کد کنترل

700A

700A

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

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

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

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) ـ سال ۱۴۰۵
مهندسی هوافضا (کد ۲۳۳۱)

تعداد سؤال: ۱۸۵ سؤال

مدت‌زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

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 ـ جریان لزج پیشرفته ۱	۳۵	۱۱	۴۵
۳	اصول جلوبرنده پیشرفته ـ سوخت و احتراق پیشرفته ۱	۳۵	۴۶	۸۰
۴	روش اجزای محدود ۱ ـ تحلیل پیشرفته سازه‌های هوافضایی	۳۵	۸۱	۱۱۵
۵	دینامیک پرواز پیشرفته ۱ ـ تئوری کنترل بهینه	۳۵	۱۱۶	۱۵۰
۶	طراحی سیستمی فضاپیما ـ دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما	۳۵	۱۵۱	۱۸۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

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

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، به‌منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان‌بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ‌نامه و دفترچه سؤالات، نوع و کدکنترل درج‌شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

ریاضیات مهندسی:

۱- فرض کنید $F(w)=\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\,e^{-iwx}dx$ نمایش تبدیل فوریه تابع f با ضابطه $f(x)=\begin{cases}\sinh|x| & ,-\pi<x<\pi\\ 0 & ,\ x<-\pi\ ,x>\pi\end{cases}$ باشد. مقدار $F(1)$ کدام است؟

۱) $-2\cosh\pi-2$

۲) $-\cosh\pi-1$

۳) $-\cosh\pi+1$

۴) $-2\cosh\pi+2$

۲- در معادله انتگرال $\int_{0}^{\infty} B(\alpha)\sin(\alpha x)\,d\alpha = xe^{-3x},\ x>0$، تابع $B(\alpha)$ کدام است؟

۱) $\frac{3\alpha}{\pi(\alpha^2+9)^2}$

۲) $\frac{6\alpha}{\pi(\alpha^2+9)^2}$

۳) $\frac{12\alpha}{\pi(\alpha^2+9)^2}$

۴) $\frac{18\alpha}{\pi(\alpha^2+9)^2}$

۳- اگر جواب معادله دیفرانسیل با مشتقات جزیی زیر در حال نوسانی باقی بماند، آنگاه کدام رابطه برای α درست است؟

$$\begin{cases}u_{tt}=u_{xx}-\alpha u_t, & 0<x<L\ ,t>0\\ u(0,t)=u(L,t)=0, & t\ge 0\\ u(x\ ,0)=0\ ,u_t(x,0)=f(x)\ , & 0\le x\le L.\end{cases}$$

۱) $|\alpha|\le\frac{4\pi}{L}$

۲) $|\alpha|<\frac{2\pi}{L}$

۳) $|\alpha|\ge\frac{2\pi^2}{L^2}$

۴) $|\alpha|>\frac{4\pi^2}{L^2}$

۴- یک میله نیمه‌محدود نازک $(x \geq ۰)$ که بدنه آن عایق‌شده، دارای درجه حرارت اولیه $f(x) = \begin{cases} T_۰ & x \leq ۱ \\ ۰ & x > ۱ \end{cases}$ است. اگر لبه $x = ۰$ میله را به‌طور ناگهانی به درجه حرارت صفر برسانیم، آنگاه درجه حرارت میله در مکان x و زمان t کدام است؟

۱) $\frac{۲T_۰}{\pi}\int_۰^\infty \frac{۱-\cos w}{w} e^{-w^۲c^۲t}\sin(wx)\,dw$

۲) $\frac{T_۰}{\pi}\int_۰^\infty \frac{۱-\cos w}{w} e^{-w^۲c^۲t}\sin(wx)\,dw$

۳) $\frac{۲T_۰}{\pi}\int_۰^\infty \frac{۱-\cos w}{w} e^{-w^۲c^۲t}\cos(wx)\,dw$

۴) $\frac{T_۰}{\pi}\int_۰^\infty \frac{۱-\cos w}{w} e^{-w^۲c^۲t}\cos(wx)\,dw$

۵- اگر $u(x,y)$ جواب معادله دیفرانسیل $۲u_{xx} + ۳u_{yx} + u_{yy} = ۰$ با شرایط $u(x,۰) = x$ و $u_y(x,۰) = ۲x$ باشد، آنگاه مقدار $u(۱,۳)$ کدام است؟

۱) ۲۰

۲) ۲

۳) -۲

۴) -۲۰

۶- اگر $z + ۱ = \sum_{n=۱}^{۶}\left(\sin(\frac{۲n\pi}{۷}) - i\cos(\frac{۲n\pi}{۷})\right)$، آنگاه مقدار z کدام است؟

۱) $-i - ۱$

۲) $-i + ۱$

۳) $i - ۱$

۴) $i + ۱$

۷- اگر تابع $u(x,y) = \frac{۲(x-۱)+a}{x^۲+y^۲}$ به ازای $(x,y) \neq (۰,۰)$ همساز باشد، آنگاه مقدار a کدام است؟

۱) ۲

۲) ۱

۳) -۱

۴) -۲

۸- مقدار $\oint_{|z|=۸} \frac{z^۲}{\sin z} dz$ کدام است؟

۱) $۶\pi^۲ i$

۲) $۱۲\pi^۲ i$

۳) $۶\pi^۳ i$

۴) $۱۲\pi^۳ i$

۹- مقدار $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ix}}{(x^2+1)^2} dx$ کدام است؟

۱) $\frac{\pi}{e}$

۲) $\frac{\pi}{2}$

۳) $\frac{\pi}{e} i$

۴) $\frac{\pi}{2} i$

۱۰- تصویر قرص بسته $|z-2| \le 1$ تحت نگاشت $w = (1+i)z + 2i$، کدام است؟

۱) دایره‌ای به مرکز $2+2i$ و شعاع $\sqrt{2}$

۲) دایره‌ای به مرکز $2+2i$ و شعاع ۲

۳) دایره‌ای به مرکز $2+4i$ و شعاع ۲

۴) دایره‌ای به مرکز $2+4i$ و شعاع $\sqrt{2}$

آیرودینامیک مادون صوت ـ جریان لزج پیشرفته ۱:

۱۱- برای ایرفویل متقارن و نازک در زاویه حمله مثبت کم، کدام عبارت درست است؟

۱) جهت گردش حول آن ساعتگرد و $c_{m_{ac}} = -\frac{c_\ell}{4}$

۲) جهت گردش حول آن ساعتگرد و $c_{m_{ac}} = 0$

۳) جهت گردش حول آن پادساعتگرد و $c_{m_{ac}} = -\frac{c_e}{4}$

۴) جهت گردش حول آن پادساعتگرد و $c_{m_{ac}} = 0$

۱۲- در جریان دوبعدی تراکم‌ناپذیر، از تعریف $u = \frac{\partial \psi}{\partial y}, v = -\frac{\partial \psi}{\partial x}$، برای ارضای چه معادله‌ای استفاده می‌شود؟

۱) شرط جریان پتانسیل

۲) معادلات مومنتم

۳) معادله پیوستگی

۴) معادله برنولی

۱۳- در جریان تراکم‌ناپذیر غیرچرخشی و سه‌بعدی، کدام رابطه درست است؟

۱) $\nabla^2 \phi = 0$

۲) $\nabla \phi = 0$

۳) $\nabla^4 \psi = 0$

۴) $\nabla^2 \psi = 0$

۱۴- در جریان پتانسیل بدون برآ روی یک سیلندر دایره‌ای، بیشترین اندازه ضریب فشار چقدر است؟

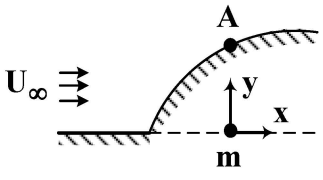
۱) $\frac{1}{2}$

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

۱۵- جریان پتانسیل روی هندسه زیر (نیم‌بیضی‌گون رانکین) از ترکیب جریان یکنواخت با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ و چشمه‌ای به قدرت $m = ۱۲\pi$ در مبدأ مختصات شبیه‌سازی شده است. ضریب فشار در نقطه A به مختصات $(x,y) = (۰, ۱/۵)$ چند است؟



۱) $-۰/۳۲$
۲) $-۰/۱۶$
۳) $۰/۱۶$
۴) $۰/۳۲$

۱۶- در جریان پتانسیل روی ایرفویلی با سرعت جریان آزاد $۱۰\frac{m}{s}$، اختلاف ضریب فشار بین نقطه سکون و نقطه‌ای روی جسم که سرعت در آن $۵\frac{m}{s}$ است، چقدر است؟

۱) $۰/۲۵$
۲) $۰/۵$
۳) $۰/۷۵$
۴) ۱

۱۷- جریان پتانسیل روی یک استوانه دوّار، دارای تابع جریان $\psi = ۱۰ r\sin\theta(۱-\frac{۹}{r^۲})+\frac{۳۶}{۲\pi}\ln\frac{r}{۳}$ است. ضریب نیروی برآ (c_ℓ) بر واحد طول استوانه چند است؟ (چگالی هوا = $۱\frac{kg}{m^۳}$)

۱) $۰/۶$
۲) $۱/۲$
۳) $۲/۴$
۴) $۷/۲$

۱۸- ایرفویلی از حالت سکون در سیالی ساکن از راست به چپ شروع به حرکت می‌کند و سپس دوباره متوقف می‌شود. گردابه‌های آغازین و پایانی تشکیل‌شده مطابق شکل زیر در چه جهتی در سیال حرکت می‌کنند؟

۱) گردابه آغازین به سمت پایین و گردابه پایانی به سمت بالا
۲) گردابه آغازین به سمت بالا و گردابه پایانی به سمت پایین
۳) هر دو به سمت پایین
۴) هر دو به سمت بالا

۱۹- در جریان پتانسیلی، تابع جریان به‌صورت $\psi = xy$ داده شده است. کدام رابطه برای فشار درست است؟

۱) $P+\rho(x+y)^۲ = $ ثابت
۲) $P+\rho(x^۲+y^۲) = $ ثابت
۳) $P+\frac{۱}{۲}\rho(x+y)^۲ = $ ثابت
۴) $P+\frac{۱}{۲}\rho(x^۲+y^۲) = $ ثابت

۲۰- تغییرات سرعت لبه لایه مرزی در یک جریان تراکم‌ناپذیر به‌صورت $u_e(x) = U_\circ(۱-\frac{x}{L})$ است. گرادیان فشار در این جریان کدام است؟

۱) $\frac{dp}{dx} = -\rho\frac{U_\circ^۲}{L}(۱-\frac{x}{L})$
۲) $\frac{dp}{dx} = -\rho\frac{U_\circ^۲}{L}(۱-\frac{x}{L})^۲$
۳) $\frac{dp}{dx} = \rho\frac{U_\circ^۲}{L}(۱-\frac{x}{L})$
۴) $\frac{dp}{dx} = \rho\frac{U_\circ^۲}{L}(۱-\frac{x}{L})^۲$

۲۱- کدام مورد با شرط کاتا (kutta condition) سازگار نیست؟

۱) شرط کاتا در جریان حول ایرفویل برای همه رژیم‌های عدد رینولدز (Re) برقرار است.

۲) طبق شرط کاتا، خطوط جریان پتانسیل در نزدیک سطح ایرفویل، لبه فرار را دور نمی‌زنند.

۳) طبق شرط کاتا، نقطه سکون در جریان پتانسیل حول ایرفویل، روی لبه فرار قرار می‌گیرد.

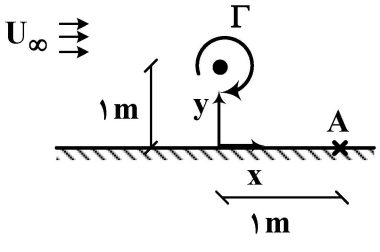
۴) بی‌شمار حل پتانسیل برای جریان پتانسیل حول ایرفویل وجود دارد و طبق شرط کاتا فقط یکی از آنها اعتبار دارد.

۲۲- استفاده از حل جریان پتانسیل برای چه مسائلی تقریب خوبی است؟ (با فرض عدم جدایش جریان)

۱) مسائل با عدد رینولدز (Re) بسیار زیاد ۲) مسائل با سرعت جریان بسیار کم

۳) مسائل با ویسکوزیته بسیار کم ۴) مسائل با جریان تراکم‌ناپذیر

۲۳- در جریان شکل زیر به‌ازای چه نسبتی از $\frac{\Gamma}{U_\infty}$، نقطه سکون در نقطه A با مختصات $(x,y)=(1,0)$ روی دیواره قرار خواهد گرفت؟ (تابع جریان گردابه آزاد $\psi=\frac{\Gamma}{2\pi}\ln r$)



۱) π

۲) 2π

۳) $\sqrt{2}\pi$

۴) $2\sqrt{2}\pi$

۲۴- پتانسیل مختلط جریانی به صورت $F=Z^n$ است. مؤلفه سرعت پیچشی (u_θ) این جریان کدام است؟

۱) $nr^{n-1}\sin n\theta$ ۲) $nr^{n-1}\cos n\theta$

۳) $-nr^{n-1}\sin n\theta$ ۴) $-nr^{n-1}\cos n\theta$

۲۵- ایرفویلی نازک دارای زاویه برآی صفر $\alpha_{L=0}=-2^\circ$ و طول وتر $c=1\,m$ است. اگر زاویه حمله هندسی برابر $\alpha=5^\circ$ و سرعت جریان آزاد تراکم‌ناپذیر برابر $U_\infty=10\frac{m}{s}$ باشد، نیروی برآ چند $\frac{N}{m}$ است؟ (چگالی جریان $\rho_\infty=1\frac{kg}{m^3}$ و $\pi^2\simeq 9$)

۱) ۰/۷

۲) ۷۰

۳) ۳/۵

۴) ۳۵

۲۶- یک بال مستطیلی با نسبت منظری $AR=9$ و ضریب بازده اوسوالد $e=0/4$ دارای ضریب برآی $C_L=0/6$ است. ضریب پسای القایی این بال طبق نظریه خط برآزا چند است؟

۱) $\frac{10}{\pi}$

۲) $\frac{1}{10\pi}$

۳) ۰/۱

۴) $\frac{1}{\pi}$

۲۷- اگر v_s و v_n، به‌ترتیب مؤلفه‌های بردار سرعت در جهت مماس و عمود بر سطح دیواره باشند، کدام شرط مرزی برای جریان پتانسیل روی دیواره درست نیست؟ (ψ تابع جریان و ϕ تابع پتانسیل هستند.)

۱) $\frac{\partial \phi}{\partial n} = 0$
۲) $\psi =$ ثابت
۳) $v_n = 0$
۴) $v_s = v_n = 0$

۲۸- کدام شرط مرزی زیر، یک شرط دقیق برای تعیین ضریب پروفیل سرعت درجه ۳ لایه مرزی بر روی سطح تخت به‌حساب می‌آید؟

$$u(y) = a + by + cy^2 + dy^3$$

۱) $\left.\frac{du}{dy}\right|_{y=0} = 0$
۲) $\left.\frac{d^2u}{dy^2}\right|_{y=0} = 0$
۳) $\left.\frac{d^2u}{dy^2}\right|_{y=\delta} = 0$
۴) $u|_{y=\delta} =$ ثابت

۲۹- تقارن تانسور تنش برش در سیال نیوتونی، نتیجه کدام مورد است؟

۱) بقای اندازه حرکت خطی
۲) تراکم‌ناپذیری سیال
۳) بقای اندازه حرکت زاویه‌ای
۴) ویسکوزیته ثابت سیال

۳۰- در یک جریان سه‌بعدی لزج، وظیفه جمله $(\omega.\nabla)u$ یا Vortex Stretching، چیست؟

۱) کاهش ورتیسیتی
۲) جلوگیری از تشکیل آشفتگی
۳) انتقال ورتیسیتی از طریق فشار
۴) انتقال انرژی آشفتگی به مقیاس‌های کوچک

۳۱- مطابق نظریه ریلی، شرط لازم برای ناپایداری غیرلزج، کدام است؟

۱) پروفیل سرعت دارای نقطه عطف باشد.
۲) گرادیان فشار مثبت باشد.
۳) ویسکوزیته تابع دما باشد.
۴) ورتیسیتی صفر باشد.

۳۲- در معادلات لایه مرزی بلازیوس، چرا گرادیان فشار در جهت عمود بر دیواره (y) حذف می‌شود؟

۱) عبارت $\frac{\partial p}{\partial y}$ با معکوس عدد رینولدز (Re) تناسب داشته و با افزایش Re قابل صرف‌نظر کردن است.
۲) $\frac{\partial p}{\partial y}$ برای هر جریانی‌که لزجت اهمیت داشته باشد، صفر است.
۳) مؤلفه سرعت در جهت y برابر صفر است.
۴) فشار در راستای خط جریان ثابت است.

۳۳- پروفیل جریان لایه مرزی آرام روی صفحه تخت به‌صورت زیر تقریب زده شده است. نسبت ضخامت جابه‌جایی به ضخامت لایه مرزی، کدام است؟

$$f(\eta) = \sin(\frac{\pi}{2}\eta), \quad \eta = \frac{y}{\delta}$$

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

۳۴- در جریان لایه مرزی روی صفحه تخت، سرعت عمود بر صفحه (v) در راستای موازی با صفحه (x) چگونه تغییر می‌کند؟

۱) $v \propto x^{-1}$
۲) $v \propto x^{-\frac{1}{2}}$
۳) $v \propto x$
۴) $v \propto x^{\frac{1}{2}}$

۳۵- در حل تشابهی جت دوبعدی، معادله مومنتوم به‌صورت زیر به‌دست می‌آید. کدام شرط مرزی درست است؟ (محور مختصات در مرکز دهانه جت قرار دارد.)

$$f''' + ff'' + f'^{۲} = ۰$$

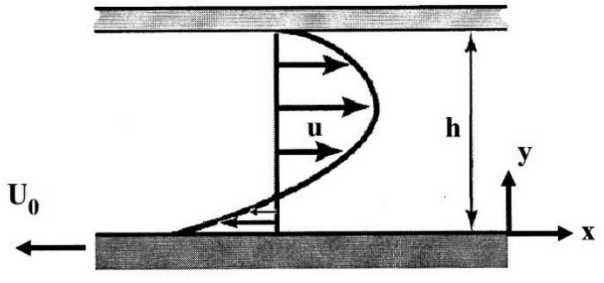
۱) $f(۰) = f'(۰) = f''(۰) = ۰$

۲) $f'(\infty) = ۱,\ f(۰) = f''(۰) = ۰$

۳) $f(۰) = f'(۰) = ۰,\ f''(۰) = ۱$

۴) $f(۰) = ۰,\ f'(۰) = f''(\infty) = ۱$

۳۶- سیالی بین دو صفحه مسطح نامتناهی، به‌سمت راست جریان دارد. صفحه پایینی با سرعت $U_۰$ به سمت چپ حرکت می‌کند و صفحه بالایی ساکن است. گرادیان فشار $\frac{dP}{dx}$ برای این‌که در وسط دو صفحه $(y = \frac{h}{۲})$ سرعت سیال صفر شود، چقدر است؟



۱) $-\frac{۲\mu U_۰}{h}$

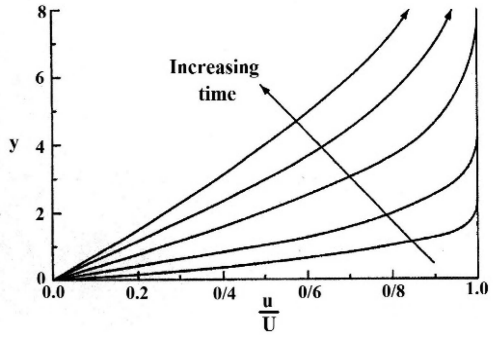
۲) $\frac{\mu U_۰}{h^{۲}}$

۳) $-\frac{۴\mu U_۰}{h^{۲}}$

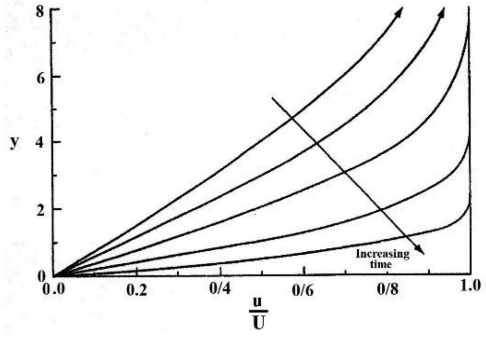
۴) $\frac{۴\mu U_۰}{h^{۲}}$

۳۷- سیالی تراکم‌ناپذیر و صفحه زیرین آن، با سرعت یکنواخت U از سمت چپ به راست در حرکت هستند. صفحه ناگهان متوقف می‌شود. پروفیل سرعت با گذشت زمان چگونه تغییر می‌کند؟

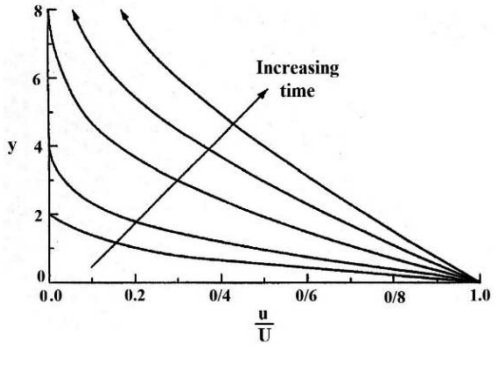
۱)



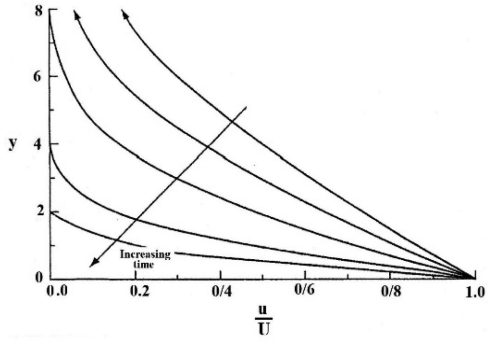
۲)



۳)



۴)



۳۸- کدام جریان آرام به‌دلیل صفرشدن جملات غیرخطی در معاملات ناویر ـ استوکس، دارای حل دقیق است؟

۱) جریان جت
۲) جریان نقطه سکون
۳) لایه مرزی روی صفحه تخت
۴) جریان توسعه‌یافته در لوله

۳۹- در معادلات ناویر ـ استوکس برای جریان تراکم‌ناپذیر، جملات لزجت $(\nu\nabla^2\vec{V})$ چگونه به‌دست آمده‌اند؟

۱) گرادیان تنش تانسور لزج
۲) دیورژانس تانسور تنش لزج
۳) کرال تانسور تنش لزج
۴) لاپلاسین تانسور تنش لزج

۴۰- تابع جریان برای حل جریان لایه مرزی بلازیوس روی صفحه تخت به‌صورت $\psi=\sqrt{\nu U_\infty x}\,f(\eta)$ است که کمیت تشابه برابر $\eta=y\sqrt{\frac{U_\infty}{\nu x}}$ است. مقدار مؤلفه V سرعت در لایه مرزی کدام است؟ (ν لزجت سینماتیکی)

۱) $\sqrt{\frac{\nu U_\infty}{2x}}(\eta f'-f)$
۲) $\sqrt{\frac{\nu U_\infty}{2x}}(f'-\eta f)$
۳) $\sqrt{\frac{\nu U_\infty}{x}}(\eta f'-f)$
۴) $\sqrt{\frac{\nu U_\infty}{x}}(f'-\eta f)$

۴۱- در جریان تراکم‌پذیر، فشار مکانیکی تحت کدام شرط با فشار استاتیکی برابر است؟

۱) $\lambda+\frac{2}{3}\mu=0$ و $\vec{\nabla}.\vec{V}=0$
۲) $\lambda+\frac{2}{3}\mu=0$
۳) $\vec{\nabla}.\vec{V}=0$
۴) همواره برابرند.

۴۲- برای جریان لایه مرزی آرام روی صفحه تخت، ضریب اصطکاک پوسته‌ای سطح در موقعیت $x=0/125\,m$ برابر $0/002$ است. ضریب اصطکاک پوسته‌ای در موقعیت $x=0/5\,m$ کدام است؟

۱) $0/00125$
۲) $0/00025$
۳) $0/0005$
۴) $0/001$

۴۳- برای جریان تراکم‌ناپذیر بین دو صفحه موازی با طول بی‌نهایت و به‌فاصله h که صفحه بالایی دارای سرعت U و صفحه پایینی ساکن است، مقدار عبارت میرایی لزجت (Viscous dissipation) کدام است؟

۱) $\mu\frac{U}{h}$
۲) $2\mu\frac{U}{h}$
۳) $\mu(\frac{U}{h})^2$
۴) $2\mu(\frac{U}{h})^2$

۴۴- با استفاده از روش تقریبی توتیز (Thwaties) مقدار λ برای پروفیل سرعت خارج از لایه مرزی جریانی به‌صورت $S(\lambda) = (\lambda + ۰/۰۹)^{۰/۶۲}$ است. با توجه به این‌که در این روش، $\lambda = -۰/۰۱\left[(۱-x)^{-۱} - ۱\right]$ است، محل نقطه جدایش کدام است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۸
۳) ۰/۹ ۴) ۱/۱

۴۵- کدام مورد در جریان‌های خزشی درست نیست؟

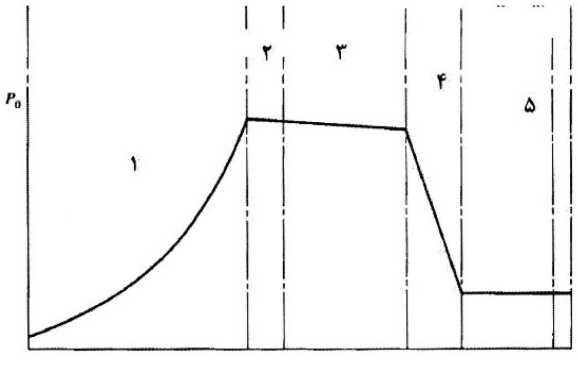
۱) مانند جریان‌های پتانسیل، نیروی پسا صفر است. ۲) نیروهای فشاری با نیروهای لزج، بالانس می‌شوند.
۳) دنباله جریان (wake) پشت جسم وجود ندارد. ۴) معادلات حاکم، خطی هستند.

اصول جلوبرنده پیشرفته ـ سوخت و احتراق پیشرفته ۱:

۴۶- شکل زیر، کدام شرایط عملکردی کمپرسور را نشان می‌دهد؟

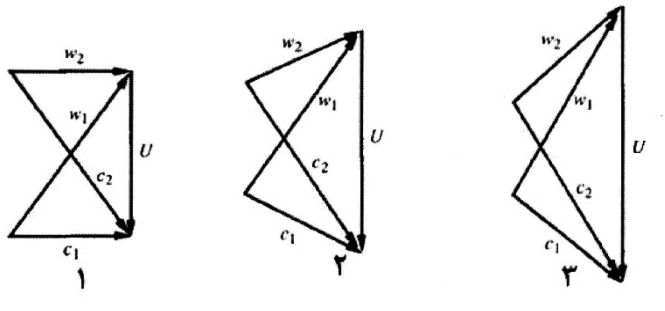
۱) سرج
۲) راه‌اندازی
۳) استال چرخشی
۴) شرایط طراحی

۴۷- چنانچه شکل زیر، منحنی توزیع فشار کل در طول یک توربوجت را ارائه دهد، کدام گزینه به‌ترتیب اجزای کمپرسور، دیفیوزر، توربین و نازل را به‌درستی نشان می‌دهند؟



۱) ۲، ۱، ۴، ۵
۲) ۱، ۲، ۴، ۵
۳) ۲، ۱، ۳، ۴
۴) ۱، ۲، ۳، ۴

۴۸- کدام شکل، مثلث سرعت‌ها در ریشه پره کمپرسور را نشان می‌دهد؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) بسته به شرایط طراحی و عملکردی، هر سه شکل می‌تواند درست باشد.

۴۹- برای یک موتور توربوجت با نازل همگرا، در صورتیکه دمای خروجی نازل در حدود $750\,K$ طراحی شده باشد و دمای محیط $250\,K$ باشد، در چه عدد ماخی رم درگ موتور بیشتر از تراست ممنتومی آن خواهد شد؟

۱) هیچ گاه رم درگ توربوجت به تراست ممنتومی آن نخواهد رسید.

۲) در صورت معلوم بودن ارتفاع هواپیما امکان محاسبه عدد ماخ وجود دارد.

۳) در اعداد ماخ حدود ۱/۷

۴) در اعداد ماخ حدود ۳

۵۰- در مورد موتور رم جت، کدام عبارت درست است؟

۱) با افزایش عدد ماخ، نیروی پیشران و نرخ مصرف سوخت ویژه کاهش می‌یابند.

۲) با افزایش عدد ماخ، بازدهی پیشرانش و بازدهی کل، به‌صورت تدریجی افزایش می‌یابند.

۳) بیشینه نیروی پیشران با افزایش دمای سیال خروجی محفظه احتراق، در عدد ماخ بالاتری اتفاق خواهد افتاد.

۴) در یک عدد ماخ ثابت، افزایش دمای ورودی نازل باعث افزایش نیروی پیشران شده و مصرف سوخت را کاهش می‌دهد.

۵۱- کدام مورد درست است؟

۱) چنانچه یک سامانه فرایند بازگشت‌ناپذیری را طی کند، در آن فرایند آنتروپی تولید می‌شود.

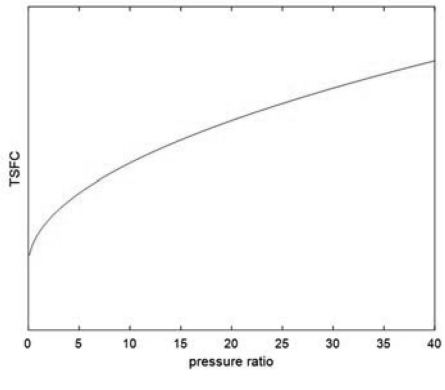
۲) قانون اول ترمودینامیک کمک می‌کند تا جهت انجام یک فرایند، مشخص شود.

۳) سیر یک فرایند همواره در جهتی است که آنتروپی افزایش یابد.

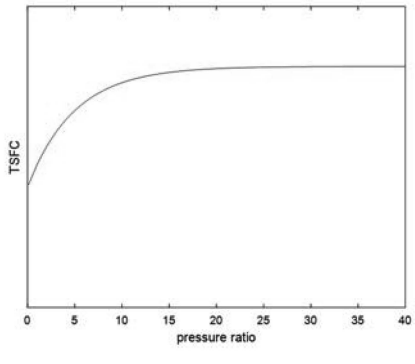
۴) هر سه مورد

۵۲- نمودار مصرف سوخت ویژه یک توربوجت در ماخ ۰/۵ به‌ازای نسبت فشارهای مختلف کمپرسور، کدام‌یک از نمودارهای زیر می‌تواند باشد؟

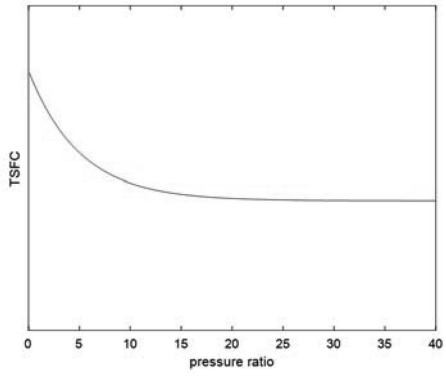
۱)



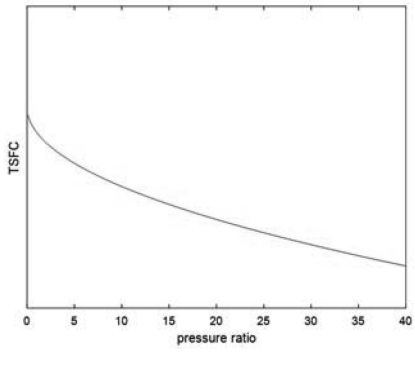
۲)



۳)



۴)



۵۳- کدام موتور می‌تواند در بازه زمانی کوتاهی تراست قابل توجهی تولید کرده و با مصرف سوخت کم، مسافت قابل توجهی را تا رسیدن به مقصد طی کند؟

۱) توربوفن با گذردهی بالا
۲) رم جت
۳) توربوجت با پس سوز
۴) توربوجت

۵۴- یک وسیله پرنده با موتور رمجت ایده‌آل با سرعت پروازی ۲۰۰ متر بر ثانیه در حال حرکت است. فرض کنید که دمای هوای سکون هوای ورودی به موتور در این سرعت پروازی و در ارتفاع پروازی این وسیله پرنده، ۴۰۰ کلوین باشد. اگر دبی هوای ورودی به موتور یک کیلوگرم بر ثانیه باشد و حداکثر دمای قابل تحمل در محفظه احتراق موتور ۱۶۰۰ کلوین باشد، تراست موتور رمجت به کدام مقدار نزدیک است؟

۱) ۲۰۰ نیوتن
۲) ۶۰۰ نیوتن
۳) ۸۰۰ نیوتن
۴) ۱۲۰۰ نیوتن

۵۵- سرعت پرواز هواپیما به چند محدوده تقسیم می‌شود؟

۱) پنج محدوده: ۱- سرعت کم $(M<0/2)$ ۲- سرعت مادون صوت $(0/2<M<0/9)$ ۳- سرعت حدود صوت $(0/7<M<1/5)$ ۴- سرعت مافوق صوت $(M>1)$ ۵- سرعت ماوراءصوت $(M>3)$

۲) سه محدوده: ۱- سرعت مادون صوت $(0/2<M<0/9)$ ۲- سرعت حدود صوت $(0/7<M<1/5)$ ۳- سرعت مافوق صوت $(M>1)$

۳) دو محدوده: ۱- سرعت مادون صوت $(0/2<M<0/9)$ ۲- سرعت مافوق صوت $(M>1)$

۴) هیچکدام

۵۶- چه تعدادی از کمیت‌های زیر از توابع حالت نیستند؟

حرارت ـ انرژی آزاد گیبس ـ انرژی داخلی ـ آنتالپی ـ کار ـ آنتروپی

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۵۷- کدام گزینه درست است؟

۱) ضریب تجربی Work Done Factor به‌دلیل اثر رشد لایه مرزی روی سطح مکشی پره‌ها تعریف می‌شود.

۲) ضریب تجربی Work Done Factor به‌دلیل اتلاف ناشی از شوک در مراحل سرعت بالا تعریف می‌شود.

۳) زاویه حمله طراحی پره DCA بیشتر از پره‌های C۴ و NACA است.

۴) زاویه حمله طراحی پره DCA کمتر از پره‌های C۴ و NACA است.

۵۸- علت استفاده از موتور توربوفن به‌جای موتور توربوجت در هواپیماهای مسافربری مثل ایرباس ۳۲۰، کدام است؟

۱) موتور توربوفن بازده حرارتی بیشتری دارد.
۲) موتور توربوفن بازده پیشران بالاتری دارد.
۳) موتور توربوفن تراست بیشتری دارد.
۴) موتور توربوفن هزینه تعمیرات کمتری دارد.

۵۹- به کدام‌یک از علل اصلی زیر، از After burner در حالت عادی برای تأمین تراست استفاده نمی‌شود؟

۱) بالا بردن هزینه ساخت موتور
۲) افزایش دمای خروجی از موتور
۳) راندمان کم احتراق در آن
۴) افت فشار ایجاد شده در خروجی

۶۰- کدام عبارت درخصوص سیکل ایده‌آل برایتون، درست است؟

۱) صرفاً افزایش دمای ورودی به توربین راندمان سیکل را افزایش می‌دهد.

۲) افزایش دمای ورودی به توربین تأثیری بر سایز موتور ندارد.

۳) افزایش فشار و دما هر دو، راندمان سیکل را افزایش می‌دهد.

۴) افزایش فشار کمپرسور راندمان سیکل را افزایش می‌دهد.

۶۱- **کدام گزینه در مورد مقایسه جریان داخل نازل همگرا ـ واگرا و جریان فانو درست است؟**

۱) موج ضربه‌ای در جریان نازل در اثر تغییرات فشار پشت P_b روی می‌دهد ولی در جریان فانو موج ضربه‌ای برای سرریز دبی به خارج کانال روی می‌دهد.

۲) وقوع موج ضربه‌ای در نازل کمیت $P_t A^*$ را تغییر نمی‌دهد و وقوع موج ضربه‌ای در جریان فانو کمیت $P^* \frac{fL}{D}$ را تغییر نمی‌دهد.

۳) وقوع موج ضربه‌ای در جریان نازل مقدار A^* را افزایش می‌دهد ولی موج ضربه‌ای در جریان فانو P^* را تغییر نمی‌دهد.

۴) با وقوع موج ضربه‌ای در نازل، دبی جرمی ثابت می‌ماند ولی موج ضربه‌ای دبی جرمی جریان فانو را کاهش می‌دهد.

۶۲- **اگر در یک مقطع، یک مرحله از کمپرسور جریان محوری، درجه عکس‌العمل ۰/۵ باشد، کدام عبارت درست خواهد بود؟**

۱) $\alpha_1 = \alpha_2$ ۲) $\alpha_1 = \beta_1$

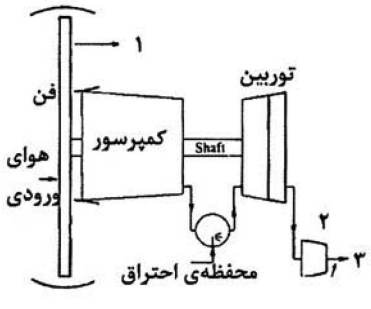
۳) $\beta_1 = \beta_2$ ۴) $\alpha_1 = \beta_2$

۶۳- **در یک موتور توربوفن دمای هوای سکون در فن از ۳۰۰ کلوین به ۳۵۰ کلوین و دمای هوای سکون در کمپرسور این موتور از ۳۰۰ کلوین به ۶۰۰ کلوین افزایش می‌یابد. اگر نسبت کنارگذر (Bypass Ratio) این موتور ۱۰ باشد و دمای خروجی محفظه احتراق ۱۶۰۰ کلوین باشد، دمای هوای سکون در خروجی توربین به کدام عدد نزدیک‌تر است؟**

۱) ۸۰۰ کلوین ۲) ۱۳۰۰ کلوین

۳) ۱۲۵۰ کلوین ۴) ۶۰۰ کلوین

۶۴- **با توجه به شکل، کدام گزینه نوع موتور و اجزای موردنظر (۱، ۲ و ۳) را به‌درستی بیان می‌کند؟**



۱) توربوجت ـ گاز خروجی ـ نازل ـ هوای سرد

۲) توربوفن ـ هوای سرد ـ نازل ـ گاز خروجی

۳) توربوفن ـ گاز خروجی ـ دیفیوز ـ هوای سرد

۴) توربوجت ـ هوای سرد ـ دیفیوزر ـ گاز خروجی

۶۵- **احتراق در موتور خودرو در کدام‌یک از شرایط زیر رخ می‌دهد؟**

۱) سوخت غنی و در حجم ثابت ۲) سوخت رقیق و فشار ثابت

۳) سوخت غنی و فشار و حجم ثابت ۴) سوخت رقیق و در حجم ثابت

۶۶- **درخصوص احتراق تعادلی، کدام عبارت درست است؟**

۱) برمبنای قانون اول و دوم ترمودینامیک است و دمای شعله را بالاتر نشان می‌دهد.

۲) برمبنای قانون دوم ترمودینامیک است و با فشار تغییری نمی‌کند.

۳) برمبنای انرژی آزاد است و دمای شعله را کمتر نشان می‌دهد.

۴) برمبنای انرژی آزاد است و سرعت شعله را بالاتر نشان می‌دهد.

۶۷- **اگر قطر قطره «الف»، ۳ برابر قطر قطره «ب» باشد و امکان تبخیر هر دو در شرایط مشابه فراهم باشد، عمر قطره «الف» تقریباً چند برابر قطره «ب» خواهد بود؟**

۱) ۳ ۲) ۹

۳) ۱/۵ ۴) ۴/۵

۶۸- رابطه سرعت شعله پیش مخلوط آرام با دما و فشار چگونه است؟

۱) عکس ـ عکس ۲) عکس ـ مستقیم

۳) مستقیم ـ عکس ۴) مستقیم ـ مستقیم

۶۹- در مکانیزم زنجیره‌ای **zeldovich** برای تشکیل **NO** و با فرض حالت پایا برای غلظت اتم‌های **N**، داریم:

$$N_2 + O \xrightarrow{k_1} NO + N$$

$$N + O_2 \xrightarrow{k_2} NO + O$$

درصورتی‌که غلظت N_2 و O_2 دو برابر شوند، نرخ تولید **NO** چه تغییری می‌کند؟ (رادیکال **O** با مولکول آن را در تعادل واکنش $O_2 \xleftrightarrow{k_p} 2O$ درنظر بگیرید.)

۱) $\sqrt{2}$ ۲) ۲

۳) $2\sqrt{2}$ ۴) ۴

۷۰- شعله انتشاری یک جت که در آن سوخت، بخار متانول (CH_3OH) و اکسیدایزر هوا است، درنظر بگیرید. گونه‌های موجود در شعله عبارتند از:

$$CH_3OH, CO_2, CO, O_2, H_2, H_2O, N_2, OH$$

نسبت مخلوط استوکیومتری (f_s) کدام است؟

$$M_{W,F} = 32, M_{w,air} = 29$$

۱) ۰/۱۳۴ ۲) ۰/۱۶۴

۳) ۰/۵۲۴ ۴) ۰/۵۶۴

۷۱- حالت سیستم در نقطه تعادل شیمیایی با استفاده از کدام‌یک از قوانین زیر محاسبه می‌شود؟

۱) قانون اول ترمودینامیک ۲) قانون دوم ترمودینامیک

۳) قانون سوم ترمودینامیک ۴) اصل لوشاتولیه

۷۲- برای واکنش مقدماتی $A \underset{k_b}{\xleftrightarrow{k_f}} B$، رابطه تغییرات زمانی غلظت گونه **A** درصورتی‌که در لحظه شروع غلظت گونه **A** برابر $[A]_\circ$، و غلظت گونه **B** برابر صفر باشد، کدام است؟

۱) $[A]_\circ - \frac{[A]_\circ k_b}{k_f - k_b}\left[1 - e^{-(k_f - k_b)t}\right]$

۲) $[A]_\circ - \frac{[A]_\circ k_f}{k_f - k_b}\left[1 - e^{-(k_f - k_b)t}\right]$

۳) $[A]_\circ - \frac{[A]_\circ k_b}{k_f + k_b}\left[1 - e^{-(k_f + k_b)t}\right]$

۴) $[A]_\circ - \frac{[A]_\circ k_f}{k_f + k_b}\left[1 - e^{-(k_f + k_b)t}\right]$

۷۳- مدت زمان لازم برای تبخیر قطره کروی بنزین با شعاع اولیه ۰/۶ mm و ثابت تبخیر $3/6 \times 10^{-4} \frac{m^3}{hr}$، چند ثانیه است؟

۱) ۷/۲ ۲) ۸

۳) ۱۰ ۴) ۱۲

۷۴- هوای با دمای $300K$ و سرعت بسیار کم، وارد یک لوله قطور شده و در طول لوله $100kw$ حرارت‌دهی می‌شود. با فرض یک بعدی بودن جریان، دمای هوا در خروج چقدر است؟ $C_p = 1\left[\frac{kJ}{kg\,K}\right], k = 1/4$

۱) ۳۳۳ ۲) ۳۵۰

۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

۷۵- قطر خاموشی شعله آرام سوخت هیدرازین در فشار $1atm$ برابر $1/2\,mm$ است. درصورتی‌که تغییر سرعت شعله آرام از رابطه زیر تبعیت کند، قطر خاموشی شعله در فشار $4\,atm$ چند میلی‌متر است؟

$$S_L(\frac{m}{s}) = \frac{43}{\sqrt{P_{(atm)}}}$$

۱) ۰/۵ ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۴

۷۶- مفهوم جبهه شعله چیست؟

۱) ناحیه‌ای است که سرعت انتشار موج احتراقی در آن مادون صوت است.

۲) ناحیه‌ای است که سرعت انتشار موج احتراقی در آن مافوق صوت است.

۳) ناحیه‌ای است که سوخت و اکسیدکننده به سمت یکدیگر دیفیوز می‌شوند.

۴) ناحیه‌ای است که در آن واکنش سریعاً اتفاق می‌افتد و عموماً از آن نور صادر می‌شود.

۷۷- برای احتراق کامل و استوکیومتریک یک کیلو مول متان، چند کیلوگرم هوا نیاز است؟

۱) ۱۳۷/۳ ۲) ۲۱۶/۹

۳) ۲۷۴/۷ ۴) ۵۷/۷

۷۸- مقیاس زمانی شیمیایی واکنش مقدماتی $A + B \xrightarrow{k} C + D$ برای شرایط زیر، کدام است؟

$$T = 1000k \quad , \quad P = 1atm \quad , \quad k = 10^4 \frac{cm^3}{g\,mol.s}$$

$$[B]_\circ = 2\times10^{-4}\frac{g\,mol}{cm^3} \qquad [A]_\circ = 8\times10^{-10}\frac{g\,mol}{cm^3}$$

۱) $0/5(s)$

۲) $2(s)$

۳) $0/5(ms)$

۴) $2(ms)$

۷۹- در مدل‌سازی محفظه احتراق یک توربین صنعتی با استفاده از شبکه راکتورهای احتراقی، کدام گزینه برای مدل‌سازی ناحیه منتهی به توربین، مناسب‌تر است؟

۱) راکتور حجم و جرم ثابت ۲) راکتور فشار و جرم ثابت

۳) راکتور Plug ـ flow ۴) راکتور Well - stirred

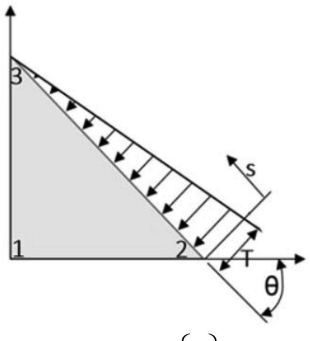
۸۰- نسبت هم‌ارزی احتراقی که در آن ۲۰۰ ٪ هوای اضافی وجود دارد، کدام است؟

۱) ۳ ۲) $\frac{1}{3}$

۳) ۲ ۴) $\frac{1}{2}$

روش اجزای محدود ۱ ـ تحلیل پیشرفته سازه‌های هوافضایی:

۸۱- اگر بردار نیرو در مختصات محلی برای سازه زیر $\begin{Bmatrix}0\\0\\2\\0\\1\\0\end{Bmatrix}$ باشد، بردار نیرو در مختصات **global** و $\theta = 0$ کدام است؟



۱) $\begin{Bmatrix}0\\0\\2\\0\\0\\1\end{Bmatrix}$ ۲) $\begin{Bmatrix}0\\0\\0\\2\\0\\1\end{Bmatrix}$ ۳) $\begin{Bmatrix}0\\2\\0\\0\\1\\0\end{Bmatrix}$ ۴) $\begin{Bmatrix}0\\0\\2\\0\\1\\0\end{Bmatrix}$

۸۲- در حل انتگرال عددی مسائل دوبعدی، بسط **Gaussian quadrature** به کدام حالت زیر منجر می‌شود؟

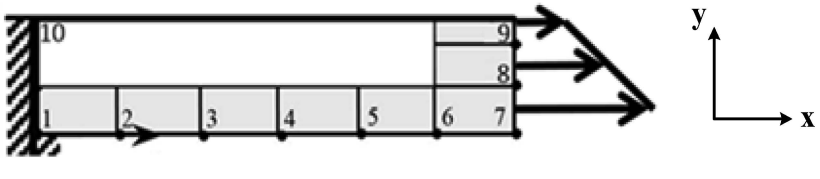
۱) $w_1 f(\xi_1)$

۲) $w_1 f(\xi_2) + w_2 f(\xi_2)$

۳) $w_1 f(\xi_1) + w_2 f(\xi_2)$

۴) $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_i w_j f(\xi_i, \eta_j)$

۸۳- برای مسئله زیر، کدام عبارت درست است؟



۱) $F_{x6} = F_{y6} \neq 0$

۲) $F_{x6} \neq F_{y6} = 0$

۳) $F_{x7} \neq F_{y7} = 0$

۴) $F_{x7} = F_{y7} \neq 0$

۸۴- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درخصوص المان‌های ایزوپارامتریک، درست است؟

۱) توابع درون‌یاب حل از نوع کرنش ثابت است.

۲) توابع درون‌یاب برای هندسه و حل، یکسان است.

۳) مرتبه توابع درون‌یاب برای هندسه از مرتبه توابع درون‌یاب برای حل کمتر است.

۴) مرتبه توابع درون‌یاب برای هندسه از مرتبه توابع درون‌یاب برای حل بیشتر است.

۸۵- ماتریس جرم سازگار برای یک المان خرپا، کدام است؟ ($\bar{m}$ جرم واحد طول و L طول المان است.)

۱) $\frac{\bar{m}L}{6}\begin{bmatrix}2 & 1\\ 1 & 2\end{bmatrix}$ ۲) $\frac{\bar{m}L}{3}\begin{bmatrix}2 & 1\\ 1 & 2\end{bmatrix}$

۳) $\frac{\bar{m}L}{2}\begin{bmatrix}2 & 1\\ 1 & 2\end{bmatrix}$ ۴) $\frac{\bar{m}L}{3}\begin{bmatrix}2 & -1\\ -1 & 2\end{bmatrix}$

۸۶- در رابطه زیر که به‌طور عمومی برای محاسبه ماتریس سفتی المان‌های مختلف استفاده می‌شود، ماتریس B حاوی چه اطلاعاتی است؟

$$[K]=\int_V B^T D B\, dV$$

۱) عبارت‌های هندسی المان ۲) خواص مکانیکی و هندسی المان

۳) عبارت‌های مؤلفه‌های کرنش ـ تنش ۴) عبارت‌های دیفرانسیلی کرنش ـ تغییر مکان

۸۷- در روش اجزای محدود، کدام مورد زیر در اعمال شرایط مرزی ضروری، اولویت دارد؟

۱) روش پنالتی ۲) روش مضارب لاگرانژ

۳) روش متراکم کردن استاتیکی ۴) روش حذف سطر و ستون ماتریس سفتی

۸۸- کدام ویژگی زیر از مزیت‌های روش اجزای محدود در مقایسه با روش تفاضلات محدود است؟

۱) سرعت حل بیشتر ۲) حل‌مسائل پیچیده

۳) حل‌مسائل چندفیزیکی ۴) انعطاف‌پذیری در اعمال شرایط مرزی

۸۹- یک المان کامل (complete) دوبعدی درجه دوم، دارای چند گره است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۹۰- درصورت استفاده از المان CST در شبکه‌بندی یک مسئله، کدام گزینه درست است؟

۱) توزیع تنش و کرنش داخل المان ثابت است. ۲) توزیع تنش خطی و کرنش داخل المان ثابت است.

۳) توزیع کرنش خطی و تنش داخل المان ثابت است. ۴) توزیع تنش و کرنش داخل المان به‌صورت خطی است.

۹۱- شرط ضروری برای همگرایی جواب در روش اجزای محدود، کدام است؟

۱) المان‌ها باید کامل و سازگار باشد. ۲) شبکه‌بندی میدان حل باید یکنواخت باشد.

۳) باید از روش h برای شبکه‌بندی استفاده کرد. ۴) باید از المان‌های مرتبه بالا در تولید شبکه استفاده کرد.

۹۲- ویژگی متمایز المان‌های هرمیتی نسبت به المان‌های لاگرانژی چیست؟

۱) فقط برای مدل‌سازی تیرها قابل استفاده است.

۲) این المان‌ها از مرتبه پیوستگی کمتری برخوردار هستند.

۳) تنها از متغیر میدان در گره‌ها به‌عنوان درجه آزادی استفاده می‌شود.

۴) علاوه‌بر متغیر میدان از مشتق آن نیز به‌عنوان درجه آزادی استفاده می‌شود.

۹۳- کدام‌یک از عوامل زیر باعث کاهش خطای درون‌یابی در روش اجزای محدود، می‌شود؟

۱) افزایش تعداد المان‌ها

۲) کاهش تعداد المان‌ها

۳) کاهش تعداد المان‌ها و استفاده از المان‌های با مرتبه بالاتر

۴) افزایش تعداد المان‌ها و استفاده از المان‌های با مرتبه بالاتر

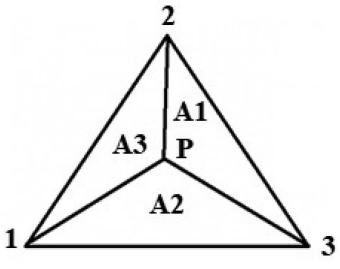
۹۴- برای انتگرال‌گیری دقیق چندجمله‌ای درجه چهار به روش گوس، حداقل چند نقطه نیاز است؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۹۵- مزیت استفاده از المان‌های با مرتبه بالاتر چیست؟

۱) دقت بیشتر با تعداد المان کمتر
۲) سادگی استخراج روابط
۳) سرعت پردازش بیشتر
۴) نیاز به حافظه کمتر

۹۶- اگر $A1=5$، $A2=10$ و $A3=5$ باشد، مقدار تابع شکل (Shape function) در گره ۱ چقدر است؟



۱) ۱
۲) ۰/۵
۳) ۰/۲۵
۴) ۰/۲

۹۷- مجموع توابع شکل یک ورق چهار گره‌ای در وسط المان، چقدر است؟

۱) ۰/۲۵
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۴

۹۸- کدام عبارت درخصوص معیار پایداری خطی اویلر، درست است؟

۱) برای هر تیر فقط یک بار بحرانی وجود دارد.
۲) همواره بار کمانش پایین‌تر از بار تسلیم است.
۳) بار بحرانی فقط به هندسه تیر ارتباط دارد و مستقل از جنس ماده است.
۴) معیار خطی پایداری اویلر براساس روابط غیرخطی کرنش تغییر مکان به‌دست می‌آید.

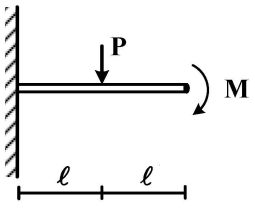
۹۹- درخصوص مسائل تنش مسطح (صفحه‌ای) و یا کرنش‌مسطح (صفحه‌ای)، کدام گزینه درست است؟ (z عمود بر صفحه)

۱) مسائل تنش‌مسطح و کرنش‌مسطح، حل دقیق ندارند.
۲) در حالت کرنش‌مسطح، کرنش‌های برشی ε_{zx} و ε_{zy} صفر نیستند.
۳) در مسائل تنش‌مسطح، کرنش‌های نرمال داخل صفحه $(\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy})$ مستقل از z نیستند.
۴) در مسائل تنش‌مسطح، جمع تنش‌های نرمال داخل صفحه با کرنش نرمال خارج صفحه تناسب دارد.

۱۰۰- یک ستون با ضخامت کم در معرض بار فشاری قرار گرفته است، به‌طوری‌که مقدار نیروی اعمالی از آستانه تسلیم استاتیکی ماده کمتر است. درخصوص ناپایداری این ستون، کدام عبارت نادرست است؟

۱) برای رخداد کمانش، درصورت عدم وجود ناخالصی در ستون یا عدم وجود نقص هندسی، ستون باید از وضعیت خود کمی منحرف شود.
۲) در تئوری اویلر، میزان بار بحرانی منجر به کمانش، بدون انحراف از شکل اولیه به‌دست می‌آید.
۳) اگر نیرو دقیقاً در امتداد خط مرکزی ستون باشد، ممکن است کمانش رخ دهد.
۴) اعمال بار عرضی ستون را نسبت به تجربه کمانش مستعدتر می‌کند.

۱۰۱- خیز بیشینه تیر زیر با سفتی خمشی EI، چقدر است؟ $(P = \frac{M}{\ell})$



۱) $3\frac{M\ell^2}{EI}$
۲) $\frac{6}{5}\frac{M\ell^2}{EI}$
۳) $\frac{17}{6}\frac{M\ell^2}{EI}$
۴) $\frac{15}{6}\frac{M\ell^2}{EI}$

۱۰۲- توزیع تنش در یک صفحه مستطیلی با مؤلفه‌های زیر بیان می‌شود. اگر مقادیر c_i ثابت باشند، کدام تابع به‌عنوان تابع تنش ایری با این میدان تنش مطابقت دارد؟

$\sigma_x = 2c_3 \ , \ \sigma_y = 2c_1 \ , \ \sigma_{xy} = \tau_{xy} = -c_2$

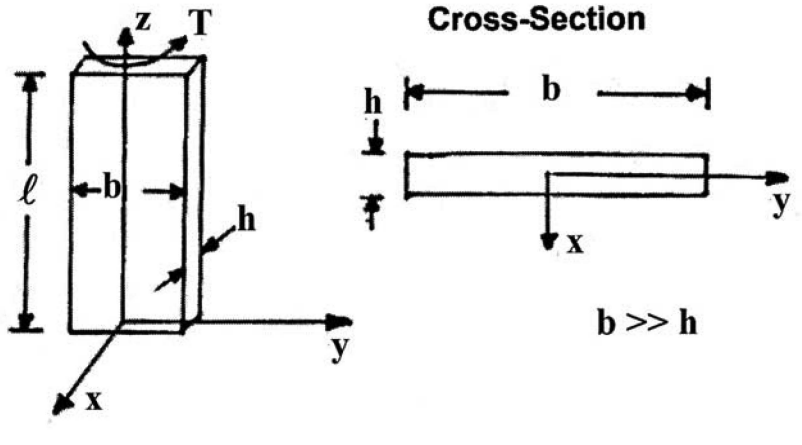
۱) $\phi = c_1x^2 + c_2xy + c_3y^2$
۲) $\phi = 2c_1y - c_2xy + 2c_3x$
۳) $\phi = 2c_1y^2 - c_2xy + 2c_3y^2$
۴) $\phi = 2c_1x^2 + c_2xy + 2c_3y^2$

۱۰۳- تابع چندجمله‌ای مرتبه ۵ زیر به‌عنوان تابع تنش ایری مفروض است. برای کدام مقدار E، شرط بای هارمونیک بودن (همساز دوگانه) به‌دست می‌آید؟

$\phi = Ax^2 + Bx^2y + Cxy^2 + Dy^3 + Ex^2y^3 + Fy^5$

۱) $E = -5F$
۲) $E = 0.1F$
۳) $E = 6D + 10F$
۴) $6E = 3D + 5F$

۱۰۴- میله نشان‌داده‌شده در شکل زیر تحت ممان پیچشی T در سطح بالا و پایین خود قرار گرفته است. کدام عبارت برای تنش برشی درست است؟

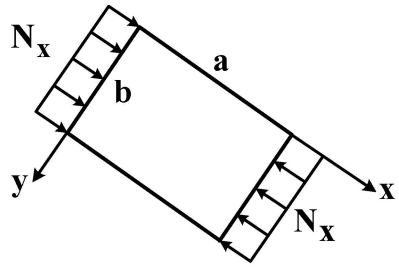


۱) $\tau_{zx} = 2Gy\frac{d\theta}{dz}$
۲) $\tau_{zx} = -2Gy\frac{d\theta}{dz}$
۳) $\tau_{zy} = 2Gx\frac{d\theta}{dz}$
۴) $\tau_{zy} = -2Gy\frac{d\theta}{dz}$

۱۰۵- در یک سازه خطی الاستیک، دلیل قرینه بودن ماتریس سختی کدام است؟

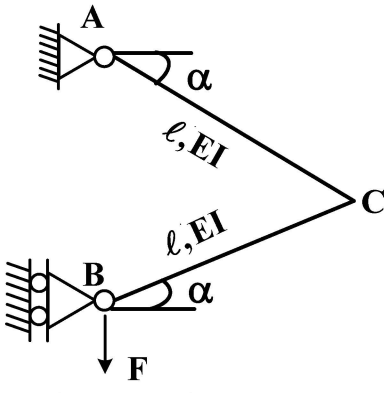
۱) قرینه بودن بارگذاری
۲) قرینه بودن تانسور تنش کرنش
۳) خطی بودن سازه
۴) تقارن سازه

۱۰۶- صفحه مستطیلی نازکی در صفحه xy به ابعاد a و b در هر چهار لبه توسط تکیه‌گاه‌های ساده مقید شده است. بار فشاری N_x به‌تدریج افزایش داده می‌شود تا مودهای مختلف کمانشی در جهت x اتفاق بیفتند. با فرض اینکه در جهت y فقط مود اول کمانش اتفاق بیفتد، در حالت $\frac{a}{b}=۲$، مقدار بار بحرانی برای کدام مودهای کمانشی در جهت x، برابر خواهد بود؟



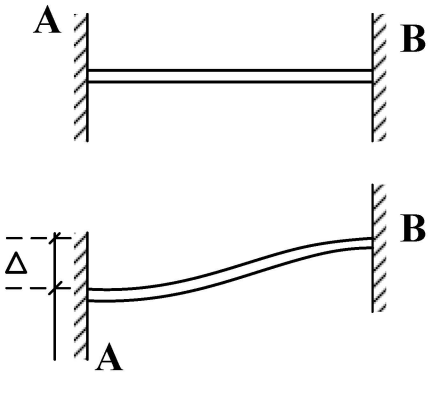
۱) مودهای اول و چهارم
۲) مودهای دوم و چهارم
۳) مودهای اول و سوم
۴) مودهای دوم و سوم

۱۰۷- در قاب زیر، جابه‌جایی قائم نقطه B در اثر انرژی خمشی تغییرشکل، کدام است؟



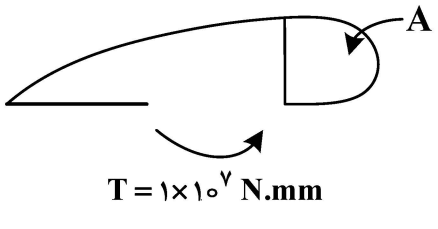
۱) $\frac{۳F\ell^۳}{۲EI}\cos^۲\alpha$
۲) $\frac{F\ell^۳}{EI}\cos^۲\alpha$
۳) $\frac{F\ell^۳}{۲EI}\cos^۲\alpha$
۴) $\frac{۲F\ell^۳}{۳EI}\cos^۲\alpha$

۱۰۸- در تیر دو سرگیردار زیر اگر تکیه‌گاه A را با حفظ گیرداری به اندازه Δ به سمت پایین جابه‌جا کنیم، گشتاور تکیه‌گاهی چقدر خواهد بود؟ (از تغییر شکل برشی و محوری صرف‌نظر می‌شود و سفتی خمشی EI است.)



۱) $M=\frac{۳EI\Delta}{\ell^۲}$
۲) $M=\frac{EI\Delta}{\ell^۲}$
۳) $M=\frac{۶EI\Delta}{\ell^۲}$
۴) $M=\frac{۲EI\Delta}{\ell^۲}$

۱۰۹- در پیچش بال با مقطع ترکیبی باز و بسته زیر، مقدار جریان برش در جداره بخش بسته چقدر است؟



$GJ_{total}=۱\times۱۰^{۱۰}\ N/mm^۲$
$GJ_{closed}=۹\times۱۰^۹\ N/mm^۲$
$A=۹۰۰۰\ mm^۲$

۱) ۱۰۰
۲) ۵۰۰
۳) ۱۰۰۰
۴) ۲۵۰۰

۱۱۰- **یک تیر با مقطع جدار نازک بسته، در کدام حالت دچار واپیچش (warping) می‌شود؟**

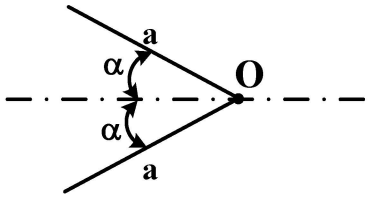
۱) مقطع بیضی با ضخامت ثابت باشد.

۲) مقطع مربع با ضخامت ثابت باشد.

۳) مقطع مثلث با ضخامت ثابت باشد.

۴) مقطع مستطیل با طول a و عرض b باشد به شرط $at_b = bt_a$ که t_a و t_b ضخامت طول و عرض هستند.

۱۱۱- **تیری دارای سطح مقطع جدار نازک مطابق شکل زیر است. اگر بار عمودی به تیر وارد شود، فاصله مرکز برش از نقطه O چقدر است؟**



۱) $\alpha \cos\frac{\alpha}{۴}$

۲) $۲\alpha \cos\frac{\alpha}{۸}$

۳) $۲\alpha \cos\frac{\alpha}{۴}$

۴) صفر

۱۱۲- **در مسئله پیچش یک میله بدون قید در راستای طول که محور آن در راستای z است، با فرض جابه‌جایی u، v و w به‌ترتیب در راستای x، y و z، کدام عبارت نادرست است؟ (ψ تابع واپیچش (warping) است.)**

۱) $\gamma_{xy} = ۰$

۲) $\frac{\partial^۲\psi}{\partial x^۲} + \frac{\partial^۲\psi}{\partial y^۲} = \nabla^۲\psi \neq ۰$

۳) $u \neq ۰ , v \neq ۰$

۴) $\varepsilon_x = \varepsilon_y = \varepsilon_z = ۰$

۱۱۳- **در اندازه‌گیری کرنش برشی در یک نقطه از سازه، کدام گزینه در مورد کرنش برشی نادرست است؟**

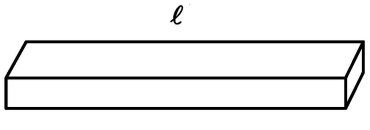
۱) توسط یک کرنش‌سنج برشی قابل اندازه‌گیری است.

۲) توسط سه کرنش‌سنج محوری با زوایای ۴۵ درجه قابل اندازه‌گیری است.

۳) توسط سه کرنش‌سنج محوری با زوایای ۶۰ درجه قابل اندازه‌گیری است.

۴) می‌توان از کرنش برشی اندازه‌گیری شده تنش برش متناظر را استخراج کرد.

۱۱۴- **برای یک تیر منشوری تحت‌تأثیر تغییرات دمای ΔT، کدام عبارت درست است؟**



۱) افزایش دما در هیچ شرط مرزی نمی‌تواند باعث کمانش شود.

۲) تغییرات دما مستقل از شرایط مرزی، باعث تغییر طول می‌شود.

۳) کاهش دما در برخی شرایط مرزی می‌تواند تنش کششی ایجاد کند.

۴) تغییرات دما مستقل از شرایط مرزی می‌تواند تنش کششی ایجاد کند.

۱۱۵- **در حالت کرنش صفحه‌ای (با فرض z عمود بر صفحه) کدام رابطه در مورد کرنش‌ها، نادرست است؟ (u، v و w به‌ترتیب جابه‌جایی در راستای x، y و z هستند.)**

۱) $\varepsilon_z = ۰$

۲) $\gamma_{xz} = \gamma_{yz} = ۰$

۳) $\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$

۴) $\frac{\partial^۲\gamma_{xy}}{\partial x\,\partial y} = \frac{\partial^۲\varepsilon_y}{\partial x^۲} + \frac{\partial^۲\varepsilon x}{\partial y^۲}$

دینامیک پرواز پیشرفته ۱ ـ تئوری کنترل بهینه:

۱۱۶- کدام گزینه درخصوص بیان بردار جاذبه در دستگاه بدنی هواپیما، درست است؟ (g شتاب جاذبه، θ و ϕ به‌ترتیب زوایای پیچ و رول هواپیما هستند.)

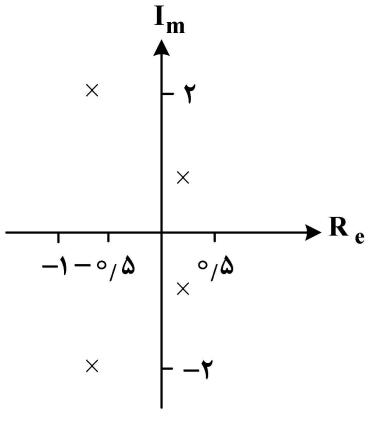
۱) $\begin{cases} g_x = -g\sin\theta \\ g_y = g\cos\theta\sin\phi \\ g_z = g\cos\theta\cos\phi \end{cases}$

۲) $\begin{cases} g_x = g\sin\theta \\ g_y = -g\cos\theta\sin\phi \\ g_z = g\cos\theta\sin\phi \end{cases}$

۳) $\begin{cases} g_x = -g\sin\theta \\ g_y = g\sin\theta\sin\phi \\ g_z = g\cos\theta\cos\phi \end{cases}$

۴) $\begin{cases} g_x = g\cos\theta \\ g_y = -g\sin\theta\cos\phi \\ g_z = g\sin\theta\sin\phi \end{cases}$

۱۱۷- در شکل زیر، مکان ریشه‌های حرکت طولی یک هواپیما ترسیم شده است. کدام عبارت درست است؟



۱) هر دو مود پریود کوتاه و مود فوگوئید ناپایدار هستند.
۲) هر دو مود پریود کوتاه و مود فوگوئید پایدار هستند.
۳) مود پریود کوتاه پایدار و مود فوگوئید ناپایدار است.
۴) مود پریود کوتاه ناپایدار و مود فوگوئید پایدار است.

۱۱۸- معادله حاکم بر کانال ارتفاع یک چهارپره به‌صورت $\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = g - \frac{1}{m}u \end{cases}$ است، که در آن u: ورودی، x_1: ارتفاع، x_2: سرعت در کانال z، g کرانش و m جرم پرنده است. درصورتی‌که تابع لیاپونوف به‌صورت $V = \frac{1}{2}(x_1^2 + x_2^2)$ در نظر گرفته شود، آنگاه ورودی مطلوب کدام است تا سیستم حلقه بسته پایدار شود؟

۱) $(k_2 < 0 , k_1 > 0)\ u = mg + mk_1k_2x_2$
۲) $(k_2 < 0 , k_1 > 0)\ u = mk_1x + k_2x_2$
۳) $(k > 0)\ u = mx_1 + kx_2$
۴) $(k > 0)\ u = mg + mx_1 + kx_2$

۱۱۹- درخصوص پرواز یک چندپره (مولتی کوپتر)، کدام مورد درست است؟ (در شکل، یک چهارپره نمایش داده شده است.)

۱) حرکت طبیعی چندپره ناپایدار است.
۲) حرکت طبیعی چندپره دارای پایداری ژیروسکوپی است.
۳) تغییر مکان در صفحه افق با حرکت یاو (yaw) انجام می‌شود.
۴) در پرواز ایستا (Hover)، گشتاور ژیروسکوپی روتورها دارای اهمیت است.

۱۲۰- **اثرات ژیروسکوپی در معادلات حرکت یک جسم پرنده کدام هستند؟ (p, q, r سرعت‌های زاویه‌ای و α, β زوایای حمله و لغزش جانبی هستند.)**

۱) q^2, r^2, p^2 ۲) qr, pr, pq

۳) $p\beta, q\alpha$ ۴) $\dot{p}, \dot{r}, \dot{q}$

۱۲۱- **پدیده ایجاد نوسانات غیرخطی غلتشی در هواپیماها در اثر زوایای حمله بزرگ به چه نامی خوانده می‌شود؟**

۱) Tuck Mode ۲) Dutch Roll

۳) Wing Rock ۴) Third Oscillatory Mode

۱۲۲- **کدام مورد، باعث غیرخطی شدن معادلات حرکت یک هواپیما نمی‌شود؟**

۱) اشباع عملگر ۲) خرابی عملگر ۳) اشباع سنسور ۴) نویز سنسور

۱۲۳- **نسبت $\frac{C_L(IGE)}{C_L(OGE)}$ در زمان فرود هواپیما با کاهش ارتفاع چه تغییری می‌کند؟ (IGE: با احتساب اثر زمین و OGE: خارج از اثر زمین)**

۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد. ۳) ثابت می‌ماند. ۴) ارتباطی با ارتفاع ندارد.

۱۲۴- **در مورد اندازه‌گیری متغیرهای پروازی، کدام عبارت درست است؟**

۱) زاویه سمت مسیر (Azimuth) با حسگر ژیروسکوپ قابل اندازه‌گیری است.

۲) سرعت زاویه‌ایِ زمین به کمک حسگر ژیروسکوپ قابل اندازه‌گیری است.

۳) شتاب زاویه‌ای با ترکیبی از ژیروسکوپ‌ها قابل اندازه‌گیری است.

۴) زاویه لغزش جانبی با حسگر شتاب‌سنج قابل اندازه‌گیری است.

۱۲۵- **اگر بخواهیم سرعت باد را در صفحه افق و در دستگاه مختصات جغرافیایی (NED) نمایش دهیم، کدام عبارت درست است؟ (V_w: اندازه سرعت باد و χ_w: زاویه باد نسبت به شمال جغرافیایی است.)**

۱) $[V_w]^N = [V_w \cos\chi_w \quad V_w \sin\chi_w \quad \circ]^T$

۲) $[V_w]^N = [V_w \sin\chi_w \quad V_w \cos\chi_w \quad \circ]^T$

۳) $[V_w]^N = [-V_w \cos\chi_w \quad -V_w \sin\chi_w \quad \circ]^T$

۴) $[V_w]^N = [-V_w \sin\chi_w \quad -V_w \cos\chi_w \quad \circ]^T$

۱۲۶- **کدام عبارت در مورد باد مایکروبرست در هنگام فرود یک هواپیما، نادرست است؟**

۱) نوع شدیدی از بادهای برشی (wind shear) است.

۲) خلبان سعی می‌کند از مواجه با آن باد در حین فرود فرار کند.

۳) پرنده، به‌دلیل زمان کوتاه عکس‌العمل خلبان در مواجه با این باد در حین فرود با خطر سقوط مواجه می‌شود.

۴) بادهای از عقب (Tail wind) با شدت بزرگ به بادهای از جلو (Head wind) با شدت بزرگ تبدیل می‌شوند.

۱۲۷- **کدام عبارت در مورد مدل سرعت باد، نادرست است؟**

۱) به منظور مدل باد تصادفی، اکثراً در شبیه‌سازی پرواز از مدل باد «$\text{cosine} - ۱$» استفاده می‌شود.

۲) با الهام از طبیعت، مؤلفه‌های سرعت باد معمولاً در قاب NED (شمال، شرق، پایین) بیان می‌شود.

۳) مدل‌های باد تصادفی معمولاً در دستگاه مختصات بدنی به‌منظور بررسی عملکرد پرنده بیان می‌شود.

۴) مدل باد درایدن، با عبور نویز سفید از یک تابع تبدیل خطی نامتغیر با زمان (LTI) حاصل می‌شود.

۱۲۸- **کدام عبارت نادرست است؟**

۱) سرعت پرنده نسبت به باد (airspeed) منجر به تغییر نیروهای آیرودینامیکی لیفت و درگ می‌شود.

۲) سرعت پرنده نسبت به باد (airspeed) با انتگرال‌گیری از قانون دوم نیوتن به‌دست می‌آید.

۳) سرعت باد یک اغتشاش ورودی است، که در شبیه‌سازی از مدل‌های باد حاصل می‌شود.

۴) زوایای حمله (α) و لغزشی جانبی (β) به‌صورت صریح تبعیت از سرعت باد دارند.

۱۲۹- کدام عبارت درخصوص ماتریس‌های تبدیل (Transformation Matrix) بین دستگاه‌های مختلف، درست است؟

۱) ماتریس‌های تبدیل، ماتریس‌های متقارن هستند. ۲) ترتیب دوران‌ها اثری در ماتریس تبدیل ندارد.

۳) ماتریس‌های تبدیل، ماتریس‌های پاد متقارن هستند. ۴) تغییر مکان مرکز مختصات، اثری در ماتریس تبدیل ندارد.

۱۳۰- در کدام دستگاه مختصات، مؤلفه سرعت زمینی، تک مؤلفه‌ای است؟

۱) باد ۲) مسیر ۳) پایداری ۴) جغرافیایی

۱۳۱- رابطه دینامیکی زیر بین زاویه رول و زاویه یاو هواپیما در کدام سیستم کنترلی هواپیمای بال ثابت به‌کار می‌رود؟

$$\dot{\psi} = \frac{g}{U_\circ}\varphi$$

(جایی‌که $U_\circ, g, \psi, \varphi$ به ترتیب زاویه رول، زاویه یاو، شتاب جاذبه و سرعت پرواز هستند.)

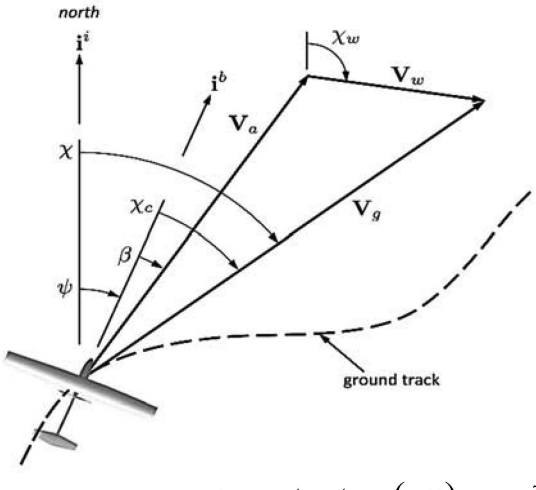
۱) سیستم میراگر سمتی (Yaw damper system)

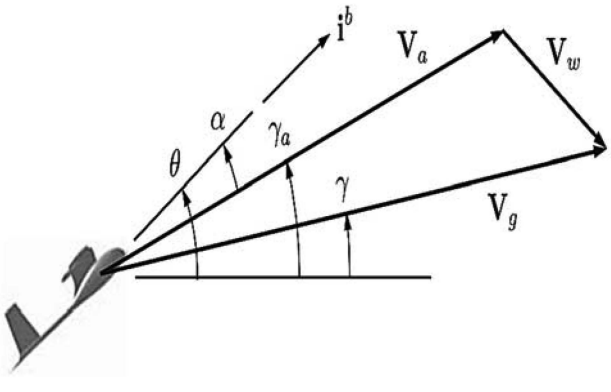
۲) سیستم کنترل زاویه رول (Roll control system)

۳) سیستم کنترل سمت پرواز (Direction control system)

۴) سیستم کنترل شتاب قائم (Vertical acceleration control system)

۱۳۲- درخصوص انتقال از دستگاه مختصات مسیر (Flight path coordinate) به دستگاه مختصات جغرافیایی، کدام مورد درست است؟





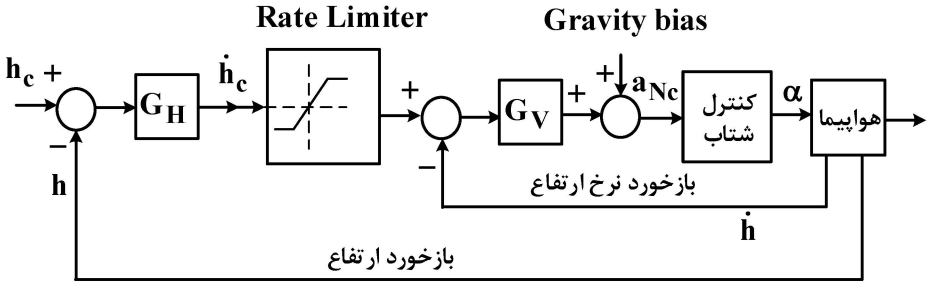
۱) ابتدا به اندازه زاویه مسیر پرواز $(-\gamma)$ و سپس به اندازه زاویه آزیموث $(-\chi)$ دوران داده می‌شود.

۲) ابتدا به اندازه زاویه حمله (α) و سپس به اندازه زاویه لغزشی جانبی $(-\beta)$ دوران داده می‌شود.

۳) ابتدا به اندازه زاویه مسیر پرواز $(-\gamma)$ و سپس به اندازه زاویه یاو $(-\psi)$ دوران داده می‌شود.

۴) ابتدا به اندازه زاویه حمله (α) و سپس به اندازه زاویه آزیموث $(-\chi)$ دوران داده می‌شود.

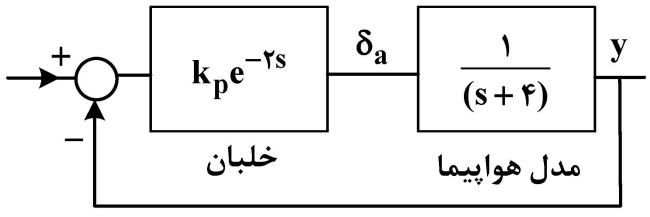
۱۳۳- دیاگرام زیر، حلقه کنترل ارتفاع در اتوپایلوت هواپیما است. نقش محدودکننده نرخ ارتفاع (Rate Limiter) چیست؟



۱) افزایش فرکانس طبیعی کنترل‌کننده ۲) افزایش دمپنیگ و پایداری کنترل‌کننده

۳) جلوگیری از تشدید خطا و نیز اشباع عملگر ۴) دکوپله‌سازی مودهای طولی و عرضی ـ سمتی

۱۳۴- اگر خلبان تنها با تأخیر خالص ۲ ثانیه‌ای و یک بهره تناسبی (k_p) مدل شود، کدام مورد درخصوص تأثیرات دینامیک خلبان در پایداری هواپیما درست است؟



$$\left(e^{-\alpha s} = \frac{s - \frac{\alpha}{2}}{s + \frac{\alpha}{2}}\right)$$

۱) درصورتی‌که بهره خلبان $(k_p = 20)$ باشد، سیستم ناپایدار است.

۲) درصورتی‌که بهره خلبان $(k_p = 2)$ باشد، سیستم پایدار است.

۳) همواره سیستم ناپایدار است.

۴) همواره سیستم پایدار است.

۱۳۵- مشتقات پایداری هواپیمای الاستیک در پرواز اختلالی، علاوه‌بر شکل هندسی و اثرات آن، تابع کدام گزینه است؟

۱) جنس سازه ـ توزیع جرم ـ فشار دینامیکی

۲) توزیع جرم ـ موقعیت مرکز جرم ـ توزیع فشار

۳) جنس سازه ـ موقعیت مرکز ـ موقعیت مرکز آیرودینامیکی

۴) جرم کلی ـ فشار دینامیکی ـ موقعیت مرکز آیرودینامیکی

۱۳۶- در سیستم دینامیکی $\dot{x} = Ax + Bu$ با ماتریس‌های ثابت سیستم و ورودی، شرایط لازم جهت ثابت شدن ماتریس $K(t)$ در مسئله تنظیم‌کننده بهینه خطی (LQR) چیست؟

۱) کنترل‌پذیری سیستم

۲) به‌سمت بی‌نهایت رفتن زمان پایانی

۳) مشاهده‌پذیری سیستم

۴) کنترل‌پذیری و بی‌نهایت بودن زمان پایانی

۱۳۷- در مسئله حداقل زمان (Minimum Time Problem) توابع g و h چگونه تعریف می‌شوند؟

$$J = h(x(t_f), t_f) + \int_{t_0}^{t_f} g(x, u, t)\, dt$$

۱) $g = 0$ و $h = 0$

۲) $g = 1$ و $h = 0$

۳) $g = 0$ و $h = 1$

۴) $g = 1$ و $h = 1$

۱۳۸- در کنترل بهینه با محدودیت کنترل $|u| \le u_{max}$، نوع کنترل بهینه معمولاً چگونه است؟

۱) کنترل خطی پیوسته

۲) کنترل ضربه‌ای

۳) کنترل غیرخطی پیوسته

۴) کنترل بنگ ـ بنگ

۱۳۹- کدام عبارت برای تعریف کنترل بهینه درست است؟

۱) مقدار $u(t)$ است که تابع هزینه را بیشینه می‌کند.

۲) مقدار $u(t)$ است که تابع همیلتونین را کمینه می‌کند.

۳) مقدار $u(t)$ است که تابع همیلتونین را بیشینه می‌کند.

۴) مقدار $u(t)$ است که مشتق همیلتونین را نسبت به متغیرهای حالت صفر می‌کند.

۱۴۰- برای سیستم زیر با تابع هزینه J، تابع همیلتونین H کدام است؟

$$\dot{x} = x + u$$

$$J = \int_{0}^{T} (x^2 + u^2) dt$$

۱) $H = x^2 + u^2 + \lambda(x + u)$
۲) $H = x + u + \lambda(x^2 + u^2)$
۳) $H = x^2 + u^2 + \lambda(x + u - \dot{x})$
۴) $H = x + u - \dot{x} + \lambda(x^2 + u^2)$

۱۴۱- کدام‌یک از موارد زیر نشانگر تابع هزینه مناسب برای مسئله ردیابی (Tracking) است؟

۱) $\int_{t_0}^{t_f} \|u(t)\|_R^2 \, dt$
۲) $J = \|x(t_f) - r(t_f)\|_H^2$
۳) $J = \int_{t_0}^{t_f} (\|x(t) - r(t)\|_Q^2 + \|u(t)\|_R^2) dt$
۴) $J = \|x(t_f) - r(t_f)\|_H^2 + \int_{t_0}^{t_f} \|u(t)\|_R^2 \, dt$

۱۴۲- درخصوص کنترل‌پذیری سیستم $\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx \end{cases}$، کدام عبارت درست است؟

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ -3 & 4 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$$

۱) کنترل‌پذیر است.
۲) کنترل‌پذیر نیست.
۳) ممکن است کنترل‌پذیر باشد.
۴) اطلاعات کافی برای پاسخ‌گویی داده نشده است.

۱۴۳- فرم عمومی تابع اکستریمال فانکشنال (تابع ـ تابع) زیر با به‌کارگیری معادله اویلر $g_x - \frac{d}{dt} g_{\dot{x}} = 0$، کدام است؟ (a و b و c مقادیر ثابت هستند.)

$$J = \int_{t_0}^{t_f} [1 + \dot{x}^2(t)]^{\frac{1}{2}} dt$$

۱) $x^*(t) = at + b$
۲) $x^*(t) = at^{\frac{1}{2}} + b$
۳) $x^*(t) = at^2 + bt + c$
۴) $x^*(t) = a \cosh(t) + b$

۱۴۴- برای سیستم دینامیکی زیر با معیار عملکرد $J(x(t)) = \int_{0}^{t_f} \frac{1}{2} u^2 \, dt$ ، با فرض نامحدود بودن (Unbounded) کنترل، حالت و استفاده از رویکرد حساب تغییرات، کدام مورد برای رابطه کنترل بهینه درست است؟ ($H = g + \lambda^T a$ و $\lambda^T = [\lambda_1 \quad \lambda_2]$)

$$\dot{x}_1(t) = x_2(t)$$
$$\dot{x}_2(t) = -2x_2(t) + 3u(t)$$

۱) $u^* = -\frac{1}{3}\lambda_2$
۲) $u^* = -\frac{1}{3}\lambda_1$
۳) $u^* = -3\lambda_1$
۴) $u^* = -3\lambda_2$

۱۴۵- برای سیستم دینامیکی داده‌شده، حداکثر تعداد دفعات سوئیچینگ کنترل به سمت مرکز، در مسئله کنترل کمینه زمان (Time Optimal)، کدام است؟

$$\begin{cases}\dot{x}_1 = -x_1 + x_2 \\ \dot{x}_2 = x_1 - x_2 + 3u\end{cases} \quad , |u| \le 1$$

۱) صفر ۲) یکبار ۳) دو بار ۴) سه‌بار

۱۴۶- برای سیستم $\dot{x} = u$، با تابع هزینه $J = \int_0^\infty (x^2 + u^2)dt$، اگر کنترل بهینه به‌صورت $u^* = 0/5\alpha x^*$ باشد، مقدار α کدام است؟ $(\dot{K}(t) = -K(t)A(t) - A^T(t)K(t) - Q(t) + K(t)B(t)R^{-1}(t)B^T(t)K(t) ; K(t_f) = H)$

۱) -2

۲) -1

۳) $+1$

۴) $+2$

۱۴۷- کدام مورد معادله دیفرانسیل حاکم بر Co ـ State (شبه حالت) را برای سیستم دینامیکی $\dot{x} = Ax + Bu$ با تابع همیلتونین $H = g + \lambda^T a$ نشان می‌دهد؟

۱) $\dot{\lambda} = \frac{\partial H}{\partial x}$

۲) $\dot{\lambda} = \frac{\partial H}{\partial u}$

۳) $\dot{\lambda} = -\frac{\partial H}{\partial x}$

۴) $\dot{\lambda} = -\frac{\partial H}{\partial u}$

۱۴۸- در مسئله تنظیم‌کننده بهینه خطی (LQR) با تابع هزینه $J = \int_0^\infty (x^T Qx + u^T Ru)\,dt$ و سیستم $\dot{x} = Ax + Bu$، u^* (u بهینه) کدام است؟ (K= ماتریس جواب معادله جبری ریکاتی است.)

۱) $-RB^T Kx$

۲) $-R^{-1}B^T Kx$

۳) $-KB^T R^{-1}x - AQ^T x$

۴) $-B^T Kx + A^T Qx$

۱۴۹- برای سیستم $\dot{x} = x - u$ و تابع هزینه $J = 0/5\int_0^1 ((x-1)^2 - u^2)\,dt$، پاسخ معادله دیفرانسیل ریکاتی کدام است؟

$(\dot{K}(t) = -K(t)A(t) - A^T(t)K(t) - Q(t) + K(t)B(t)R^{-1}(t)B^T(t)K(t) \; ; K(t_f) = H)$

۱) $K(t) = -1 - t$

۲) $K(t) = -1 + t$

۳) $K(t) = 1 - t^{-1}$

۴) $K(t) = -1 + t^{-1}$

۱۵۰- برای سیستم $\dot{x}(t) = x(t) + 2u(t)$ با تابع هزینه $J = x^2(t_f) + \int_0^{t_f} u^2(t)dt$، مقدار کنترل بهینه برابر با کدام است؟ $(H = g + \lambda a)$

۱) $u^* = \lambda$

۲) $u^* = -\lambda$

۳) $u^* = 2\lambda$

۴) $u^* = -2\lambda$

طراحی سیستمی فضاپیما ـ دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما:

۱۵۱- افزایش قابلیت اطمینان در طراحی فضاپیما، باعث چه تغییری به‌ترتیب در هزینه تولید و هزینه جاری پروژه می‌شود؟

۱) افزایش ـ افزایش ۲) افزایش ـ کاهش

۳) کاهش ـ افزایش ۴) کاهش ـ کاهش

۱۵۲- انتخاب پرتابگر در کدام فاز طراحی و ساخت یک ماهواره انجام می‌شود؟

۱) بعد از ساخت ۲) قبل از ساخت

۳) بعد از طراحی مفهومی ۴) بعد از طراحی تفصیلی

۱۵۳- برای محافظت الکترونیک یک فضاپیما در محدوده کمربند وان آلن، کدام مورد درست است؟

۱) مدارات فضاپیما باید دارای افزونه باشند.

۲) از مدارات آنالوگ استفاده شود که در برابر تشعشعات مقاوم‌تر هستند.

۳) از مدارات دیجیتال استفاده شود که در برابر تشعشعات مقاوم‌تر هستند.

۴) فضاپیما باید دارای پوشش ضخیم برای جلوگیری از نفوذ تشعشعات باشد.

۱۵۴- در تعریف اهداف مأموریت (mission objective)، کارفرما به دنبال کدام مورد است؟

۱) تعیین ابعاد مالی پروژه ۲) مشخص کردن اهداف کلان مأموریت

۳) مشخص کردن معیاری برای ارزیابی پیمانکار ۴) تعیین یک گام قابل اندازه‌گیری در راستای مأموریت

۱۵۵- ماهواره‌ای بر روی مدار دایروی با ارتفاع ۵۰۰ کیلومتری سطح کره زمین درحال حرکت است. درصورتی‌که عمر این ماهواره ۳ ساله باشد، ظرفیت منابع ثانویه تأمین انرژی الکتریکی (باطری‌ها) آن باید حدوداً چند سیکل شارژ داشته باشند؟ (شعاع متوسط کره زمین $6378\,km$ و ثابت جاذبه کره زمین $398620\,\frac{km^3}{s^2}$ است.)

۱) ۵۱۱۰ ۲) ۵۴۷۵

۳) ۱۵۳۳۰ ۴) ۱۶۴۲۵۶

۱۵۶- کدام حسگر بالاترین دقت در تعیین وضعیت فضاپیماها را دارد؟

۱) حسگر ستاره ۲) حسگر خورشید

۳) حسگر زمین (افق) ۴) حسگر مغناطیسی

۱۵۷- معیارهای اصلی در طراحی سازه بدنه ماهواره‌ها (سازه اولیه) و بارهای بحرانی متناظر، در طول پرتاب کدام است؟

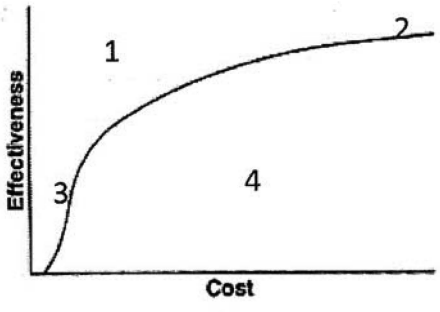
۱) معیارهای استحکام و جرم ـ بارهای اکوستیکی و ضربه

۲) معیارهای استحکام و جرم ـ بارهای شبه استاتیک و سینوسی

۳) معیارهای استحکام و سختی بدنه ـ بارهای اکوستیکی و ضربه

۴) معیارهای استحکام و سختی بدنه ـ بارهای شبه استاتیک و سینوسی

۱۵۸- نمودار زیر نشان‌دهنده فضای جواب طراحی چند معیاری (هزینه ـ کارایی) یک محصول فضایی است. کدام‌یک از اعداد نشان داده شده در شکل به‌ترتیب معرف جواب با بیشترین احتمال و کمترین احتمال وجودی هستند؟



۱) نقاط ۱ و ۲

۲) نقاط ۱ و ۴

۳) نقاط ۲ و ۴

۴) نقاط ۳ و ۲

۱۵۹- سرعت اولیه فضایی در سیاره مریخ، چند کیلومتر بر ثانیه است؟

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE SUN AND PLANETS*

Planet	Orbital Period years	Mean distance 10^6 km	Orbital speed km/sec	Mass Earth = 1	μ km^3/sec^2	Equatorial radius km	Inclination of equator to orbit
Sun	–	–	–	333432	$1.327x10^{11}$	696000	7^O 15'
Mercury	.241	57.9	47.87	.056	$2.232x10^4$	2487	
Venus	.615	108.1	35.04	.817	$3.257x10^5$	6187	32^O
Earth	1.000	149.5	29.79	1.000	$3.986x10^5$	6378	23^O 27'
Mars	1.881	227.8	24.14	.108	$4.305x10^4$	3380	23^O 59'
Jupiter	11.86	778	13.06	318.0	$1.268x10^8$	71370	3^O 04'
Saturn	29.46	1426	9.65	95.2	$3.795x10^7$	60400	26^O 44'
Uranus	84.01	2868	6.80	14.6	$5.820x10^6$	23530	97^O 53'
Neptune	164.8	4494	5.49	17.3	$6.896x10^6$	22320	28^O 48'
Pluto	247.7	5896	4.74	.9	$3.587x10^5$	7016	

۱) ۳/۵۶۸۸ ۲) ۴/۵۶۹۹

۳) ۵/۳۱۲۲ ۴) ۶/۴۳۲۱

۱۶۰- برای طراحی مدار یک ماهواره مخابراتی، مهم‌ترین پارامتر کدام است؟

۱) باند فرکانس گیرنده تله کامند ۲) میزان توان مصرفی فرستنده تله متری

۳) پوشش زمینی ۴) میزان تشعشعات خورشیدی

۱۶۱- مفهوم عملیات (Concept of Operation) یک فضاپیما بیانگر چیست؟

۱) چگونگی حفظ پایداری در طول مأموریت ۲) نحوه تأمین ایمنی سرنشینان در پرتاب فضاپیما

۳) تصویر کلی از نحوه عملکرد آن در فازهای مختلف ۴) فرایند بازیابی فضاپیما پس از انجام مأموریت

۱۶۲- نقش الزامات در یک پروژه فضایی چیست؟

۱) تعیین‌کننده حجم پروژه
۲) مبنای ارزیابی مالی پروژه
۳) کیفی کردن خواسته‌های کارفرما
۴) کمی کردن خواسته‌های کارفرما

۱۶۳- در استانداردهای فضایی، ایمنی جزء کدام‌یک از شاخه‌های استاندارد مطرح است؟

۱) مهندسی ۲) کیفیت ۳) مدیریت ۴) توسعه‌پایدار

۱۶۴- ماهواره‌ای مکعبی‌شکل با ابعاد ۱ متر در مدار قطبی نزدیک به کره زمین درحال حرکت است. با فرض اینکه ضریب جذب سطح برای این ماهواره ۱ باشد، بار حرارتی رسیده به ماهواره از طرف خورشید، تقریباً چند وات است؟

۱) ۴۱۸۱ ۲) ۵۳۶۰
۳) ۷۱۴۰ ۴) ۸۵۳۳

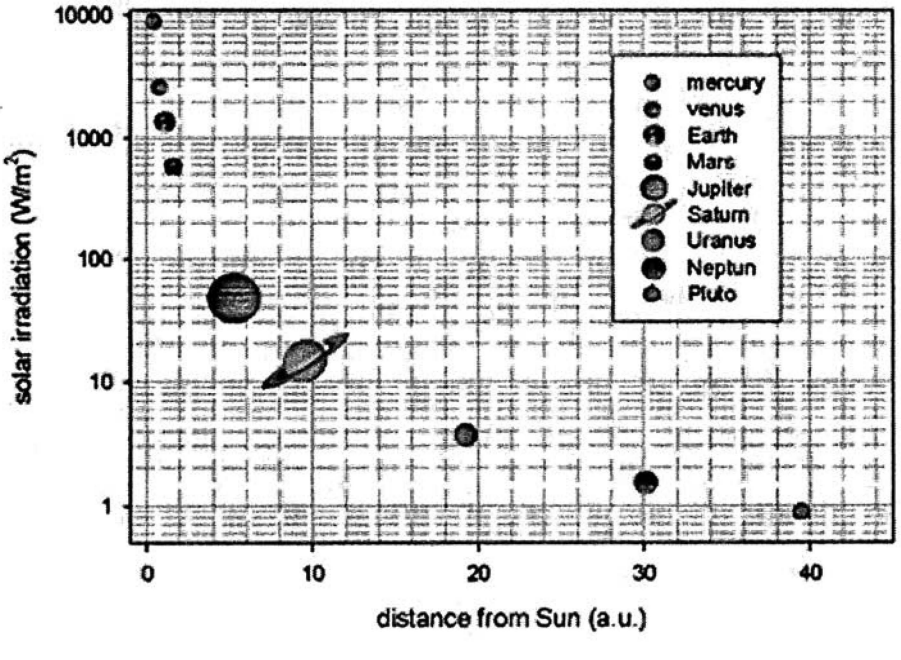
۱۶۵- برای تحلیل مقاومت سازه‌های اولیه در بدنه ماهواره، بار بحرانی کدام است؟

۱) بارهای زمان جدایش مراحل پرتابگر
۲) بارهای اعمالی زمان گذر پرتابگر از ماخ ۱
۳) حداکثر بار در زمان پرتاب به‌همراه پرتابگر یا فرود روی سطح
۴) بارهای اعمالی زمان جدایش محفظه ایرودینامیکی (محفظه بار محموله یا فیرینگ)

۱۶۶- برای فضاپیماهایی که در مدارهای نزدیک کره زمین حرکت می‌کنند، منبع اصلی بار انرژی حرارتی کدام است؟

۱) بار حرارتی رسیده از تشعشعات خورشید
۲) بار حرارتی انعکاسی از سطح زمین به فضای اطراف آن
۳) بار حرارتی ناشی از تشعشعات الکترومغناطیس کره زمین
۴) بار حرارتی تولیدشده توسط تجهیزات و دستگاه‌های فضاپیما

۱۶۷- فضاپیمای موردنظر، نیاز به ۳۰۰۰ وات انرژی الکتریکی دارد. با فرض استفاده از سلول‌های خورشید با بازدهی ۲۰٪، تقریباً چه سطحی از این سلول‌های خورشیدی برای انجام مأموریت به‌ترتیب نزدیک سیاره عطارد و سیاره زحل (شکل زیر) مورد نیاز خواهد بود؟

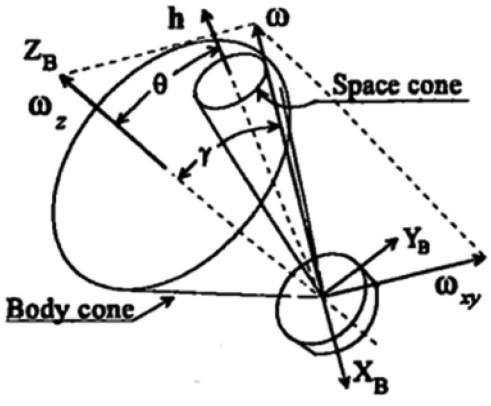


۱) ۱/۵ مترمربع ـ ۱۰۰ مترمربع
۲) ۱/۵ مترمربع ـ ۱۰۰۰ مترمربع
۳) ۱۵ مترمربع ـ ۱۰۰ مترمربع
۴) ۱۵ مترمربع ـ ۱۰۰۰ مترمربع

۱۶۸- کدام پارامتر وضعیت فضاپیما، به‌طور مستقیم توسط حسگر زمین (Earth Sensor) قابل اندازه‌گیری نیست؟

۱) زاویه یاو (Yaw Angle)
۲) زاویه رول (Roll Angle)
۳) زاویه پیچ (Pitch Angle)
۴) بردار ندیر (Nadir Vector)

۱۶۹- شکل زیر مخروط بدنی و فضایی برای یک فضاپیما را نشان می‌دهد. براساس این شکل کدام مورد درست است؟

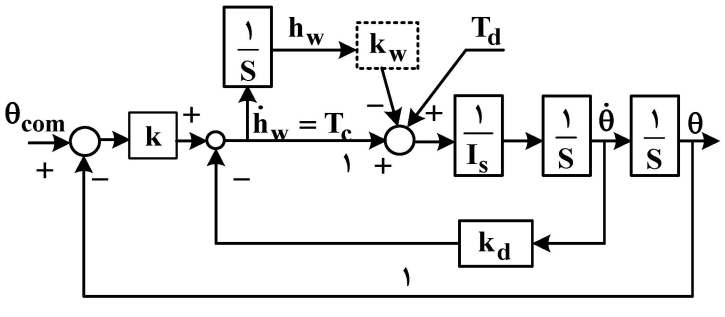


۱) $I_y < I_x$
۲) $I_x < I_y$
۳) $I_x < I_z$
۴) $I_z < I_x$

۱۷۰- با توجه به کنترل تناسبی ـ مشتق‌گیر برای موتور یک چرخ عکس‌العملی، با افزایش محدود بهره مشتق‌گیر، بروز کدام مشکل زیر برای چرخ عکس‌العملی محتمل است؟

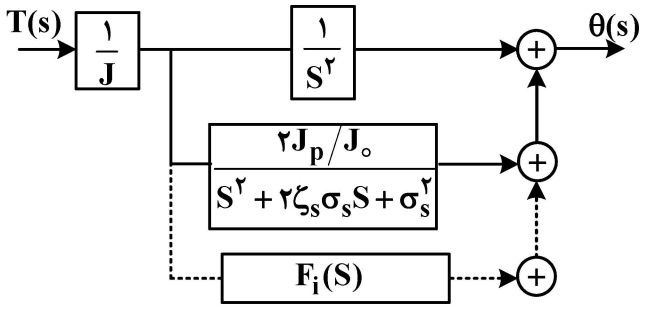
۱) اشباع عملگر
۲) افزایش Jitter
۳) نوسانات فرکانس پایین
۴) کاهش Jitter

۱۷۱- در دیاگرام بلوکی شکل زیر، اگر کنترل تخلیه مومنتوم غیرفعال باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟



۱) کنترل پایداری از دست می‌رود.
۲) سیستم کاملاً پایدار باقی می‌ماند.
۳) چرخ واکنش نمی‌تواند گشتاور کنترل تولید کند.
۴) مومنتوم ذخیره شده در چرخ به‌طور نامحدود افزایش می‌یابد.

۱۷۲- در دیاگرام بلوکی مربوط به کنترل نیروی واکنش در شکل زیر، اگر مد ساختاری اصلی دارای نسبت میرایی $\zeta = ۰/۰۰۲$ باشد، چه تغییری در پایداری ایجاد می‌شود؟



۱) سیستم ناپایدار می‌شود.
۲) پایداری سیستم بهبود می‌یابد.
۳) سیستم به سختی پایدار می‌ماند.
۴) سیستم نسبت به اغتشاشات حساس‌تر می‌شود.

۱۷۳- در یک سیستم تعیین وضعیت فضاپیما، اگر بخواهیم حساسیت کمتری نسبت به نویز حسگر وجود داشته باشد، کدام مورد ضروری است؟

۱) حساسیت نسبت به نویز حسگر به پهنای باند ω_n وابسته نیست.

۲) یک پهنای باند ω_n کم برای حلقه کنترل وضعیت ضروری است.

۳) یک پهنای باند ω_n زیاد برای حلقه کنترل وضعیت ضروری است.

۴) با فرکانس گوشه ω_c رابطه مستقیم دارد و یک پهنای فرکانس گوشه ضروری است.

۱۷۴- اثر اغتشاش J۲ زمین روی ماهواره در مدار نزدیک زمین (LEO) چیست؟

۱) تغییر در زاویه حضیض مدار به‌وجود نمی‌آید.

۲) ناپایداری دینامیکی در محور دوران اصلی به‌وجود می‌آید.

۳) تغییر آهسته و مداوم در گره صعودی مدار به‌وجود نمی‌آید.

۴) تغییر آهسته و مداوم در طول گره صعودی مدار به‌وجود می‌آید.

۱۷۵- اگر ممان اینرسی چرخ I_w و سرعت زاویه‌ای آن نسبت به بدنه ماهواره ω_w باشد و ممان اینرسی ماهواره بدون چرخ برابر I_s و سرعت زاویه‌ای مطلق آن ω_s باشد، مومنتم زاویه‌ای سیستم کدام است؟

۱) $H=(I_w+I_s)\omega_s+I_w\omega_w$

۲) $H=(I_s-I_w)\omega_s+I_w\omega_w$

۳) $H=(I_w+I_s)\omega_s-I_w\omega_w$

۴) $H=I_s\omega_s+I_w\omega_w$

۱۷۶- چنانچه یک چرخ عکس‌العملی ایده‌آل دارای ممان اینرسی I و شتاب زاویه‌ای $\dot{\omega}$ باشد، گشتاور اعمالی به ماهواره از طرف این چرخ عکس‌العملی کدام است؟ ($\dot{\omega}$ نسبت به ماهواره سنجیده می‌شود و τ گشتاور اغتشاشی است.)

۱) $-I\dot{\omega}+\tau$

۲) $I\dot{\omega}+\tau$

۳) $-I\dot{\omega}$

۴) $I\dot{\omega}$

۱۷۷- اگر کواترنیون وضعیت فضاپیما به صورت زیر باشد، زاویه چرخش متناظر θ چقدر است؟

$$q=\begin{bmatrix}q_0\\q_1\\q_2\\q_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\frac{\sqrt{3}}{2}\\0\\\frac{1}{2}\\0\end{bmatrix}$$

۱) 30°

۲) 45°

۳) 60°

۴) 90°

۱۷۸- برای یک ماهواره ماتریس ممان اینرسی و سرعت زاویه‌ای داده شده است. کدام مورد درست است؟

$$I=\begin{bmatrix}100&0&0\\0&150&0\\0&0&200\end{bmatrix}\ kg-m^2$$

$$\omega=\omega_z=0/05\ \frac{rad}{s}$$

۱) حرکت ناپایدار است.

۲) حرکت پایدار است.

۳) نه پایدار است و نه ناپایدار

۴) ممکن است پایدار باشد یا ناپایدار باشد.

۱۷۹- در یک فرایند ملاقات مداری، فضاپیمای هدف در مدار دایروی با سرعت زاویه‌ای **n** قرار داشته و موقعیت فضاپیمای تعقیب‌کننده نسبت به آن با مختصات نسبی **(x,y,z)** تعریف شده است. چنانچه معادلات کلوزی ـ ویلشایر **(CW)** حرکت نسبی به صورت زیر باشد:

$$\ddot{x} - 2n\dot{y} - 3n^2 x = 0$$
$$\ddot{y} + 2n\dot{x} = 0$$
$$\ddot{z} + n^2 z = 0$$

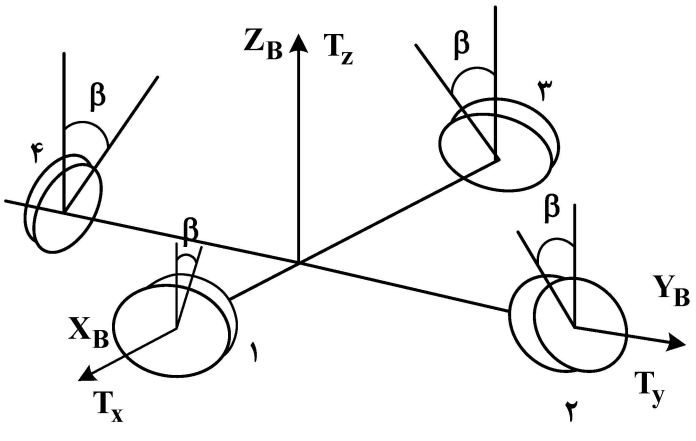
و در لحظه $t = 0$، شرایط اولیه زیر برقرار باشد:

$$x(0) = x_0 \; ; \; y(0) = z(0) = 0 \; ; \; \dot{x}(0) = \dot{y}(0) = \dot{z}(0) = 0$$

حرکت نسبی در راستای **x** کدام است؟

۱) $x(t) = x_0\left[4 - 3\cos(nt)\right]$
۲) $x(t) = 4x_0\left[3 - \cos(nt)\right]$
۳) $x(t) = x_0\cos(\sqrt{3}nt)$
۴) $x(t) = 3x_0\cos(nt)$

۱۸۰- برای یک آرایش هرمی با چهار چرخ عکس‌العملی مطابق شکل زیر، اگر زاویه بین محور دوران هر چرخ نسبت به صفحه $X_B - Y_B$ بدنی برابر β باشد، ماتریس پیکربندی **A** که گشتاورهای تولیدی چرخ‌های عکس‌العملی $(T_{RW} = \begin{bmatrix} T_1 & T_2 & T_3 & T_4 \end{bmatrix}^T)$ را به گشتاورهای بدنی فضاپیما $(T = \begin{bmatrix} T_x & T_y & T_z \end{bmatrix}^T)$ نگاشت می‌کند، کدام است؟ $(T = A\,T_{RW})$



۱) $A = \begin{bmatrix} \sin\beta & -\sin\beta & \cos\beta & 0 \\ 0 & \cos\beta & 0 & -\sin\beta \\ \cos\beta & 0 & -\sin\beta & \sin\beta \end{bmatrix}$

۲) $A = \begin{bmatrix} \sin\beta & \cos\beta & -\cos\beta & \sin\beta \\ -\cos\beta & 0 & 0 & \cos\beta \\ 0 & \cos\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix}$

۳) $A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \sin\beta & \cos\beta \\ \sin\beta & \cos\beta & -\sin\beta & -\cos\beta \\ -\sin\beta & \sin\beta & 0 & 0 \end{bmatrix}$

۴) $A = \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & -\cos\beta & 0 \\ 0 & \cos\beta & 0 & -\cos\beta \\ \sin\beta & \sin\beta & \sin\beta & \sin\beta \end{bmatrix}$

۱۸۱- مهم‌ترین چالش برای استفاده از مدولاتور PWM در کنترل وضعیت یک ماهواره با استفاده از رانشگرهای گاز سرد چیست؟

۱) عدم بهینگی در عملکرد سیستم کنترلی به واسطه مصرف سوخت زیاد و کاهش عمر عملیاتی ماهواره

۲) تغییر عرض پالس‌های روشن و خاموش شدن رانشگرها و کاهش دقت سیستم کنترلی

۳) امکان تحریک دینامیک‌های سازه‌ای ماهواره و کاهش کیفیت عملکرد سیستم کنترلی

۴) پیچیدگی تکنولوژی و کاهش ایمنی و قابلیت اطمینان در عملکرد سیستم کنترلی

۱۸۲- یک ماهواره سنجش از دور در مدار دایروی به ارتفاع ۵۰۰ کیلومتر به گونه‌ای قرار گرفته که محور z آن در راستای عمود محلی است. شرط لازم برای آن که گشتاور ناشی از گرادیان جاذبه در رول و پیچ، پایدارکننده باشد چیست؟

۱) I_z به اندازه کافی از I_x و I_y کوچک‌تر باشد.

۲) I_x به اندازه کافی از I_y و I_z کوچک‌تر باشد.

۳) I_x به اندازه کافی از I_y و I_z بزرگ‌تر باشد.

۴) I_z به اندازه کافی از I_x و I_y بزرگ‌تر باشد.

۱۸۳- زاویه بین محور قطبی شمال زمین و بردار تکانه زاویه‌ای مداری، کدام است؟

۱) آنومالی متوسط

۲) آرگومان حضیض

۳) زاویه گره صعودی

۴) زاویه میل مداری

۱۸۴- در استفاده از گشتاورهای مغناطیسی برای کنترل وضعیت یک فضاپیما در مدار نزدیک زمین، کدام‌یک از موارد زیر، از محدودیت‌های ذاتی این روش است؟

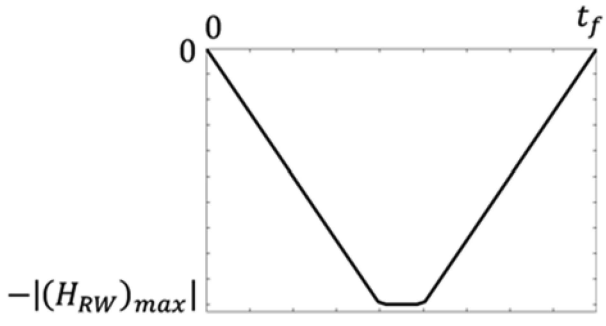
۱) گشتاورهای مغناطیسی همراه با نیروی خالص هستند و می‌توانند مدار فضاپیما را دچار تغییر کنند، بنابراین محدودیت اصلی آن‌ها ایجاد اختلاف مداری در حین کنترل وضعیت است.

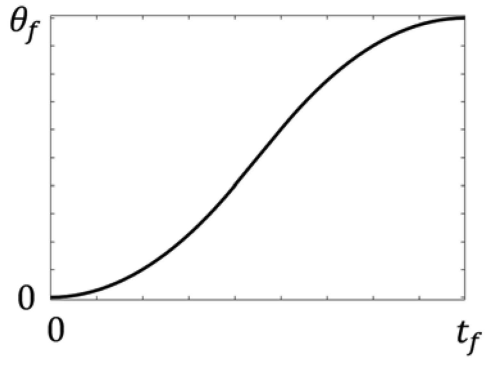
۲) گشتاور مغناطیسی همواره در صفحه‌ای عمود بر بردار میدان مغناطیسی زمین عمل می‌کند، بنابراین امکان اعمال گشتاور حول هر محور دلخواه در هر لحظه وجود ندارد.

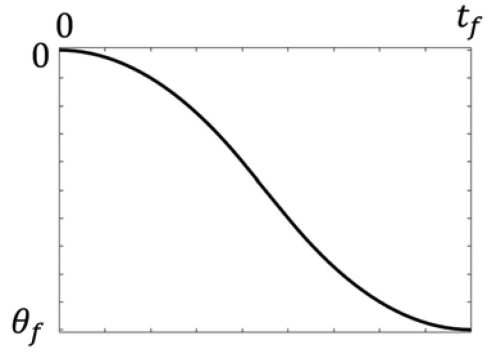
۳) بردار گشتاور مغناطیسی همواره هم‌راستا با میدان مغناطیسی زمین است، بنابراین در هر لحظه تنها یک محور را می‌توان به‌طور مستقیم ولی با دقت بالا، کنترل کرد.

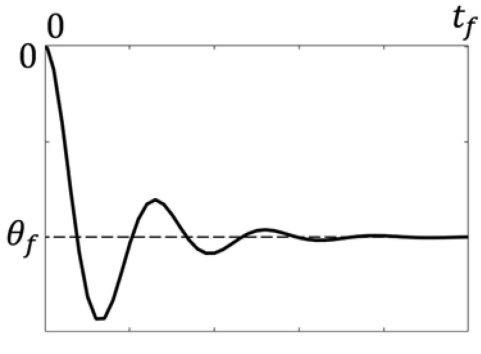
۴) در مدارهای نزدیک زمین، تغییرات جهت مغناطیسی در طول یک مدار ناچیز است، بنابراین امکان دستیابی به کنترل کامل سه‌محوره محدود می‌شود.

۱۸۵- تغییرات مومنتم زاویه‌ای یک چرخ عکس‌العملی (H_{RW}) برحسب زمان در مانور تک‌محوره یک ماهواره به‌صورت نمودار زیر است. چنانچه کل زمان مانور t_f و زاویه مطلوب θ_f باشد، تغییرات زاویه ماهواره برحسب زمان به‌طور کیفی چگونه است؟



۱)


۲)


۳)


۴)