحات است.  
 (۲) در تئوری خمشی مرتبه سوم، صفحات نرمال بر صفحه میانی بعد از خمش خط باقی می‌ماند ولی دیگر نرمال نیست.  
 (۳) تفاوت تئوری‌های مختلف خمشی، در محاسبه تغییرات تنش‌های محوری در جهت ضخامت است.  
 (۴) در تئوری خمشی مرتبه اول، صفحات نرمال بر صفحه میانی بعد از خمش نرمال باقی می‌ماند.  
 ۱۰۴- کدام مورد جزء فرضیات یا نتایج فرضیات ورق کلاسیک (کرشهف) خطی نیست؟ (Z عمود بر سطح ورق است.)

- (۱) مربع شیب ورق، قابل صرف‌نظر کردن است.  
 (۲) از کرنش‌های برشی  $\gamma_{yz}$  و  $\gamma_{xz}$  صرف‌نظر می‌شود.  
 (۳) از کرنش  $\epsilon_z$  ایجادشده در اثر بار عرضی، صرف‌نظر می‌شود.  
 (۴) ورق میانی (mid-plane) در اثر خمشی دچار تغییر طول می‌شود.

۱۰۵- تیر دو سر ثابت به طول  $L$ ، تحت بار خارجی قرار گرفته و تابع خیز تیر به صورت  $w = a_1(1 - \cos \frac{2\pi x}{L})$ ، تقریب زده شده است ( $a_1$  مقدار ثابتی است). انرژی کرنشی ذخیره شده در این تیر کدام است؟



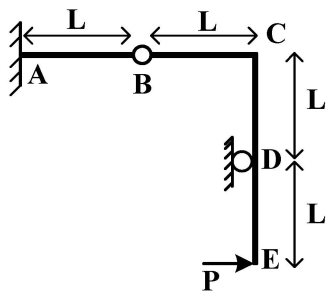
$$\frac{\lambda \pi^2 a_1}{EIL^2} \quad (2)$$

$$\frac{4\pi^2 a_1}{EIL^2} \quad (1)$$

$$\frac{\lambda EI \pi^4 a_1^2}{L^4} \quad (4)$$

$$\frac{4EI \pi^4 a_1^2}{L^4} \quad (3)$$

۱۰۶- در سازه نشان داده شده، جابه‌جایی قائم مفصل B چقدر است؟ ( $EI$  برای کلیه اجزا یکی است).



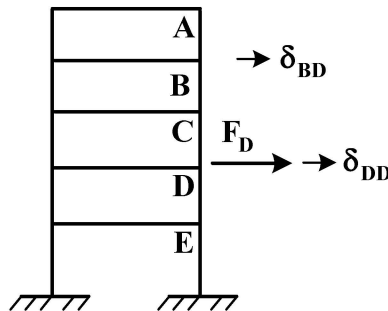
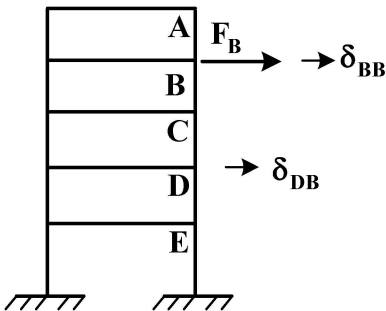
(۱) صفر

$$\frac{PL^2}{EI} \quad (2)$$

$$\frac{PL^2}{3EI} \quad (3)$$

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

۱۰۷- قاب الاستیک زیر تحت دو بارگذاری مختلف قرار گرفته است. کدام عبارت درست است؟ (جابه‌جایی:  $\delta$ ، نیرو:  $F$ )



$$F_B \times \delta_{DB} = F_D \times \delta_{BD} \quad (1)$$

$$F_B \times \delta_{BD} = F_D \times \delta_{DB} \quad (2)$$

$$F_B \times \delta_{BB} = F_D \times \delta_{DD} \quad (3)$$

$$F_B \times \delta_{DD} = F_D \times \delta_{BB} \quad (4)$$

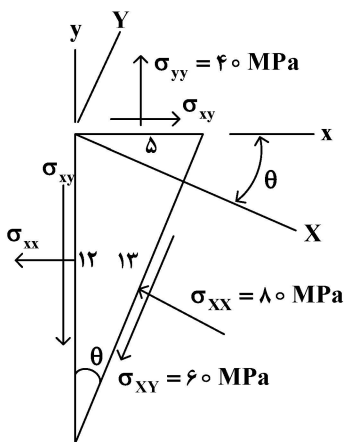
۱۰۸- مقدار قدر مطلق مؤلفه تنش  $\sigma_{xy}$  چقدر است؟

$$40 \text{ MPa} \quad (1)$$

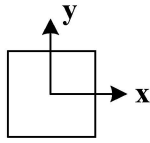
$$30 \text{ MPa} \quad (2)$$

$$20 \text{ MPa} \quad (3)$$

$$10 \text{ MPa} \quad (4)$$



۱۰۹- در المانی از یک جسم الاستیک، مقدار کرنش‌ها به صورت  $\epsilon_x = 0.005$ ،  $\epsilon_y = 0.003$  و  $\gamma_{xy} = 0$  اندازه‌گیری شده است. با چرخش محورهای مختصات، بیشینه کرنش برشی در این المان چقدر خواهد بود؟

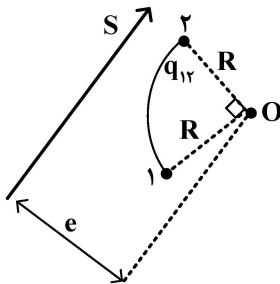


- (۱)  $-0.001$
- (۲)  $0.001$
- (۳)  $0.002$
- (۴)  $0.004$

۱۱۰- برای تحلیل یک عضو بی‌نهایت کوچک در یک جسم در حالت کلی، کدام گزاره نادرست است؟

- (۱) معادلات سازگاری برای ایجاد بالانس بین تعداد مجهولات و معلومات ضروری هستند.
- (۲) معادلات فضای تنش - نیرو ناشی از اصل تعادل هستند و خواص مکانیکی در آنها هیچ نقشی ندارند.
- (۳) معادلات ساختاری معرف ارتباط فضای تنش و کرنش هستند و در حالت کلی به تعیین ۲۱ عضو نیاز است.
- (۴) تانسورگرادیان تغییر مکان از دو قسمت متقارن و پادمتقارن تشکیل شده است که بخش متقارن آن معرف کرنش‌ها است.

۱۱۱- اگر به واسطه اعمال بار عرضی  $S$ ، جریان برش  $100 \frac{N}{mm}$  در پنل ایده‌آل شده نشان داده شده ایجاد شود، فاصله مرکز برش از نقطه  $O$  چند متر است؟ (پنل، ربع دایره و  $R = 1m$  است.)



- (۱)  $0.5$
- (۲)  $1$
- (۳)  $\sqrt{2}$
- (۴)  $\sqrt{3}$

۱۱۲- تابع تنش ایری مربوط به میدان تنش در یک ورق نازک مربعی، به صورت  $\phi = Ax^2 + Bxy + Cy^2$  بوده و  $A$ ،  $B$  و  $C$  مقادیر ثابت هستند. با فرض اینکه  $C = 0$  و  $B$  و  $A$  غیرصفر هستند، بارگذاری در لبه‌های این صفحه به کدام شکل است؟



۱۱۳- در صورتی که  $\phi(x,y) = Ax^4 - Bx^2y^2$  تابع تنش باشد، نسبت  $\frac{A}{B}$  کدام است؟

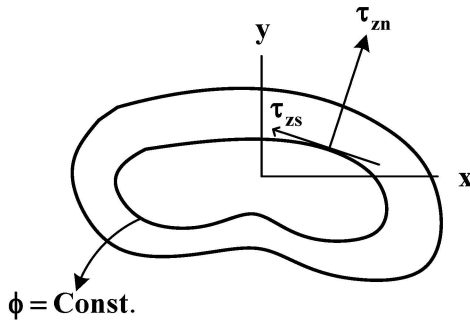
- (۱)  $\frac{1}{3}$
- (۲)  $\frac{1}{4}$
- (۳)  $3$
- (۴)  $4$

۱۱۴- در حل مسئله پیچش یک میله با محور  $z$  با استفاده از تابع وارپینگ سنت و نان  $\psi$ ، (Saint-venant warping function)، اگر  $\beta = \frac{d\theta}{dz}$  نرخ پیچش (twist rate) باشد، کدام گزینه نادرست است؟ (w جابه‌جایی در راستای محور است).

(۱)  $\nabla^2 \psi = 0$  متناسب است.  $\psi$  با  $w$  متناسب است.

(۳)  $w$  با  $\beta$  متناسب است.  $\psi$  روی مرز برابر صفر است.

۱۱۵- تیری با مقطع دلخواه، تحت گشتاور پیچشی  $T$  قرار گرفته و تابع  $\phi$  به‌عنوان تابع تنش پرنتل مفروض است. اگر شکل زیر محل یک کانتور با  $\phi$  ثابت را نشان دهد، کدام یک از عبارات زیر در مورد مؤلفه‌های تنش برشی در مختصات مماس - قائم بر این کانتور، درست است؟



(۱) تنش برشی در راستای مماسی، با  $\frac{d^2 \phi}{dn^2}$  متناسب است.

(۲) مؤلفه تنش برشی در راستای قائم، با  $\frac{d\phi}{dn}$  متناسب است.

(۳) تنش برشی همواره مماس بر کانتور بوده و  $\tau_{zn} = 0$  است.

(۴) مقدار تنش در راستای مماسی همواره کوچک‌تر از راستای قائم است.

دینامیک پرواز پیشرفته ۱- تئوری کنترل بهینه:

۱۱۶- در دستگاه مختصات مسیر (Flight Path)، کدام یک از پارامترهای زیر شاخص است؟

(۱) فی  $\phi$  (۲) بتا  $(\beta)$  (۳) گاما  $(\gamma)$  (۴) آلفا  $(\alpha)$

۱۱۷- خمش الاستیک بدنه یک هواپیما در حین انجام مانور طولی می‌تواند منجر به چه پدیده‌ای شود؟

(۱) کوپلینگ سمتی (۲) کاهش کنترل پذیری

(۳) افزایش کنترل پذیری (۴) افزایش فاکتور بار

۱۱۸- معادلات حرکت غیر خطی هواپیما معمولاً در کدام یک از موارد زیر، مورد استفاده قرار نمی‌گیرد؟

(۱) تعیین موده‌های حرکت (۲) بهینه‌سازی مسیر

(۳) طراحی سامانه کنترل (۴) شبیه‌سازی شش درجه آزادی

۱۱۹- براساس ملزومات پایداری استاتیکی، کدام گزینه باید برقرار باشد؟

(۱)  $C_{y_\beta} > 0$  و  $C_{n_\beta} > 0$  (۲)  $C_{y_\beta} > 0$  و  $C_{n_\beta} < 0$

(۳)  $C_{y_\beta} < 0$  و  $C_{n_\beta} < 0$  (۴)  $C_{y_\beta} < 0$  و  $C_{n_\beta} > 0$

۱۲۰- در معادله حرکت انتقالی یک وسیله پرنده به فرم  $m\dot{v} + \omega \times v = F$  بردار  $v$  بیان‌کننده چیست؟

(۱) بردار سرعت نسبت به دستگاه بدنی و بیان‌شده در دستگاه بدنی

(۲) بردار سرعت نسبت به دستگاه اینرسی و بیان‌شده در دستگاه بدنی

(۳) بردار سرعت نسبت به دستگاه بدنی و بیان‌شده در دستگاه اینرسی

(۴) بردار سرعت نسبت به دستگاه اینرسی و بیان‌شده در دستگاه اینرسی



۱۲۱- در خصوص تابع تبدیل  $G(s) = \frac{3s}{(s^2 + 1)(s + 3)}$  کدام مورد درست است؟

- (۱) خطی و ناپایدار  
 (۲) خطی و دارای پایداری مجانبی  
 (۳) خطی و از دیدگاه لیاپانوف پایدار  
 (۴) خطی و دارای پایداری نمایی

۱۲۲- کدام مورد درست است؟

- (۱) پایداری نمایی ربطی به حالت تعادل ندارد.  
 (۲) پایداری استاتیکی ربطی به حالت تعادل ندارد.  
 (۳) پایداری دینامیکی ربطی به حالت تعادل ندارد.  
 (۴) پایداری استاتیکی ربطی به پایداری دینامیکی ندارد.

۱۲۳- در کدام گزینه، هر دو مشتقات پایداری در ایجاد کوپل بین حرکت‌های سمتی (Directional) و جانبی (Lateral) هواپیما، نقش دارند؟

- (۱)  $L_r$  و  $N_p$   
 (۲)  $L_p$  و  $N_r$   
 (۳)  $L_\beta$  و  $N_r$   
 (۴)  $N_p$  و  $N_\beta$

۱۲۴- مود پیچشی بال مستطیلی در حال پرواز با ایرفویل متقارن، چگونه است و فشار دینامیکی وارونگی اثر کنترلی ایلرون، از کدام رابطه محاسبه می‌شود؟

سختی پیچشی بال =  $k_\alpha$

وتر بال =  $c$

(۲) غیرنوسانی	(۱) نوسانی
$\bar{q}_{reversal} = -\frac{Cl_\alpha}{Cl_{\delta a}} \cdot \frac{k_\alpha}{c^2 C_{m\delta a}}$	$\bar{q}_{reversal} = -\frac{Cl_\alpha}{Cl_{\delta a}} \cdot \frac{k_\alpha}{c^2 C_{m\delta a}}$
(۴) غیرنوسانی	(۳) نوسانی
$\bar{q}_{reversal} = -\frac{Cl_{\delta a}}{Cl_\alpha} \cdot \frac{k_\alpha}{c^2 C_{m\delta a}}$	$\bar{q}_{reversal} = -\frac{Cl_{\delta a}}{Cl_\alpha} \cdot \frac{k_\alpha}{c^2 C_{m\delta a}}$

۱۲۵- کدام عبارت درست است؟

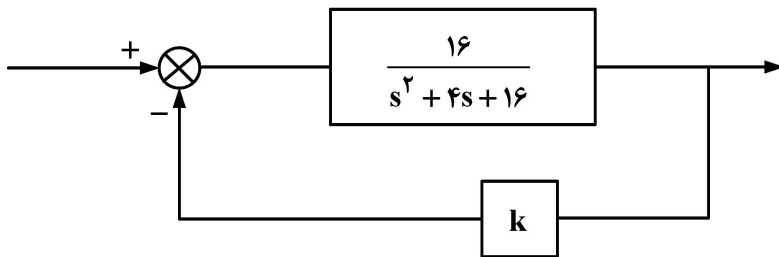
- (۱) تعداد معادلات فضای حالت هواپیمای الاستیک، از هواپیمای صلب بیشتر است.  
 (۲) پدیده کاهش قدرت کنترلی هواپیمای الاستیک، ربطی به نوع پیکربندی هواپیما ندارد.  
 (۳) تعداد جملات سمت چپ معادله گشتاور پیچ در هواپیمای الاستیک، کمتر از هواپیمای صلب است.  
 (۴) تعداد جملات سمت چپ معادله گشتاور پیچ در هواپیمای الاستیک، بیشتر از هواپیمای صلب است.  
 ۱۲۶- هدف استفاده از مدل اغتشاش اتمسفر  $(1 - \cos)$  در تحلیل دینامیکی یک هواپیما، معمولاً کدام است؟

- (۱) طراحی SAS و کنترلرها  
 (۲) بررسی فاکتور بار (Load factor) و اثر آن بر سازه  
 (۳) بررسی پاسخ دینامیکی هواپیما در سرعت‌های پروازی متفاوت  
 (۴) همه موارد

۱۲۷- در مسئله کنترل زاویه رول توسط خلبان، کدام مورد درست است؟

- (۱) تابع تبدیل خلبان، در شرایط پروازی مختلف متفاوت است.  
 (۲) خلبان در حین پرواز قادر به بهبود Reaction time delay خود هست.  
 (۳) خلبان در حین پرواز قادر به بهبود Neuro - muscular Lag خود هست.  
 (۴) مقدار Neuro - muscular Lag خلبان، در شرایط پروازی مختلف متفاوت است.

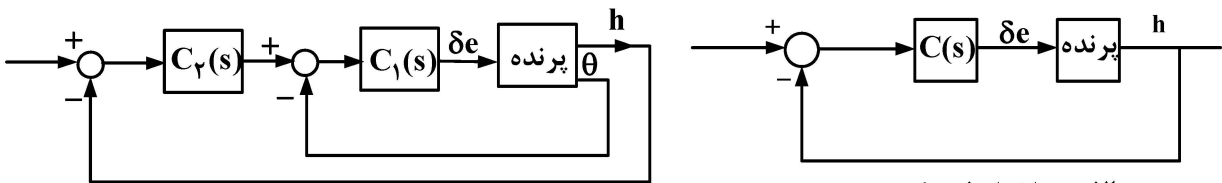
۱۲۸- ضریب بهره  $k$  در سیستم زیر چه مقدار باشد تا فرکانس طبیعی آن حداقل ۲ برابر شود؟



- (۱) ۰/۵
- (۲) ۱
- (۳) ۲
- (۴) ۳

۱۲۹- دو ساختار فیدبک (شکل الف) و پشت سرهم Cascade (شکل ب) به منظور کنترل ارتفاع پرنده ( $h$ )، به صورت زیر

نمایش داده شده‌اند. کدام مورد درست است؟



الف: ساختار فیدبک

ب: ساختار پشت سرهم

(۱) ساختار فیدبک، برای سیستم‌های دارای مرتبه بالا مؤثر است.

(۲) اشباع کنترل کننده، در ساختار فیدبک دیرتر از ساختار پشت سرهم رخ می‌دهد.

(۳) تنها کنترل کننده با ساختار فیدبک قابلیت حذف اغتشاش باد در کانال عمودی را دارد.

(۴) ساختار پشت سرهم در مقایسه با فیدبک، سریع‌تر می‌تواند اغتشاش زاویه پیچ را حذف کند.

۱۳۰- کدام گزینه به منظور استخراج ماتریس انتقال از سیستم مختصات اینرسی به سیستم مختصات بدنی، درست است؟

$$C_z(\psi) = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ و } C_x(\phi) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & \sin \phi \\ 0 & -\sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix} \text{ و } C_y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix}$$

$$C_x(-\phi) C_y(-\theta) C_z(-\psi) \quad (۲) \qquad C_y(\theta) C_x(\phi) C_z(\psi) \quad (۱)$$

$$\left[ C_z(\psi) C_y(\theta) C_x(\phi) \right]^T \quad (۴) \qquad \left[ C_z(-\psi) C_y(-\theta) C_x(-\phi) \right]^T \quad (۳)$$

۱۳۱- اثر باد برشی خطی (linear wind shear) بر پرواز یک هواپیما، در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

$w$ : سرعت باد برشی

$v$ : سرعت پرواز

$h$ : ارتفاع پرواز

$L$ : طول هواپیما

$\rho$ : چگالی هوا

$\bar{q}$ : فشار دینامیکی

$b$ : پهنای بال

(۱) اثر آن به فرم  $\bar{q} = \frac{1}{2} \rho (v + \frac{\partial w_z}{\partial L} L)^2$  بوده و اثری بر پایداری هواپیما ندارد.

(۲) اثر آن به فرم  $\bar{q} = \frac{1}{2} \rho (v + \frac{\partial w_x}{\partial h} h)^2$  بوده و مقادیر ویژه مود طولی را تغییر می‌دهد.

(۳) باد برشی تنها باعث تغییر سرعت پرواز شده و اثری بر پایداری و یا مودهای دینامیکی ندارد.

(۴) اثر آن به فرم  $\bar{q} = \frac{1}{2} \rho (v + \frac{\partial w_y}{\partial b} b)^2$  بوده و مودهای عرضی - سمتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۱۳۲- در صورتی که دینامیک کانال رول یک هواپیما به صورت  $\frac{\phi(s)}{\delta_a(s)} = \frac{1}{s + \zeta}$  و دینامیک خلبان نیز به صورت تأخیر خالص

$$e^{-\alpha s} \approx \frac{1 - \frac{\alpha}{\zeta} s}{1 + \frac{\alpha}{\zeta} s}$$

مدل شود، آن گاه کدام مورد درست است؟

- (۱) افزایش بهره  $K$  خلبان ( $K > 0$ )، باعث افزایش فراجش می شود.
- (۲) وجود صفر خلبان، باعث فراجش در کانال رول هواپیما می شود.
- (۳) با افزایش بهره  $K$  خلبان ( $K > 0$ )، هواپیما ناپایدار می شود.
- (۴) با کاهش بهره  $K$  خلبان ( $K < 0$ )، هواپیما ناپایدار می شود.

۱۳۳- کدام گزینه، اثرات فروزش (downwash) بال روی دم با تغییر زاویه حمله را بهتر بیان می کند؟  
 ( $\alpha_{tail}$ : زاویه حمله مؤثر دم،  $\alpha$ : زاویه حمله مؤثر بال)

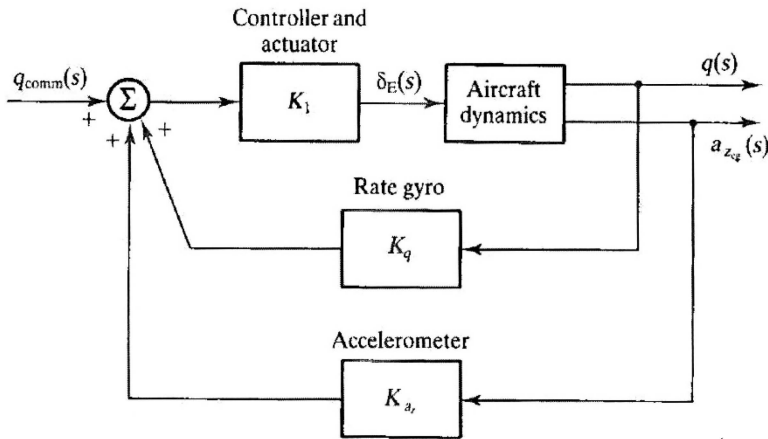
$$\alpha_{tail}(t) = \alpha(t - \Delta t) - \frac{d\epsilon}{d\alpha} \quad (۲) \qquad \alpha_{tail}(t) = \alpha(t + \Delta t) + \frac{d\epsilon}{d\alpha} \quad (۱)$$

$$\alpha_{tail}(t) = \alpha - \frac{d\epsilon}{d\alpha} \alpha(t - \Delta t) \quad (۴) \qquad \alpha_{tail}(t) = \alpha + \frac{d\epsilon}{d\alpha} \alpha(t + \Delta t) \quad (۳)$$

۱۳۴- چنانچه با کمک ماتریس ژاکوبین، یک سیستم غیرخطی مرتبه ۲ در نقطه کار به فرم  $\dot{x} = Ax$  تبدیل شود و مقادیر ویژه حقیقی  $A$  به فرم  $\lambda_1 = -\lambda_2$  باشند، آنگاه نقطه کار چگونه نقطه ای است؟

- |                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| (۲) Strang attractor          | (۱) Saddle node             |
| (۴) Oscillatory unstable node | (۳) Oscillatory stable node |

۱۳۵- کدام گزینه از مزایای ساختار کنترلی زیر نسبت به ترکیب  $\alpha$ -SAS و Pitch Damper، نیست؟



- (۱) حلقه بیرونی نیاز به جدول بندی بهره ندارد.
- (۲) حلقه درونی نیاز به جدول بندی بهره ندارد.
- (۳) اندازه گیری شتاب ساده تر از اندازه گیری زاویه حمله است.
- (۴) اگر شتاب سنج جلوتر از مرکز ثقل قرار گیرد به میرا کردن بهتر نرخ پیچ کمک می کند.

۱۳۶- تابع هزینه  $f(x_1, x_2) = x_1 x_2 - x_2^2$  دارای نقطه اکسترمم  $(x_1^*, x_2^*) = (0, 0)$ ، از کدام نوع است؟

- |                             |            |
|-----------------------------|------------|
| (۲) کمینه                   | (۱) زینه   |
| (۴) نمی توان اظهار نظر کرد. | (۳) بیشینه |

۱۳۷- منحنی  $x(t)$  کدام یک از موارد زیر است به گونه‌ای که تابع-تابع  $J(x(t), t) = \int_0^{\pi/2} (\dot{x}^2(t) - x^2(t)) dt$  با شرایط مرزی

$x(0) = 0$  و  $x(\frac{\pi}{2}) = 1$ ، کمینه شود؟

(۱)  $\cos t$

(۲)  $\sin t$

(۳)  $2 \cos t$

(۴)  $2 \sin t$

۱۳۸- یک موشک حامل فضایی، قصد دارد یک ماهواره به جرم  $50$  کیلوگرم را طبق یک مسیر خاص و از قبل تعیین شده و با حداقل تلاش کنترلی، در ارتفاع  $500$  کیلومتری از سطح زمین قرار دهد. تابع هزینه کنترل بهینه حلقه باز این موشک کدام است؟

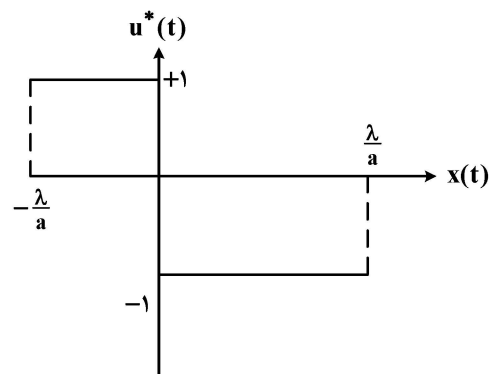
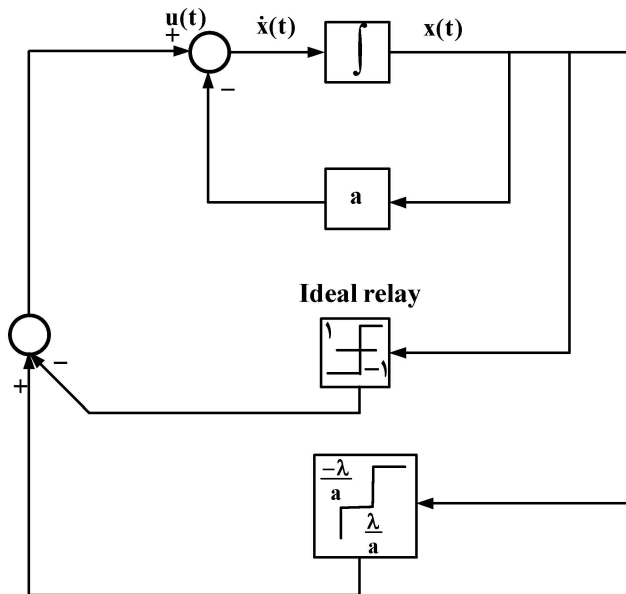
(۱)  $J = \int_0^{t_f} \|x(t) - r(t)\|^2 + |u(t)| dt$

(۲)  $J = \int_0^{t_f} \|x(t) - r(t)\|^2 + \|u(t)\|^2 dt$

(۳)  $J = \|x(t_f) - r(t_f)\|^2 + \int_0^{t_f} \|x(t) - r(t)\|^2 + |u(t)| dt$

(۴)  $J = \int_0^{t_f} \|x(t_f) - r(t_f)\|^2 + \|u^2(t)\| dt + \|x(t_f) - r(t_f)\|^2$

۱۳۹- قانون کنترلی بهینه برای یک سیستم به صورت شکل زیر تعریف شده است. تابع همیلتونین مربوط به قانون کنترل بهینه این سیستم کدام است؟



(۱)  $H(x(t), u(t), p(t)) = \lambda + |u(t)| + p(t) a x(t) - p(t)u(t)$

(۲)  $H(x(t), u(t), p(t)) = \lambda + |u(t)| - p(t) a x(t) + p(t)u(t)$

(۳)  $H(x(t), u(t), p(t)) = \lambda + |u^2(t)| + p(t) a x(t) - p(t)u(t)$

(۴)  $H(x(t), u(t), p(t)) = \lambda + |u^2(t)| - p(t) a x(t) + p(t)u(t)$

۱۴۰- سیستم مرتبه اول زیر را در نظر بگیرید:

$$\dot{x}(t) = -3x(t) + u(t)$$

اگر تابع هزینه کنترلی به صورت زیر تعریف شود:

$$J = \int_0^{\infty} [x^2(t) + u^2(t)] dt$$

زمانی که  $x(0) = 1$  و حالت پایانی  $x(\infty) = 0$  باشد، کنترل بهینه حلقه بسته سیستم کدام گزینه خواهد بود؟

$$-PA - A'P - Q + PBR^{-1}B'P = 0, \quad u^*(t) = -R^{-1}B'P x^*(t)$$

$$u^*(t) = (\sqrt{10} - 3)x^*(t) \quad (2)$$

$$u^*(t) = (\sqrt{3} - 10)x^*(t) \quad (1)$$

$$u^*(t) = -(\sqrt{10} - 3)x^*(t) \quad (4)$$

$$u^*(t) = -(\sqrt{3} - 10)x^*(t) \quad (3)$$

۱۴۱- تابع  $J(x(t), t) = \int ((2x^2 + 3xt) + tx) dt$ ، به ازای کدام منحنی  $x^*(t)$  اکستریمم می شود؟

$$x^*(t) = \frac{3}{4}t - \frac{1}{4} \quad (2)$$

$$x^*(t) = -\frac{3}{4}t + \frac{1}{4} \quad (1)$$

$$x^*(t) = \frac{3}{4}t + \frac{1}{4} \quad (4)$$

$$x^*(t) = -\frac{3}{4}t - \frac{1}{4} \quad (3)$$

۱۴۲- سیستم زیر باید چنان کنترل شود که تابع هزینه  $J = \int_0^1 \frac{1}{4} [2x_1^2(t) + x_2^2(t) + u^2(t)] dt$  را حداقل کند. کنترلی که

در حالت  $|u(t)| \leq 1$  همپیتونین را حداقل می کند، کدام است؟ (مقادیر اولیه و نهایی وضعیت معلوم است).

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_2(t) \\ \dot{x}_2(t) = -x_1(t) + [1 - x_1^2(t)]x_2(t) + u(t) \end{cases}$$

$$u^*(t) = \begin{cases} -1 & p_2^*(t) > 1 \\ -p_2^*(t) & -1 \leq p_2^*(t) \leq 1 \\ +1 & p_2^*(t) < -1 \end{cases} \quad (2)$$

$$u^*(t) = \begin{cases} -1 & p_2^*(t) < 1 \\ -p_2^*(t) & -1 \leq p_2^*(t) \leq 1 \\ +1 & p_2^*(t) > 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$u^*(t) = \begin{cases} -1 & p_2^*(t) > 1 \\ p_2^*(t) & -1 \leq p_2^*(t) \leq 1 \\ +1 & p_2^*(t) < -1 \end{cases} \quad (4)$$

$$u^*(t) = \begin{cases} -1 & p_2^*(t) < 1 \\ p_2^*(t) & -1 \leq p_2^*(t) \leq 1 \\ +1 & p_2^*(t) > 1 \end{cases} \quad (3)$$

۱۴۳- معادله حاکم بر کانال پیچ یک چهارپره به صورت  $I_{yy}\ddot{\theta} = u$  است. به منظور پایدارسازی، کدام کنترل کننده مناسب است؟

( $\theta$  بیانگر زاویه پیچ،  $I_{yy}$  ممان اینرسی حول محور  $y$  و  $u$  فرمان ورودی کانال پیچ است.)

(۲) تناسبی - مشتقی (PD)

(۱) تناسبی (P) با بهره مثبت

(۴) تناسبی - انتگرالی - مشتقی (PID)

(۳) تناسبی - انتگرالی (PI)

۱۴۴- سیستم دینامیکی به فرم فضای حالت  $\dot{x} = \begin{bmatrix} -a & 2 \\ -a & -4 \end{bmatrix} x$  را در نظر بگیرید. کدام یک محدوده  $a$  را به منظور پایداری

سیستم نمایش می دهد؟

$$a > 2 \quad (2)$$

$$a > -4 \quad (1)$$

$$a > 0 \quad (4)$$

$$a < 0 \quad (3)$$

۱۴۵- برای سیستم خطی زیر، که در آن  $u$  و  $d$  به ترتیب ورودی‌های کنترلی و اغتشاشی ثابت و  $y$  نیز خروجی است، کدام گزینه درست است؟

$$\begin{cases} \dot{x} = 2x + 4u + 3d \\ y = x \end{cases}$$

(۱) سیستم کنترل پذیر است، بنابراین می‌توان ورودی اغتشاشی را تخمین زد.

(۲) سیستم مشاهده پذیر است، بنابراین می‌توان ورودی اغتشاشی را تخمین زد.

(۳) سیستم مشاهده پذیر نیست، بنابراین نمی‌توان ورودی اغتشاشی را تخمین زد.

(۴) نمی‌توان در مورد تخمین ورودی اغتشاشی اظهار نظر کرد.

۱۴۶- چنانچه سیستم زیر با روش دوم لیاپانوف حول وضعیت تعادلی سیستم ( $x_1 = 0$  و  $x_2 = 0$ ) تحلیل پایداری شود،

کدام گزینه درست است؟ (تابع لیاپانوف مفروض:  $V(x) = x_1^2 + x_2^2$ )

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 - x_1(x_1^2 + x_2^2) \\ \dot{x}_2 = -x_1 - x_2(x_1^2 + x_2^2) \end{cases}$$

(۱) وضعیت تعادلی دارای پایداری مجانبی فراگیر است. (۲) وضعیت تعادلی دارای مجانبی محدود است.

(۳) وضعیت تعادلی ناپایدار است. (۴) مفروضات مسئله کافی نیست.

۱۴۷- چنانچه سیستم پیوسته زمان  $\dot{x} = ax + bu$ ، با زمان نمونه برداری  $\Delta t$  گسسته و به صورت

$x(k+1) = fx(k) + gu(k)$  نمایش داده شود، آنگاه کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

(۱)  $f = a$  و  $g = b$

(۲)  $f = a \Delta t$  و  $g = b \Delta t$

(۳)  $f = 1 + a \Delta t$  و  $g = b$

(۴)  $f = 1 + a \Delta t$  و  $g = b \Delta t$

۱۴۸- در خصوص رفتار سیستم زیر با شرایط اولیه غیر صفر، کدام عبارت درست است؟ ( $a$  و  $b$  اعداد حقیقی مثبت هستند.)

$$G(s) = \frac{1}{s+a} \frac{1}{s-b}$$

(۱) این سیستم با کمک یک کنترل کننده PI به فرم  $C(s) = 1 - \frac{b}{s}$  قابل پایدارسازی است.

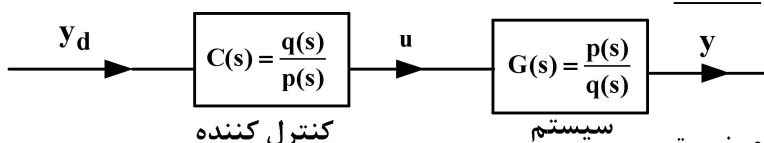
(۲) این سیستم دارای ناپایداری داخلی ولی کنترل پذیر است.

(۳) این سیستم دارای پایداری داخلی و کنترل پذیر است.

(۴) این سیستم کنترل پذیر نیستند.

۱۴۹- کنترل کننده‌ای به صورت حلقه باز و معکوس تابع تبدیل سیستم، به صورت زیر طراحی می‌شود تا خروجی سیستم

مقدار مطلوب را ردیابی کند. کدام عبارت نادرست است؟



(۱) این ساختار قادر به حذف اغتشاش ورودی نیست.

(۲) درجه صورت سیستم باید با درجه مخرج سیستم یکسان باشد.

(۳) می‌توان قطب سمت راست سیستم را به کمک صفر سمت راست کنترل کننده حذف کرد.

(۴) در صورت وجود صفر سمت راست سیستم، این ساختار قادر به ردیابی مقدار مطلوب نیست.

۱۵۰- معادلات انتشار اولبر یک پرنده به صورت زیر است.  $x = [\phi, \theta, \psi]^T$  بیانگر زوایای اولبر است و نیز  $u = [p, q, r]^T$  سرعت زاویه‌ای پرنده است که از سنسور ژيروسکوپ حاصل می‌شود. اگر سیستم خطی حول نقاط  $\begin{pmatrix} \phi^* = \theta^* = \psi^* = 0 \\ p^* = q^* = r^* = 0 \end{pmatrix}$ ، به صورت  $\delta \dot{x} = A \delta x + B \delta u$  بیان شود، آن‌گاه کدام عبارت درست است؟ (منظور از  $I$  ماتریس همانی است.)

$$\begin{cases} \dot{\phi} = p + q \sin \phi \tan \theta + r \cos \phi \tan \theta \\ \dot{\theta} = q \cos \phi - r \sin \phi \\ \dot{\psi} = (q \sin \phi + r \cos \phi) \sec \theta \end{cases}$$

(۲)  $B = 0_{3 \times 3}$  و  $A = I_{3 \times 3}$

(۱)  $B = I_{3 \times 3}$  و  $A = I_{3 \times 3}$

(۴)  $B = 0_{3 \times 3}$  و  $A = 0_{3 \times 3}$

(۳)  $B = I_{3 \times 3}$  و  $A = 0_{3 \times 3}$

طراحی سیستمی فضای پیما - دینامیک پرواز و کنترل فضای پیما:

۱۵۱- سامانه فضایی شامل چه اجزایی است؟

- (۱) باس - بار محموله - پرتابگر - مدار - کاربران - هندسه تبادل اطلاعات - مأموریت
  - (۲) باس - بار محموله - پرتابگر - مدار - اپراتورها - هندسه تبادل اطلاعات - مأموریت
  - (۳) فضای پیما - پرتابگر - مدار - کاربران - مجموعه زمینی - هندسه تبادل اطلاعات - مأموریت
  - (۴) فضای پیما - پرتابگر - مدار - مجموعه زمینی - اپراتورها - هندسه تبادل اطلاعات - مأموریت
- ۱۵۲- کدام یک از هزینه‌های زیر بیشترین سهم را در هزینه کل یک پروژه ماهواره به خود اختصاص می‌دهد؟

(۲) ساخت

(۱) پرتاب

(۴) عملیات

(۳) طراحی

۱۵۳- در یک مسئله طراحی، الزامات، به لحاظ مفهومی معادل کدام یک از موارد زیر است؟

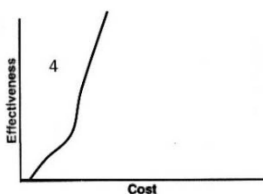
(۱) کمی کردن نیازهای مأموریت

(۲) قیود کارفرما برای یک پروژه

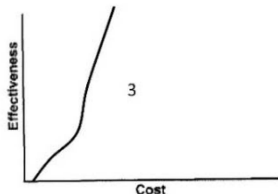
(۳) روشی برای بهبود عملکرد یک ماهواره

(۴) نیازهای تیم طراحی برای دستیابی به اهداف تعیین شده

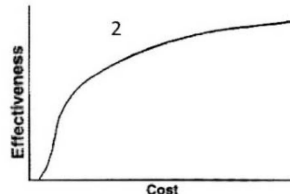
۱۵۴- کدام ناحیه در شکل‌ها، نشان‌دهنده فضای جواب‌های ممکن در یک مسئله طراحی است؟



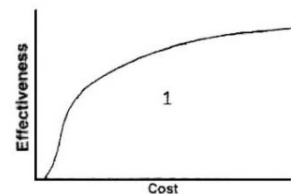
(۴) ناحیه ۱



(۳) ناحیه ۲

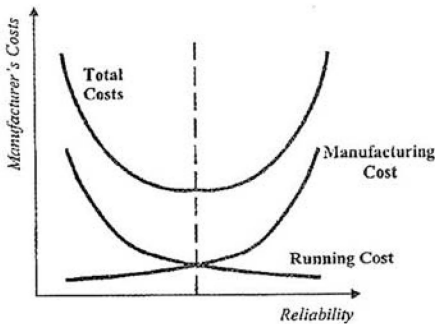


(۲) ناحیه ۳



(۱) ناحیه ۴

۱۵۵- با توجه به شکل، هدف طراحی براساس «قابلیت اطمینان عملکرد» در فضاپیماها، کدام است؟

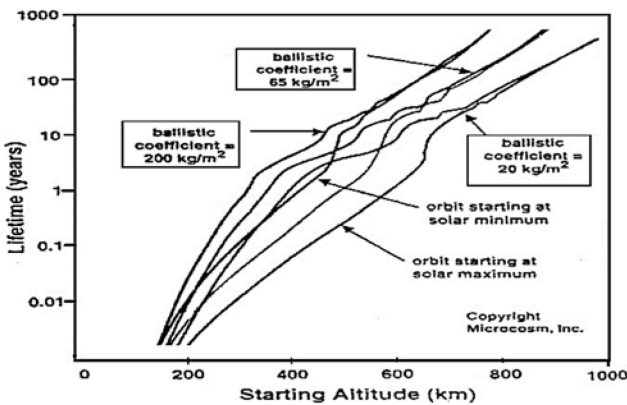


- ۱) کمینه کردن هزینه کل
- ۲) کمینه کردن هزینه تولید
- ۳) کمینه کردن هزینه کل به‌ازاء حداکثر قابلیت اطمینان
- ۴) کمینه کردن هزینه تولید به‌ازاء حداکثر قابلیت اطمینان

۱۵۶- اثر یون اکسیژن بر پانل خورشیدی کدام است؟

- ۱) افزایش راندمان پانل
- ۲) تقویت اتصال بین سلول‌ها
- ۳) فرسایش سطح محافظ پانل
- ۴) از بین بردن چسبندگی سلول‌ها با پانل

۱۵۷- با توجه به شکل، عمر مداری تقریبی یک ماهواره با وزن ۷۰ کیلوگرم در ارتفاع ۴۰۰ کیلومتری سطح زمین، با ابعاد ۳۵ \* ۳۵ \* ۴۵ سانتی‌متر و ضریب درگ ۲/۲، حداکثر چه مقدار خواهد بود؟



- ۱) ۱
- ۲) ۵
- ۳) ۱۰
- ۴) ۱۵

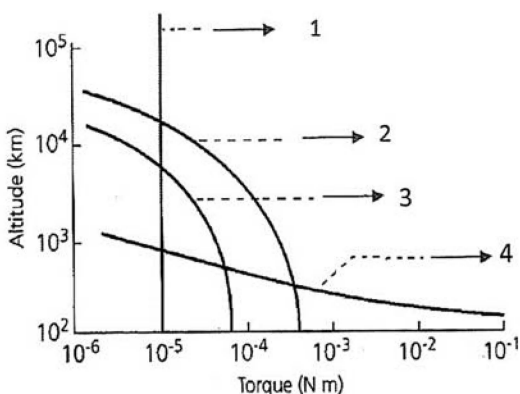
۱۵۸- با توجه به مدل‌های موجود جاذبه زمین، کدام مورد در رابطه با بردار شتاب جاذبه زمین درست است؟

- ۱) به‌صورت تابعی از طول و عرض جغرافیایی و فاصله از مرکز زمین تغییر می‌کند.
- ۲) به‌صورت تابعی از طول و عرض جغرافیایی و فاصله از مرکز زمین و زمان تغییر می‌کند.
- ۳) به‌صورت تابعی از طول جغرافیایی و فاصله از مرکز زمین تغییر می‌کند ولی با تغییر عرض جغرافیایی ثابت می‌ماند.
- ۴) به‌صورت تابعی از عرض جغرافیایی و فاصله از مرکز زمین تغییر می‌کند ولی با تغییر طول جغرافیایی ثابت می‌ماند.

۱۵۹- خطر دشارژ الکتریکی برای ماهواره حول زمین، در کدام بازه ارتفاعی مدارها بیشتر است؟

- ۱) LEO و GEO
- ۲) HEO و MEO
- ۳) LEO و HEO و GEO
- ۴) GEO و HEO و MEO

۱۶۰- کدام یک از شماره‌های مشخص شده در شکل، نشان‌دهنده تغییرات گشتاور ناشی از تعامل میدان مغناطیسی کره زمین و فضاپیما در مدار دور کره زمین است؟



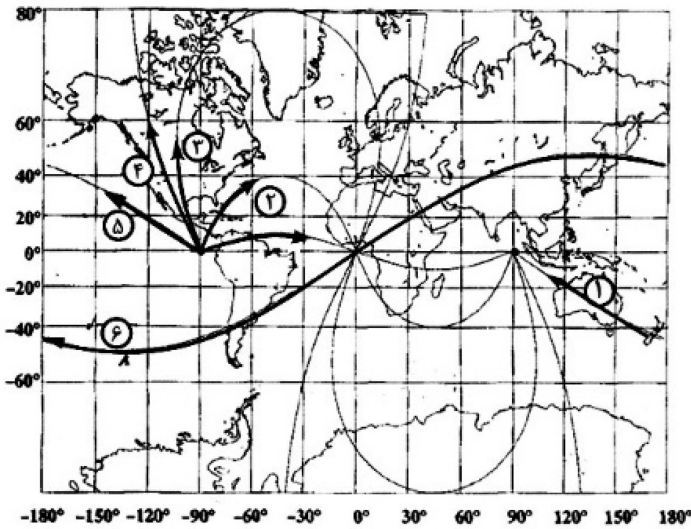
- ۱) ۱
- ۲) ۲
- ۳) ۳
- ۴) ۴



۱۶۱- مهم ترین عامل در شتاب اغتشاشی بر روی یک ماهواره در مدار زمین آهنگ، کدام گزینه است؟

- (۱) جاذبه خورشید - جاذبه مشتری - پسای ماهواره
- (۲) جاذبه ماه - جاذبه مشتری - فشار تشعشعات خورشید
- (۳) جاذبه خورشید - جاذبه ماه - فشار تشعشعات خورشید
- (۴) جاذبه ماه - فشار تشعشعات خورشیدی - پسای ماهواره

۱۶۲- کدام یک از ردهای زمینی (Ground Track) نشان داده شده در شکل، مربوط به یک مدار قطبی (Polar Orbit) است؟

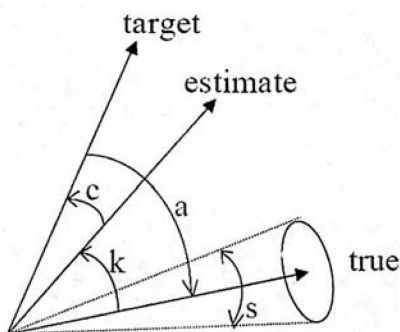


- (۱) ۲
- (۲) ۳
- (۳) ۴
- (۴) ۵

۱۶۳- کدام محدوده نشان دهنده مقدار تقریبی وزن زیرمجموعه تعیین و کنترل وضعیت، در یک ماهواره مکعبی ۱۶ u است؟

- (۱) ۰/۸ تا ۱ کیلوگرم
- (۲) ۱ تا ۲ کیلوگرم
- (۳) ۲ تا ۳ کیلوگرم
- (۴) ۳ تا ۴ کیلوگرم

۱۶۴- با توجه به شکل، کدام زاویه، دقت هدف گیری یا خطای وضعیت (pointing accuracy or attitude error) زیر سامانه تعیین و کنترل وضعیت در سامانه های فضایی را نشان می دهد؟



- (۱) a
- (۲) c
- (۳) k
- (۴) s

۱۶۵- بحرانی ترین حالت بارگذاری، که مبنای طراحی سازه یک ماهواره است، در کدام یک از مراحل عمر ماهواره اتفاق می افتد؟

- (۱) پرتاب
- (۲) حین مونتاژ
- (۳) عملیات در مدار
- (۴) حمل و نقل به سایت پرتاب

۱۶۶- پترن آنتن فرستنده زیرمجموعه تله متری در فضاپیماها، باید:

- (۱) جهت دار نباشد.
- (۲) همه جهته باشد.
- (۳) حتماً از نوع هلیکال باشد.
- (۴) حتماً از نوع بشقابی باشد.

۱۶۷- مهم ترین الزام در طراحی زیر مجموعه کنترل حرارت فضاپیماها، کدام است؟

- (۱) جلوگیری از ورود حرارت به ماهواره
- (۲) تضمین انتشار حرارت به فضا
- (۳) تسریع در انتقال حرارت در محموله
- (۴) حفظ حد مجاز دمای قطعات

۱۶۸- در خصوص **passive damping** به وسیله **passive wheel**، کدام مورد درست است؟

- ۱) چرخش در راستای محور اصلی یا فرعی باشد.
- ۲) تنها در صورتی عملی است که چرخش در راستای محور اصلی باشد.
- ۳) تنها در صورتی عملی است که چرخش در راستای محور فرعی باشد.
- ۴) تنها در صورتی عملی است که چرخش در راستای محور اصلی باشد و اینرسی محور اصلی از محورهای فرعی کمتر باشد.

۱۶۹- در ارتباط با المان‌های مداری (Orbital Elements)، کدام مورد درست است؟

**a = Semi – major axes; e = eccentricity; i = inclination**

**$\Omega$  = Right ascension of the ascending node**

**$\omega$  = Argument of perigee**

**$M = nt$ , where  $n$  = mean motion**

- ۱) المان‌های مداری معمولاً شامل شش پارامتر  $[a, e, i, \Omega, \omega, M]$  است که وضعیت کامل هندسه دوبعدی مدار، وضعیت صفحه مدار و نیز موقعیت لحظه‌ای ماهواره را در مدار نسبت به زمین نشان می‌دهد. مهم‌ترین اثر پخیدگی زمین (J2 Effect) روی المان‌های  $[a, e, i, \Omega, \omega, M]$  است که باعث تغییر آنها با زمان می‌شود.
- ۲) به سه پارامتر  $[a, e, i]$ ، المان‌های اصلی مدار گفته می‌شود که به عنوان زوایای دایهدرال مدار نیز معروف هستند و از طریق آنها هندسه سه‌بعدی مدار نسبت به صفحه استوای زمین مشخص می‌شود. المان‌های مداری در مسئله دو جسم و زمین کروی تغییر نمی‌کنند.
- ۳) المان‌های مداری به ثابت‌های حرکت در مسئله دو جسم اشاره می‌کند که شامل انرژی، مومنتم زاویه‌ای و کمیت خروج از مرکز مقاطع مخروطی است که از طریق پارامترهای داده شده قابل محاسبه هستند. المان‌های مداری، ثابت‌های حرکتی در مسئله دو جسم ثابت هستند و تغییر نمی‌کنند.
- ۴) المان‌های مداری که در علم مهندسی فضایی به (Two line element set or TLE) نیز معروف هستند، دلالت بر سرعت و موقعیت لحظه‌ای ماهواره در دستگاه اینرسی زمین مرکز دارند، که به‌طور کلی به‌صورت تابعی از زمان، در حرکت مداری تغییر می‌کنند.

۱۷۰- معادله زیر در مسئله دو جسم، نشان‌دهنده حرکت یک شهاب‌سنگ تحت اثر جاذبی زمین است. در صورتی که شعاع زمین برابر  $R_E = 6378 \text{ Km}$  باشد، در رابطه با برخورد شهاب‌سنگ با زمین، کدام مورد درست است؟

$$r = \frac{54000}{1 + 3 \cos \theta}$$

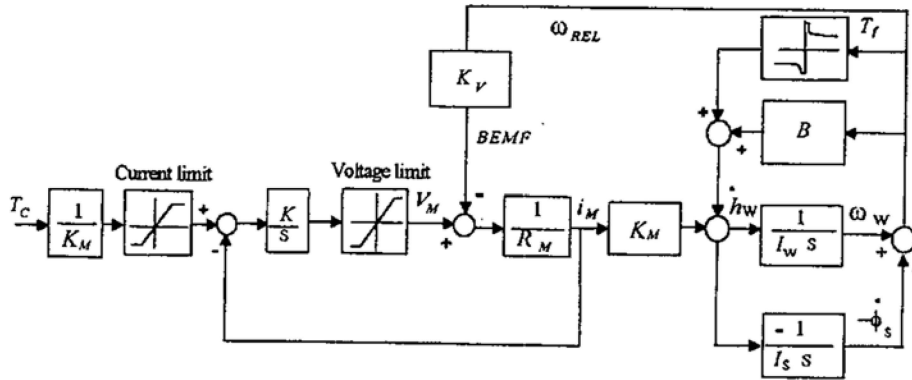
- ۱) با توجه به اطلاعات داده شده، شهاب‌سنگ با زمین برخورد نمی‌کند.
  - ۲) با توجه به اثر پساء ائرو دینامیکی پس از ورود به جو زمین و به تبع کاهش سرعت و ارتفاع شهاب‌سنگ، امکان برخورد وجود دارد.
  - ۳) با توجه به اینکه شهاب‌سنگ‌ها در مسیر هذلولی نسبت به خورشید و در فضای بین سیاره‌ای حرکت می‌کنند، امکان برخورد با زمین وجود دارد.
  - ۴) معادله نشان‌دهنده یک مسیر بالستیک صفحه‌ای (دوبعدی) است و اثرات سه‌بعدی موقعیت قرارگیری مدار را نسبت به کره سماوی نشان نمی‌دهد. بنابراین، نمی‌توان با اطلاعات داده شده به مسئله پاسخ داد.
- ۱۷۱- برای یک ماهواره چابک تصویربرداری با وضوح بالا در ارتفاعات پایین، کدام عملگر را برای انجام مانورهای وضعی باید انتخاب کرد؟

- ۱) تراستر
- ۲) چرخ عکس‌عملی
- ۳) گشتاورساز مغناطیسی
- ۴) ژيروسکوپ کنترل ممان

۱۷۲- مخزن ماهواره‌ای با ممان اینرسی‌های  $I_z < I_y < I_x$  حول محورهای اصلی، حاوی سیال ویسکوزی است. دوران، حول کدام محور پایدار است؟

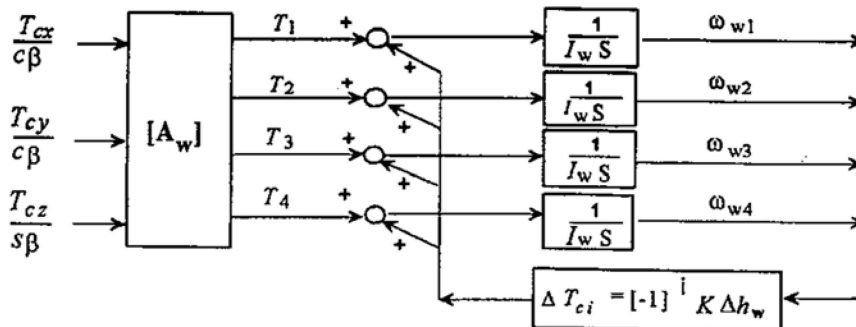
- (۱) حول محور X
- (۲) حول محور Z
- (۳) حول محور Y
- (۴) حول محور X و Z

۱۷۳- در بلوک دیاگرام زیر،  $K_M$  معرف کدام پارامتر است؟



- (۱) ضریب اصطکاک چرخ عکس‌العملی
- (۲) ثابت موتور چرخ عکس‌العملی
- (۳) ضریب آرمیچر موتور چرخ عکس‌العملی
- (۴) ضریب نیروی ضد محرکه چرخ عکس‌العملی

۱۷۴- دیاگرام بلوکی زیر، کدام عامل را نشان می‌دهد؟



- (۱) مدیریت بهینه زمان مانور
- (۲) مدیریت بهینه گشتاور کنترلی
- (۳) مدیریت بهینه اندازه حرکت زاویه‌ای
- (۴) هیچ‌کدام

۱۷۵- در کدام‌یک از استراتژی‌های کنترلی زیر، می‌توان سیگنال کنترلی را بدون نیاز به استفاده از ماژول PWPF، مستقیماً برای اجرا به عملگر تراستر فرستاد؟

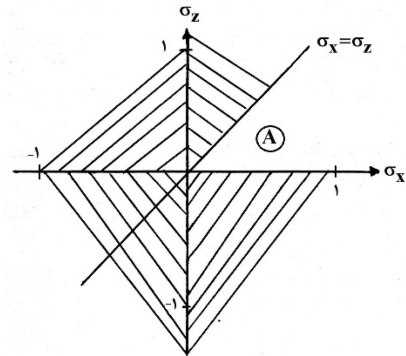
- (۱) کمترین زمان
- (۲) کمترین مصرف سوخت
- (۳) کوتاه‌ترین جابه‌جایی زاویه‌ای
- (۴) ترکیبی از کمترین مصرف انرژی و کوتاه‌ترین جابه‌جایی زاویه‌ای

۱۷۶- اگر در یک فضاپیما  $\sigma_x$ ،  $\sigma_y$  و  $\sigma_z$  به صورت زیر تعریف شوند، شرط پایداری فضاپیما در ناحیه A برای پایداری به وسیله بوم جاذبه (Gravity Gradient)، کدام است؟

$$\sigma_x = \frac{I_y - I_z}{I_x}, \quad \sigma_y = \frac{I_x - I_z}{I_y}, \quad \sigma_z = \frac{I_y - I_x}{I_z}$$

$$\ddot{\phi} + 4\omega_o^2 \sigma_x \phi - \omega_o(1 - \sigma_x)\dot{\psi} = \frac{Td_z}{I_z}$$

$$\ddot{\psi} + \omega_o^2 \sigma_z \psi + \omega_o(1 - \sigma_z)\dot{\phi} = \frac{Td_z}{I_z}$$



$$I_y > I_x > I_z : I_y < I_x + I_z \quad (۲)$$

$$I_y > I_x > I_z : I_y > I_x + I_z \quad (۱)$$

$$I_x > I_y > I_z : I_x < I_z + I_y \quad (۴)$$

$$I_x > I_y > I_z : I_x > I_z + I_y \quad (۳)$$

۱۷۷- گشتاور تولیدشده در یک فضاپیما توسط میدان مغناطیسی زمین به صورت معادله زیر تعریف شده است. اگر در محور y به جای گشتاور دهنده مغناطیسی، یک چرخ عکس‌العملی جایگزین کنیم، معادله گشتاور تولیدی کدام خواهد بود؟

$$(T_B = M \times B)$$

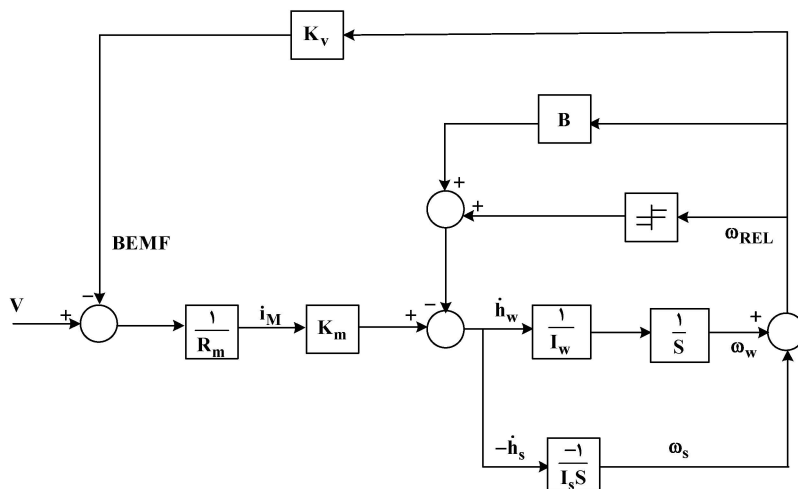
$$\begin{bmatrix} T_{Bx} \\ T_{By} \\ T_{Bz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -By \\ -Bz & 0 & Bx \\ By & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Mx \\ \dot{h}_{\omega y} \\ Mz \end{bmatrix} \quad (۲)$$

$$\begin{bmatrix} T_{Bx} \\ T_{By} \\ T_{Bz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & By \\ Bz & 1 & Bz \\ -By & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Mx \\ \dot{h}_{\omega y} \\ Mz \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$\begin{bmatrix} T_{Bx} \\ T_{By} \\ T_{Bz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -By \\ -Bz & 1 & Bx \\ By & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Mx \\ \dot{h}_{\omega y} \\ Mz \end{bmatrix} \quad (۴)$$

$$\begin{bmatrix} T_{Bx} \\ T_{By} \\ T_{Bz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -By \\ Bz & 0 & Bx \\ -By & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Mx \\ \dot{h}_{\omega y} \\ Mz \end{bmatrix} \quad (۳)$$

۱۷۸- بلوک دیاگرام کنترل با چرخ عکس‌العملی برای یک فضاپیما، به صورت زیر تعریف شده است. تابع تبدیل  $\frac{\dot{h}_w}{V}$  زمانی



که  $I_w \ll I_s$  باشد، کدام است؟

$$\frac{S(\frac{K_m}{R_m})}{S + (\frac{K_v K_m}{R_m} + B)(\frac{1}{I_w} + \frac{1}{I_s})} \quad (۱)$$

$$\frac{S(\frac{K_m}{R_m})}{S + (\frac{R_m}{K_v K_m} + B)(\frac{1}{I_w} + \frac{1}{I_s})} \quad (۲)$$

$$\frac{S(\frac{K_m}{R_m})}{1 + S(\frac{K_v K_m}{R_m} + B)} \quad (۳)$$

$$\frac{S(\frac{K_m}{R_m})}{1 + S(\frac{1}{I_w} + \frac{1}{I_s})} \quad (۴)$$

۱۷۹- معادله انرژی جنبشی دورانی یک فضاپیما در حالت ایده آل به صورت زیر تعریف می شود. شرط اینکه فضاپیما حول محور اصلی خود پایدار (stable) باشد، کدام است؟

$$\dot{T} = \frac{h^2}{I_z} \cos \theta \sin \theta \left( \frac{I_z}{I_x} - 1 \right) \dot{\theta}$$

$$\dot{T} > 0, \dot{\theta} > 0, I_z > I_x \quad (1)$$

$$\dot{T} < 0, \dot{\theta} > 0, I_z < I_x \quad (2)$$

$$\dot{T} < 0, \dot{\theta} < 0, I_z < I_x \quad (3)$$

$$\dot{T} < 0, \dot{\theta} < 0, I_z > I_x \quad (4)$$

۱۸۰- توسط کدام یک از موارد زیر، ماهواره دارای پایدارسازی خالص، منفعل خواهد بود؟

(۱) اسپین

(۲) تراستر

(۳) گرادیان جاذبه

(۴) چرخ عکس‌العملی

۱۸۱- در کدام نوع از ماهواره‌ها، بدون اندازه‌گیری زاویه وضعیت پیچ می توان کنترل فعال روی محور رول و یاو داشت؟

(۱) ماهواره‌های دارای مومنتوم بایاس

(۲) ماهواره‌های دارای پایدار مغناطیسی

(۳) ماهواره‌های دارای پایدار گرادیان جاذبه

(۴) ماهواره‌های دارای پایدار اسپین تک‌محوره

۱۸۲- اگر انرژی مخصوص  $\epsilon = \left( \frac{v^2}{2} - \frac{\mu}{r} \right)$  منفی باشد، حداکثر شعاع مداری نقطه مادی  $m_2$  حول نقطه مادی  $m_1$ ، کدام است؟

$$\frac{\mu}{\epsilon} \quad (1)$$

$$\frac{\mu}{|\epsilon|} \quad (2)$$

$$-\frac{\mu}{\epsilon} \quad (3)$$

$$-\frac{\mu}{|\epsilon|} \quad (4)$$

۱۸۳- کدام یک از روابط زیر، نشان‌دهنده شکل مدار در مسئله دو جسم است؟

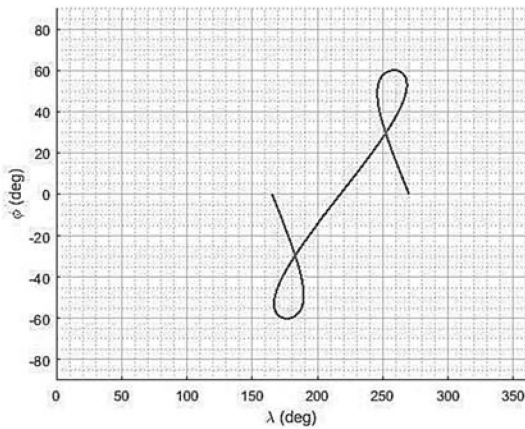
$$r = \frac{h^2}{\mu} \frac{1}{1 + e \cos \theta} \quad (1)$$

$$r = \frac{h^2}{\mu} \frac{1}{1 - e \cos \theta} \quad (2)$$

$$r = \frac{h^2}{\mu} \frac{1}{1 + e \cos \theta} \quad (3)$$

$$r = \frac{\vec{r} \times \vec{h}}{\mu} \cdot \vec{r} - e r \quad (4)$$

۱۸۴- رد زمینی مدار یک ماهواره طی یک دوره تناوب به صورت شکل زیر ترسیم شده است. شیب مدار و دوره تناوب



مدار به ترتیب چقدر است؟ (هر خانه ۵ درجه است.)

- (۱) ۳۰ درجه، کمتر از ۲۴ ساعت
- (۲) ۳۰ درجه، بیشتر از ۲۴ ساعت
- (۳) ۶۰ درجه، کمتر از ۲۴ ساعت
- (۴) ۶۰ درجه، بیشتر از ۲۴ ساعت

۱۸۵- کدام یک از عبارات زیر در مورد مدار خورشید آهنگ درست نیست؟

- (۱) مدار پیشرونده است.
- (۲) ماهواره در زمان محلی ثابتی از گره صعودی رد می شود.
- (۳) صفحه مدار با آهنگ دوران زمین حول خورشید می چرخد.
- (۴) جهت گیری صفحه مدار نسبت به راستای تشعشعات خورشید همواره ثابت است.



