کد کنترل

699A

699A

«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 مکانیک (۲) (کد ۲۳۲۳)

تعداد سؤال: ۱۲۰ سؤال

مدت‌زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضیات مهندسی	۱۵	۱	۱۵
۲	ترمودینامیک	۱۵	۱۶	۳۰
۳	مکانیک سیالات پیشرفته ـ ترمودینامیک پیشرفته	۳۰	۳۱	۶۰
۴	دینامیک پیشرفته ـ ارتعاشات پیشرفته ـ کنترل پیشرفته	۳۰	۶۱	۹۰
۵	برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته ـ تکنولوژی پینچ و تحلیل اگزرژی ـ تحلیل سیستم‌های انرژی	۳۰	۹۱	۱۲۰

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- اگر $\frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}\left(a_n\cos(nx)+b_n\sin(nx)\right)$ سری فوریه $f(x)$ در بازه $(0,2\pi)$ باشد، آنگاه مقدار $\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}(\pi-x)f(x)\,dx$ کدام است؟

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

۲) $\frac{1}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{b_n}{n}$

۳) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{b_n}{n}$

۴) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2b_n}{n}$

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

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

۱) $\frac{\pi^2}{12}$

۲) $\frac{\pi^2-6}{6\pi^2}$

۳) $\frac{\pi^2-6}{12\pi^2}$

۴) $\frac{12-\pi^2}{12\pi^2}$

۳- اگر $u(x,y)=F(x)G(y)$ یک جواب معادله دیفرانسیل با مشتقات جزیی $2xu_x - yu_y = 0$ باشد که از منحنی $C: x=t, y=t, u=t^6$ می‌گذرد، آنگاه $u(x,y)$ کدام است؟

۱) xy^5

۲) x^2y^4

۳) x^3y^3

۴) x^4y^2

۴- جواب مسئله زیر کدام است؟

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

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

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

۳) $-\frac{1}{7}(r + \frac{4}{r^2})\sin\theta + c$

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

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

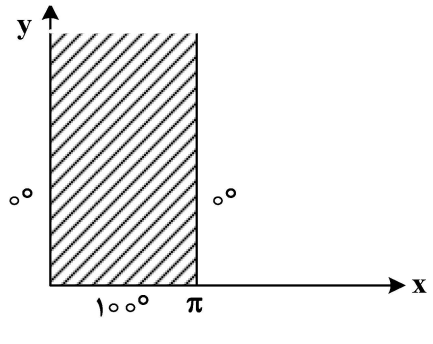
۱) صفر

۲) $\frac{u_0}{4}$

۳) $\frac{u_0}{2}$

۴) $\frac{3u_0}{4}$

۶- یک نوار نیمه‌متناهی به عرض π که مرزهای آن کاملاً عایق‌بندی شده‌اند، با شرایط کرانه‌ای مطابق شکل داده شده است. دمای یک نقطه دلخواه از این نوار، در حالت تعادل، کدام است؟



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

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

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

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

۷- فرض کنید $\lambda^۲$ مقدار ویژه مسئله مقدار مرزی $\begin{cases} y'' + \lambda^۲ y = ۰ \,,\ ۰ < x < L \\ y'(۰) - hy(۰) = ۰ \\ y'(L) + hy(L) = ۰ \end{cases}$ باشد. λ در کدام تساوی صدق می‌کند؟

۱) $\tan(\lambda L) = \dfrac{۲h\lambda}{\lambda^۲ - h^۲}$

۲) $\tan(\lambda L) = \dfrac{h\lambda}{\lambda^۲ - h^۲}$

۳) $\tan(\lambda L) = \dfrac{h\lambda}{\lambda^۲ + h^۲}$

۴) $\tan(\lambda L) = \dfrac{۲h\lambda}{\lambda^۲ + h^۲}$

۸- ضریب $(z-۱)$ در بسط لوران تابع $f(z) = \dfrac{e^{۲z}}{(z-۱)^۳}$، حول $z = ۱$، کدام است؟

۱) $-\dfrac{۲}{۳}e^۲$

۲) $-\dfrac{۱}{۲۴}e^۲$

۳) $\dfrac{۱}{۲۴}e^۲$

۴) $\dfrac{۲}{۳}e^۲$

۹- اگر $\operatorname{Ln} z$ شاخه اصلی لگاریتم باشد، آنگاه تابع $\operatorname{Ln}(۱+z^۲)$ در کدام ناحیه تحلیلی نیست؟

۱) $\{z \mid \operatorname{Re} z = ۰,\ |\operatorname{Im} z| \geq ۱\}$

۲) $\{z \mid \operatorname{Re} z = ۰,\ |\operatorname{Im} z| < ۱\}$

۳) $\{z \mid \operatorname{Re} z = ۰,\ ۰ < \operatorname{Im} z < ۱\}$

۴) $\{z \mid z \in \mathbb{R}\,,\ z \leq ۰\}$

۱۰- مقدار $\oint_{|z|=۲} \operatorname{Im}(z)\cos(\overline{z})dz$ کدام است؟

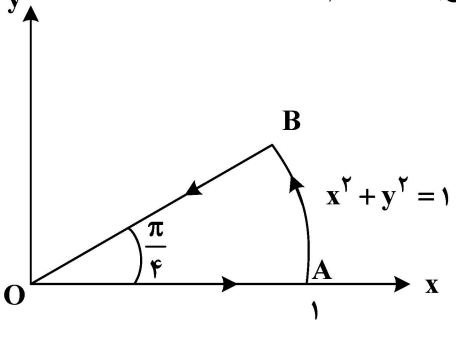
۱) $۱۲\pi i$

۲) $۲\pi i$

۳) -۲π

۴) -۱۲π

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



۱) صفر

۲) $\dfrac{\pi}{۶}$

۳) $\dfrac{\pi}{۴}i$

۴) $۱ + \dfrac{\pi}{۴}i$

۱۲- اگر $f(z)=\oint_{|\alpha|=۳}\frac{۳\alpha^۲+۷\alpha+۱}{\alpha-z}d\alpha$، آنگاه مقدار $f'(۱+i)$ کدام است؟

۱) $۱۲\pi+۲۶\pi i$

۲) $-۱۲\pi+۲۶\pi i$

۳) $۱۲\pi-۲۶\pi i$

۴) $-۱۲\pi-۲۶\pi i$

۱۳- مقدار $\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{(x+۱)\sin(۲x)}{(x^۲+۱)(x^۲+۴)}dx$ کدام است؟

۱) $\frac{۲\pi\cosh ۱}{۳e^۳}$

۲) $\frac{\pi\cosh ۱}{۳e^۳}$

۳) $\frac{۲\pi\sinh ۱}{۳e^۳}$

۴) $\frac{\pi\sinh ۱}{۳e^۳}$

۱۴- مقدار $\int_{۰}^{۲\pi}\cos(\cos\theta+i\sin\theta)\,d\theta$ کدام است؟

۱) $-۲\pi i$

۲) $۲\pi i$

۳) -۲π

۴) ۲π

۱۵- تصویر نیم‌صفحه راست صفحه مختلط، تحت نگاشت $w=\frac{z-۱}{i(z+۱)}$ با فرض $z=x+iy$، کدام است؟

۱) $|w|\le ۱$

۲) $|w|\ge ۱$

۳) $|w-۱-i|\le ۱$

۴) $|w+۱+i|\le ۱$

ترمودینامیک:

۱۶- یک گاز کامل (ایده‌آل) با گرمای ویژه ثابت $(\gamma=\frac{c_p}{c_v}=۱/۳)$ در دمای $۳۰۰\ K$ وارد یک مخزن خالی صلب عایق می‌شود. وقتی جریان ورودی قطع شد، شیر ورودی متصل به مخزن را می‌بندیم. دمای گاز داخل مخزن چند کلوین خواهد بود؟

۱) ۳۰۰ ۲) ۳۳۰

۳) ۳۶۰ ۴) ۳۹۰

۱۷- کدام گزینه درست است؟

۱) اگر از مجموع گرماهای احتراق عناصر سازنده یک جسم، گرمای احتراق خود آن جسم را کم کنیم، حاصل برابر گرمای تشکیل آن جسم است.

۲) در تعریف واکنش استاندارد، فشار برابر یک اتمسفر یا یک بار و همچنین دما برابر $25^{\circ}C$ فرض می‌شود.

۳) در تعریف واکنش استاندارد، فشار برابر یک اتمسفر یا یک بار و همچنین دما برابر $0^{\circ}C$ فرض می‌شود.

۴) در واکنش گرمازا، گرمای واکنش مثبت است.

۱۸- آب از ارتفاع ۹۰ متری وارد یک توربین آبی می‌شود. اگر راندمان تبدیل انرژی پتانسیل به انرژی الکتریکی ۹۰ درصد و برای انتقال جریان الکتریکی به محل مصرف ۲۰ درصد افت داشته باشیم، برای روشن‌نگه‌داشتن ۹ عدد لامپ ۱۰۰ واتی، چند کیلوگرم بر ساعت آب باید وارد توربین شود؟ $(g = 10 \frac{m}{sec^2})$

۱) ۲,۵۰۰ ۲) ۴,۰۰۰

۳) ۵,۰۰۰ ۴) ۸,۰۰۰

۱۹- یک ماده خالص با شدت جریان ۵ و آنتروپی ۲ به‌طور کاملاً یکنواخت (پایدار یا SSSF) وارد یک مخزن عایق شده و با جریان دیگری از آن ماده با شدت جریان ۳ و آنتروپی ۴ مخلوط می‌شود. اگر آنتروپی ماده خروجی برابر ۶ باشد، شدت تغییر خالص آنتروپی چقدر است؟ (واحدها همه هماهنگ و اختیاری است.)

۱) ۲۸ ۲) ۲۶

۳) ۲۲ ۴) ۱۸

۲۰- کدام رابطه، طبق معادلات ماکسول درست است؟

۱) $(\frac{\partial T}{\partial p})_S = -(\frac{\partial v}{\partial s})_P$ ۲) $(\frac{\partial p}{\partial T})_v = (\frac{\partial s}{\partial p})_T$

۳) $(\frac{\partial p}{\partial s})_V = -(\frac{\partial T}{\partial v})_s$ ۴) $(\frac{\partial s}{\partial p})_T = (\frac{\partial v}{\partial T})_p$

۲۱- دو جسم جامد A به جرم ۳ و گرمای ویژه ۵ و دمای اولیه ۶۰۰ K با جسم جامد B به جرم ۵ و گرمای ویژه ۳ و دمای اولیه ۳۰۰ K منحصراً با یکدیگر تبادل حرارت می‌کنند تا به تعادل برسند. تغییر خالص آنتروپی این تحول چقدر است؟ (واحدها همه هماهنگ و اختیاری است.)

$\ln 2 = 0/7 \ , \ \ln 3 = 1/1 \ , \ \ln 5 = 1/6 \ , \ \ln 7 = 1/9$

۱) ۰/۵ ۲) ۱/۵

۳) ۲/۵ ۴) ۳/۵

۲۲- فشارسنج مخزن هوای یک غواص بر روی سطح آب یک دریاچه بزرگ عمیق، فشار ۴۸ psig را نشان می‌دهد. بارومتر در این نقطه، فشار ۱۴ psi را نشان می‌دهد. اگر غواص با سرعت به درون آب فرو رود، در چه عمقی از آب برحسب فوت، فشارسنج مخزن هوا عدد صفر را نشان می‌دهد؟ $(g = 32/174 \frac{ft}{sec^2} \ , \ \rho = 62 \frac{\ell b_m}{ft^3})$

۱) ۱۴۴ ۲) ۴/۸

۳) ۱۲ ۴) هیچ‌گاه عدد صفر را نشان نمی‌دهد.

۲۳- یک گاز کامل (ایدئال) با گرمای ویژه ثابت ($\gamma = \frac{C_p}{C_v} = ۱/۵$) وارد یک لوله افقی کاملاً عایق می‌شود که سطح مقطع آن به تدریج کاهش می‌یابد. سطح مقطع ورودی لوله بسیار بسیار بزرگ‌تر از سطح مقطع خروجی است. اگر دمای ورودی برابر $۴۰۰\ K$ و دمای خروجی برابر $۲۸۰\ K$ باشد، سرعت در مقطع خروجی چند متر بر ثانیه است؟ ($R = ۰/۵ \frac{KJ}{kgK}$)

۱) تقریباً ۱۹
۲) تقریباً ۲۰۰
۳) ۴۰
۴) ۶۰۰

۲۴- بر روی سطح بسیار وسیعی از آب ساکن و آرام، یک جعبه مکعب مستطیل‌شکل بی‌وزن از طرف قاعده‌اش (A به مساحت دو مترمربع) نشسته است. عمق آب ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع جسم (جعبه) برابر یک متر است. حداقل مقدار کار قابل تصور لازم برای رساندن جسم به کف آب چند کیلوژول است؟ (دانسیته آب را یک گرم بر سانتی‌مترمکعب فرض کنید.) ($g = ۱۰ \frac{m}{sec^۲}$ شتاب ثقل)

۱) ۰/۱۶
۲) ۱/۶
۳) ۱۶
۴) ۱۶۰۰

۲۵- اگر معادله معمولی وان دروالس ($P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^۲}$) را به شکل معادله ویریال به‌صورت $z = ۱ + \frac{B}{v} + \frac{c}{v^۲} + \cdots$ مرتب کنیم، آنگاه B کدام است؟

۱) $b + \frac{a}{RT}$
۲) $b - \frac{a}{۲RT}$
۳) $b + \frac{a}{۲RT}$
۴) $b - \frac{a}{RT}$

۲۶- معادله حالت گازی از رابطه $pv = RT + (b - \frac{a}{RT})P$ که در آن a و b هر دو ثابت هستند، پیروی می‌کند. فوگاسیته آن گاز از کدام رابطه بدست می‌آید؟

۱) $P\text{Exp}\left[\frac{bP}{RT}\right]$
۲) $P\text{Exp}\left\{\left[b - \frac{۲a}{RT}\right]\frac{P}{RT}\right\}$
۳) $P\text{Exp}\left\{\left[b - \frac{a}{RT}\right]\frac{P}{RT}\right\}$
۴) $P\text{Exp}\left\{\left[\frac{a}{RT} - b\right]\frac{P}{RT}\right\}$

۲۷- کدام رابطه، تعریف دقیقی برای دمای بویل است؟

۱) $\lim_{P\to ۰}(\frac{\partial z}{\partial P})_T = ۰$
۲) $\lim_{P\to ۰}(\frac{\partial z}{\partial T})_P = ۰$
۳) $\lim_{P\to ۰}(\frac{\partial V}{\partial P})_T = ۰$
۴) $\lim_{P\to ۰}(\frac{\partial V}{\partial T})_P = ۰$

۲۸- عبارت $(\frac{\partial C_p}{\partial P})_T$ برای یک گاز کدام است؟

۱) $T(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2})_P$

۲) $-T(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2})_P$

۳) $z(\frac{\partial V}{\partial T})_P$

۴) صفر

۲۹- یک مخزن صلب غیرعایق از دو قسمت مجزا از هم (توسط یک غشاء) تشکیل شده است. در یک قسمت به حجم V_1 یک کیلوگرم گاز کامل در دمای $400\ K$ قرار دارد و قسمت دیگر به حجم $3V_1$ کاملاً خالی است. حال غشاء بین این دو قسمت گسیخته می‌شود و به‌طور هم‌زمان از مخزن گرما می‌گیریم به‌نحوی که تحول آنتروپی ثابت باشد، مقدار گرمای گرفته شده از مخزن برحسب کیلوژول چقدر است؟ $(\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1/5 \ , \ R = 0/5 \frac{KJ}{kgK})$

۱) ۱۰

۲) ۱۰۰

۳) ۲۰۰

۴) ۲۰۰۰

۳۰- می‌خواهیم ۵ کیلوگرم بر ثانیه آب در دمای محیط $(300\ K)$ را به‌طور کاملاً یکنواخت (پایدار یا SSSF) تا دمای $282\ K$ در یک یخچال فرضی سرد کنیم. حداقل مقدار کار لازم قابل تصور برای این یخچال، به‌طور تقریبی چند کیلووات است؟ $(\ln 2 = 0/7 \ , \ln 3 = 1/1 \ , \ln 5 = 1/6)$

۱) ۲۴۰

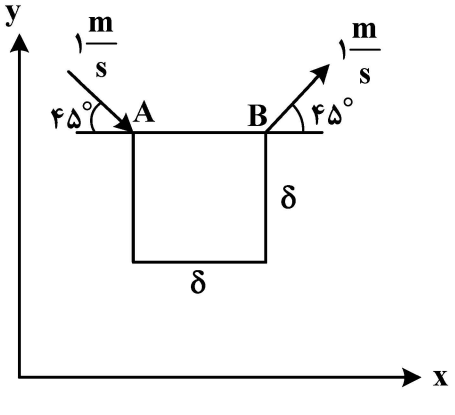
۲) ۳۶۰

۳) ۱۲۰

۴) ۴۸

مکانیک سیالات پیشرفته ـ ترمودینامیک پیشرفته:

۳۱- در المان مربعی سیال، سرعت‌ها در رأس‌های A و B نشان‌داده شده‌اند. تنش برشی روی ضلع AB چقدر است؟ (μ لزجت سیال می‌باشد.)



۱) $-\sqrt{2}\frac{\mu}{\delta}$

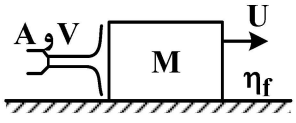
۲) $\frac{\sqrt{2}\mu}{\delta}$

۳) $-2\sqrt{2}\frac{\mu}{\delta}$

۴) $2\sqrt{2}\frac{\mu}{\delta}$

۳۲- در شکل زیر، افشانه سیال به بلوک برخورد کرده و بلوک حرکت می‌کند. اگر سرعت‌های افشانه و بلوک ثابت باشند و اطلاعات زیر را داشته باشیم، سرعت نهایی بلوک چقدر است؟

(سطح مقطع افشانه = A، چگالی سیال = ρ، ضریب اصطکاک میان بلوک و سطح = η_f، سرعت سیال افشانه = V، سرعت بلوک = U)



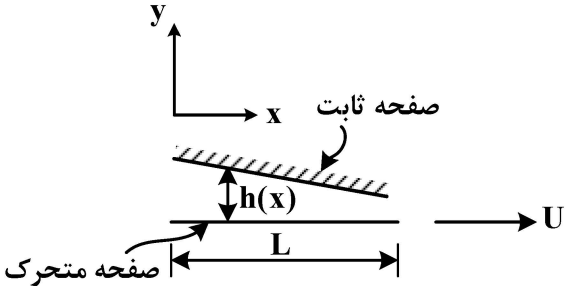
۱) $U = V - \frac{\eta_f Mg}{\rho A}$

۲) $U = V + \sqrt{\frac{\eta_f Mg}{\rho A}}$

۳) $U = V + \frac{\eta_f Mg}{\rho A}$

۴) $U = V - \sqrt{\frac{\eta_f Mg}{\rho A}}$

۳۳- در روغن‌کاری سطح تخت، درخصوص نسبت نیروی لختی (اینرسی) به نیروی لزجی، کدام گزینه درست است؟



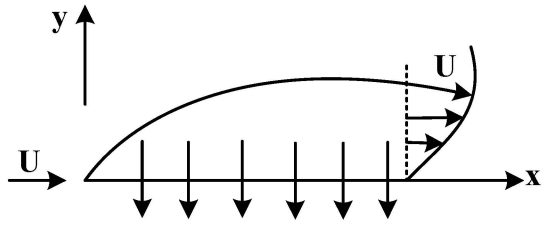
۱) خیلی کوچک‌تر از یک است.

۲) خیلی بزرگ‌تر از یک است.

۳) برابر صفر است.

۴) برابر یک است.

۳۴- در جریان سیال از روی صفحه تخت سوراخ‌دار، مکش جریان باعث می‌شود به‌ترتیب، «ضریب اصطکاک» و «فشار روی صفحه» چه تغییری کنند؟



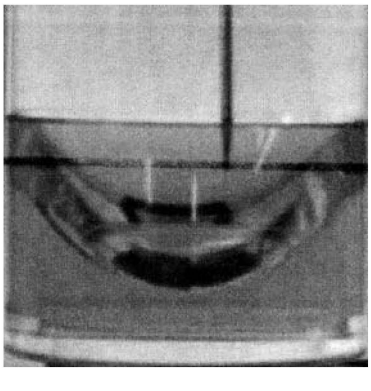
۱) کاهش و افزایش

۲) کاهش و کاهش

۳) افزایش و کاهش

۴) افزایش و افزایش

۳۵- یک گرداب اجباری (forced vortex) را مانند شکل زیر درنظر بگیرید که با سرعت زاویه‌ای $\omega_\circ$ می‌چرخد. کدام گزینه درخصوص چرخش صلب گونه سیال درست است؟



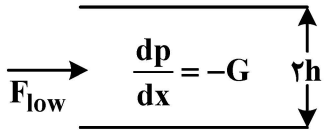
۱) چرخش باعث ایجاد تنش برشی می‌شود.

۲) المان‌های سیال چرخشی ندارند.

۳) ورتیسیته آن $2\omega_\circ$ است.

۴) ورتیسیته آن صفر است.

۳۶- یک سیال لزج (چگالی ρ، گرانروی μ) بین دو صفحه موازی به فاصله $2h$ به‌صورت دائمی در جریان است. گرادیان فشار ثابت $\frac{dp}{dx} = -G$ در مجرا برقرار است. بیشینه سرعت سیال در مجرا چقدر است؟



۱) $\frac{Gh^2}{\mu}$

۲) $\frac{Gh^2}{8\mu}$

۳) $\frac{Gh^2}{4\mu}$

۴) $\frac{Gh^2}{2\mu}$

۳۷- اگر برای مطالعه لایه مرزی توربولانس در غیاب گرادیان فشار از پروفیل $\frac{u}{u_\infty} = (\frac{y}{\delta})^{\frac{1}{7}}$ استفاده شود، ضریب شکل $H = \frac{\delta^*}{\theta}$ به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (δ^* ضخامت جابجایی و θ ضخامت تکانه می‌باشد.)

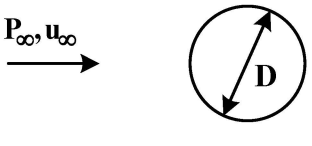
۱) ۱/۲۸۶

۲) ۱/۴

۳) ۲

۴) ۲/۵۹۰

۳۸- در جریان عرضی و دائمی سیال تراکم‌ناپذیر بر روی یک استوانه، مقدار ضریب فشار $C_p = \frac{P - P_\infty}{\frac{1}{2}\rho U_\infty^2}$ در نقاط سکون جلویی و عقبی به‌ترتیب کدام مورد می‌باشد؟ (عدد رینولدز به اندازه کافی بزرگ است.)



۱) $C_p = +1$ و $C_p = -1$

۲) $C_p = +1$ و $C_p < 1$

۳) $C_p = +1$ و $C_p > 1$

۴) $C_p < 1$ و $C_p = +1$

۳۹- عدد فرود به‌صورت کدام نسبت قابل تفسیر است؟

۱) نیروی اینرسی به لزجی

۲) نیروی اینرسی به گرانش

۳) نیروی اینرسی به نیروی فشاری

۴) نیروی لزج به کشش سطحی

۴۰- کدام مورد درخصوص رابطه فشار مکانیکی و ترمودینامیکی درست است؟

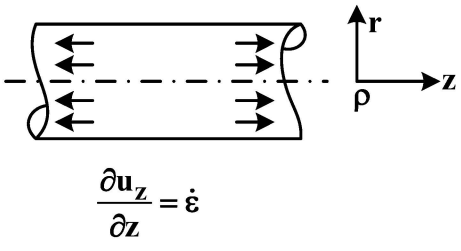
۱) فشار مکانیکی و ترمودینامیکی همواره با هم برابر هستند.

۲) برای یک سیال نیوتنی عمومی، فشار مکانیکی یک‌سوم فشار ترمودینامیکی است.

۳) برای یک سیال نیوتنی تراکم‌ناپذیر، فشار مکانیکی همواره بزرگتر از فشار ترمودینامیکی است.

۴) برای یک سیال نیوتنی تراکم‌پذیر، اختلاف فشار مکانیکی و ترمودینامیکی متناسب با دیورژانس بردار سرعت است.

۴۱- یک المان استوانه‌ای از یک سیال با چگالی ثابت در جهت محوری دچار کشش با نرخ ثابت $(\dot{\varepsilon}_z = \frac{\partial u_z}{\partial_z} = \text{constant})$ می‌شود. با فرض تقارن محوری، کدام رابطه برای مؤلفهٔ شعاعی سرعت $u_r(r)$ درست است؟



$$\frac{\partial u_z}{\partial z} = \dot{\varepsilon}$$

۱) $u_r = \frac{-\dot{\varepsilon}_z r^2}{2}$

۲) $u_r = -\dot{\varepsilon}_z r$

۳) $u_r = \frac{-\dot{\varepsilon}_z r}{2}$

۴) $u_r = \frac{-\dot{\varepsilon}_z r^2}{4}$

۴۲- در جریان خزشی (creeping flow) اطراف کره، خطوط جریان در دو طرف کره (پشت و جلو) متقارن است. کدام گزینه درخصوص آن درست است؟

۱) توزیع سرعت دو طرف کره متقارن است.

۲) اصطکاک پوسته‌ای (Skin darg) صفر است.

۳) جدایش جریان به‌شدت رخ می‌دهد.

۴) نیروی پسای (darg force) جریان روی کره صفر است.

۴۳- جریان روی یک استوانه با عدد رینولدز $R_{ep} = 10^5$ برقرار است. با افزایش زبری سطح استوانه، ضریب نیروی پسا $C_p = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho U^2 A}$ در صورت وجود چه تغییری می‌کند؟

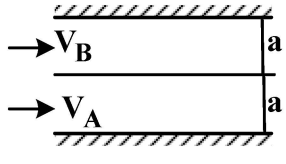
۱) تغییر چندانی نمی‌کند.

۲) همواره افزایش می‌یابد.

۳) بسته به مقدار عدد R_{ep} بحرانی، می‌تواند افزایش یابد یا تغییر چندانی نکند.

۴) بسته به مقدار عدد R_{ep} بحرانی، می‌تواند کاهش یابد یا تغییر چندانی نکند.

۴۴- در کانال شکل زیر، دو سیال تراکم‌ناپذیر A و B (مخلوط‌نشونده با $\rho_A > \rho_B$ و $V_A \neq V_B$) جریان دارند. در مرز مشترک، برای تنش‌های برشی کدام گزینه درست است؟



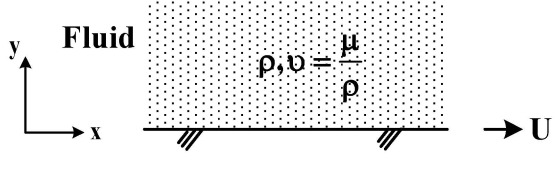
۱) $\tau_A = \frac{\tau_B}{2}$

۲) $\tau_A = \tau_B$

۳) $\tau_A > \tau_B$

۴) $\tau_A < \tau_B$

۴۵- یک صفحه بسیار بزرگ به‌صورت ناگهانی با سرعت U در لحظه $t = 0$ به حرکت درآورده می‌شود. بر بالای صفحه، سیال تراکم‌ناپذیر نیوتنی قرار دارد. معادله حاکم بر جریان ایجاد شده بر بالای صفحه کدام است؟



۱) $\frac{\partial u}{\partial t} = \upsilon \frac{\partial^2 x}{\partial y^2}$

۲) $0 = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \upsilon \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$

۳) $\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial y} = \upsilon \frac{\partial^2 x}{\partial y^2}$

۴) $\frac{\partial u}{\partial t} = U\delta(t) + \upsilon \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$

۴۶- یک سیکل تبرید تراکمی دارای کار ۳۰ کیلووات، دما و توان منبع سرد ۴۰۰ کلوین و ۴۵ کیلووات و دمای منبع گرم ۶۰۰ کلوین می‌باشد. میزان برگشت‌ناپذیری سیکل چند kW است؟

۱) ۵/۵

۲) ۶/۵

۳) ۷/۵

۴) ۸/۵

۴۷- یک سیستم ترمودینامیکی دارای انتروپی S، تعداد مول N، انرژی U و حجم ∀ می‌باشد. معادله اساسی این سیستم به‌صورت زیر است که A یکسان ثابت و R ثابت گاز می‌باشد. عبارت دما برای این سیستم کدام است؟

$$S = NA + NR \ln \frac{U^{\frac{3}{2}} \forall}{N^{\frac{5}{2}}}$$

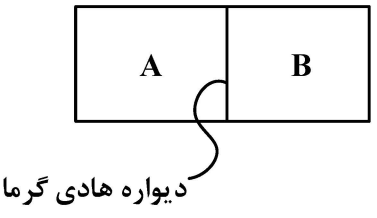
۱) $T = \frac{3}{2}\frac{NR}{U}$

۲) $T = 2UNR$

۳) $T = \frac{2U}{NR}$

۴) $T = \frac{2}{3}\frac{U}{NR}$

۴۸- دو مخزن با حجم‌های یکسان هر دو دارای یک مقدار از یک نوع گاز ایده‌آل هستند. در ابتدا مخزن A، دارای گاز با دمای T_A و مخزن B دارای همان گاز با دمای T_B است. یک دیواره هادی گرما بین دو مخزن است (مطابق شکل)، مقدار برگشت‌ناپذیری فرایند تبادل گرمایی دو مخزن A و B تا دمای نهایی T_F چقدر است؟ (T : دمای محیط)



۱) $I = T_\circ m c_{v_\circ} \ln(\frac{T_F^2}{T_A T_B})$

۲) $I = T_\circ m c_{v_\circ} \ln(\frac{2T_F}{T_A + T_B})$

۳) $I = T_\circ m c_{v_\circ} \ln(\frac{T_A T_B}{T_F^2})$

۴) $I = T_\circ m c_{v_\circ} \ln(\frac{T_A + T_B}{2T_F})$

۴۹- معادله حالت یک گاز به‌صورت زیر است. در این صورت رابطه بین اختلاف C_P و C_V کدام است؟

$$V = \frac{RT}{P} - \frac{b}{T^3} \quad (b : \text{ثابت})$$

۱) $\frac{1}{T} - \frac{3bP}{RT^5}$

۲) $\frac{1}{T} + \frac{3bP}{RT^5}$

۳) $\frac{1}{T} - \frac{5bP}{RT^3}$

۴) $\frac{1}{T} + \frac{5bP}{RT^3}$

۵۰- در یک محفظه بسته، مقداری گاز CO_2 در دمای T و فشار P وجود دارد. در ابتدا مقداری حرارت به گاز داده می‌شود تا به CO و O_2 تبدیل شود، سپس مقداری حرارت از محصولات گرفته می‌شود تا دما و فشار آنها مجدداً به T و P برسد. اتلاف حرارت موجود، صرف چه امری در محصولات شده است؟

۱) بازگشت‌ناپذیری و اگزرژی شیمیایی
۲) افزایش اگزرژی شیمیایی
۳) افزایش ترمودینامیکی
۴) بازگشت‌ناپذیری

۵۱- اگر گرمای ویژه در فشار ثابت $C_P = (\frac{\partial h}{\partial T})_P$ و ضریب انبساط حجمی $\alpha_P = \frac{1}{V}(\frac{\partial v}{\partial T})_P$ و ضریب دما ثابت $K_T = -\frac{1}{v}(\frac{\partial v}{\partial P})_T$ باشد و نیز P فشار و T دما باشد، در این صورت $(\frac{\partial h}{\partial v})_T$ کدام است؟

۱) $\frac{T\alpha_P}{k_T}$
۲) $\frac{T\alpha_P + 1}{k_T}$
۳) $\frac{T\alpha_P - 1}{k_T}$
۴) $\frac{k_T}{T\alpha_P - 1}$

۵۲- در یک مخزن صلب (حجم ثابت) که در ابتدا مقداری هوا در شرایط ترمودینامیکی معین در آن وجود دارد، هوا در فشار و دمای بالاتر وارد مخزن می‌شود. کدام گزینه درخصوص مفهوم برگشت‌ناپذیری درست است؟

۱) به‌علت مخلوط شدن جریان ورودی با هوای داخل مخزن در دما و فشار متفاوت پدید می‌آید.
۲) تنها به‌دلیل انتقال حرارت از مخزن صلب رخ می‌دهد.
۳) به‌دلیل اختلاط دو گاز هم جنس پدید می‌آید.
۴) صفر است، چون مخزن صلب است.

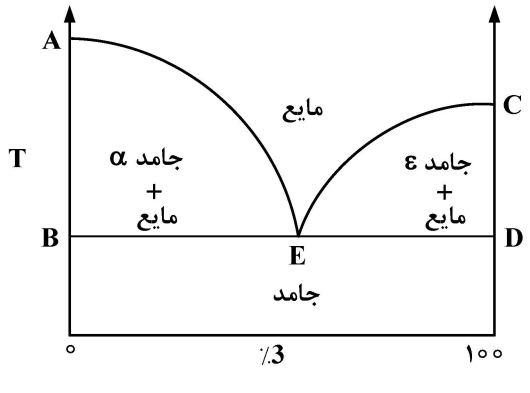
۵۳- در فرایندی شبه تعادلی که یک سیستم تحت‌تأثیر یک پارامتر خارجی تغییر حجم قرار می‌گیرد، ولی توزیع احتمال حالت‌های ذرات ثابت می‌ماند، کدام گزینه درست است؟

۱) آنتروپی سیستم افزایش می‌یابد.
۲) انرژی داخلی سیستم ثابت می‌ماند.
۳) سیستم با محیط تبادل حرارت دارد.
۴) سیستم با محیط تبادل کار دارد.

۵۴- اگر تابع تقسیم به‌صورت $Z = \sum g_i e^{-\beta\varepsilon_i}$ و تعداد ذرات در هر سطح انرژی به‌صورت $N_i = \frac{N g_i e^{-\beta\varepsilon_i}}{z}$ باشد، فشار به کدام صورت می‌باشد؟

۱) $N\frac{\partial}{\partial V}(\frac{\partial \ln Z}{k\,\partial T})_s$
۲) $N\frac{\partial}{\partial T}(\frac{\partial \ln Z}{\partial \beta})_s$
۳) $N\frac{\partial}{\partial V}(\frac{\partial \ln Z}{\partial \beta})_s$
۴) $N\frac{\partial}{\partial T}(\frac{\partial \ln Z}{k\,\partial V})_s$

۵۵- دیاگرام فاز یک آلیاژ در شکل نشان داده شده است. تعداد فازها در نقطه E چند تا است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۵۶- معادله حالت گاز واندروالز $P=\frac{RT}{v-a}-\frac{b}{v^2}$ می‌باشد. ضریب انبساط حجمی گاز $\alpha=\frac{1}{V}(\frac{\partial V}{\partial T})_P$ و ضریب ژول تامسون $\mu_j=(\frac{\partial T}{\partial P})_\alpha$ است. درجه حرارت در نقطه وارونگی گاز (Inversion Point) برحسب α کدام است؟

۱) $T=\frac{1}{\alpha^2}$
۲) $T=\frac{1}{\alpha}$
۳) $T=\alpha^{\frac{1}{2}}$
۴) $T=\alpha$

۵۷- معادله انرژی یک مول از ماده‌ای خالص به‌صورت $\upsilon = AP^2V$ داده شده است که A یک ضریب مثبت با دیمانسیون $[P]^{-1}$ می‌باشد. معادله خطوط آدیاباتیک در صفحه $P-V$ کدام است؟

۱) $(1+AP)^2\ V=Const$
۲) $\frac{(1+AP)}{V}=Const$
۳) $(1+AP)V=Const$
۴) $(\frac{1+AP}{V})^2=Const$

۵۸- یک مخزن صلب با حجم V را درنظربگیرید که در محیطی با دمای $P_\circ$ و فشار $T_\circ$ قرار دارد. مخزن در ابتدا خلاء است و با یک شیر با محیط در ارتباط است. شیر باز می‌شود تا هوا به آرامی وارد مخزن شود تا این‌که دما و فشار هوای داخل مخزن با دما و فشار هوای محیط برابر می‌شود. اگر هوا گاز ایده‌آل باشد، آنتروپی تولید شده طی این فرایند کدام است؟

۱) $\frac{P_\circ V}{T_\circ}(1+\frac{S_\circ}{R})$
۲) $\frac{P_\circ V}{T_\circ}$
۳) $\frac{P_\circ V}{T_\circ}(1-\frac{S_\circ}{R})$
۴) صفر

۵۹- احتمال وجود ذرات، با مقدار انرژی ε_j با کدام جواب متناسب است؟ (k ثابت بولتزمن، T دما)

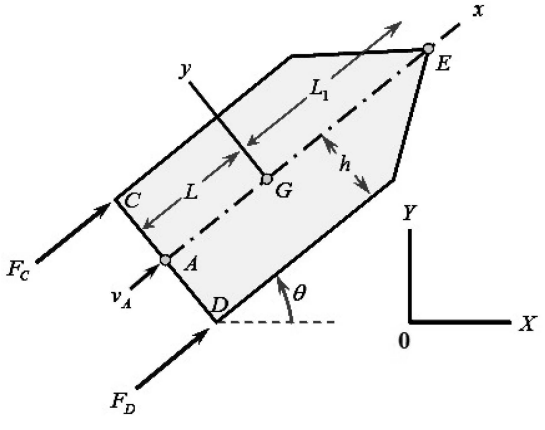
۱) $\frac{1}{\varepsilon_j}$
۲) $\frac{\varepsilon_j}{k_T}$
۳) $e^{+\frac{\varepsilon_j}{k_T}}$
۴) $e^{-\frac{\varepsilon_j}{k_T}}$

۶۰- اگر $T\to\infty$ میل کند، تابع تقسیم ارتعاش به‌طور تقریبی به کدام مقدار میل می‌کند؟ (θ_v دمای ارتعاشی)

۱) ۱
۲) $\frac{\theta_v}{T}$
۳) $\frac{T}{\theta_v}$
۴) $1-\frac{\theta_v}{T}$

دینامیک پیشرفته ـ ارتعاشات پیشرفته ـ کنترل پیشرفته:

۶۱- در وسیله نقلیه زیر، سرعت مطلق مرکز جرم G در مختصات OXY به‌صورت $\vec{v}_G = \dot{X}\vec{I} + \dot{Y}\vec{J}$ و سرعت نقطه A در امتداد خط تقارن وسیله نقلیه است. کدام گزینه قید حاکم بر سیستم و تغییرات آن را نشان می‌دهد؟



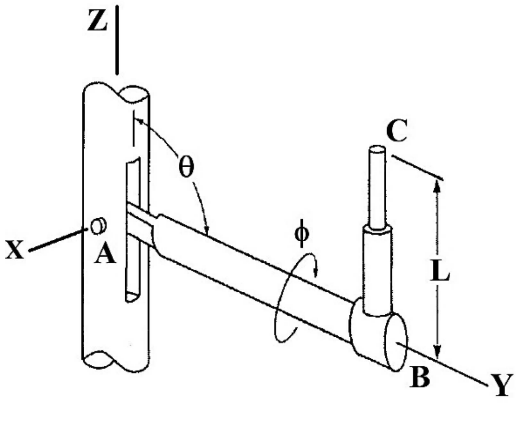
۱) $\begin{cases} f = \dot{X}\sin\theta - \dot{Y}\cos\theta - L\dot{\theta} = 0 \\ \delta f = \sin\theta\,\delta X + \cos\theta\,\delta Y + L\delta\theta = 0 \end{cases}$

۲) $\begin{cases} f = \dot{X}\cos\theta - \dot{Y}\sin\theta = 0 \\ \delta f = \cos\theta\,\delta X - \sin\theta\,\delta Y = 0 \end{cases}$

۳) $\begin{cases} f = \dot{X}\cos\theta + \dot{Y}\sin\theta = 0 \\ \delta f = \cos\theta\,\delta X + \sin\theta\,\delta Y = 0 \end{cases}$

۴) $\begin{cases} f = -\dot{X}\sin\theta + \dot{Y}\cos\theta - L\dot{\theta} = 0 \\ \delta f = \sin\theta\,\delta X - \cos\theta\,\delta Y + L\delta\theta = 0 \end{cases}$

۶۲- سیستم زیر به‌صورت جبری طوری مقید شده است که طول جک هیدرولیکی با نرخ ثابت $\dot{L} = 0/1\ \frac{m}{s}$ برحسب افزایش می‌یابد و زوایای ϕ و θ به‌ترتیب با نرخ $\dot{\phi} = 0/2\sin t$ و $\dot{\theta} = 2t$ برحسب $\frac{rad}{s}$ تغییر می‌کنند. درجهٔ آزادی سیستم چند است؟



۱) صفر

۲) یک

۳) دو

۴) سه

۶۳- در حرکت دورانی دیفرانسیلی کدام مورد درست است؟

($R(d\phi_x)$ و $R(d\phi_y)$ ماتریس‌های تبدیل دورانی مربوط به دوران‌های کوچک حول محورهای x و y هستند.)

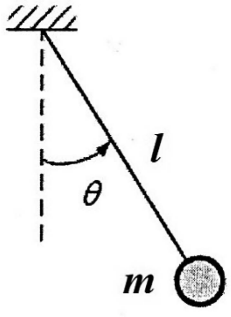
۱) $R(d\phi_x) + R(d\phi_y) \neq R(d\phi_x) + R(d\phi_y)$

۲) $R(d\phi_x)\,R(d\phi_y) = R(d\phi_y)\,R(d\phi_x)$

۳) $R(d\phi_x)\,R(d\phi_y) \neq R(d\phi_y)\,R(d\phi_x)$

۴) هیچ‌کدام

۶۴- در پاندول ساده نشان‌داده‌شده در شکل زیر، تابع لاگرانژین کدام است؟



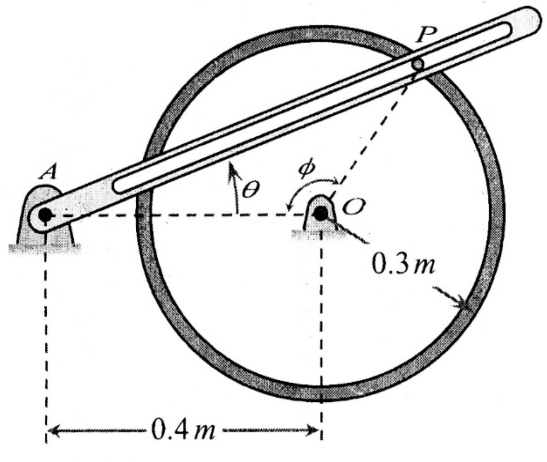
۱) $L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + mgl(1-\cos\theta)$

۲) $L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 - \frac{1}{2}mgl(1-\cos\theta)$

۳) $L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 - mgl(1-\cos\theta)$

۴) $L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}mgl(1-\cos\theta)$

۶۵- یک پین به قطر ناچیز به رینگی با شعاع $0/3m$ متصل است و درون شیار میله‌ای که در A لولا شده حرکت می‌کند. اندازه سرعت مطلق پین $3\frac{m}{s}$ و سرعت زاویه‌ای رینگ ثابت و در جهت مثلثاتی (+) است. سرعت و شتاب زاویه‌ای میلهٔ شیاردار $\dot{\theta}$ و $\ddot{\theta}$ زمانی که $\phi = 90^\circ$ است، به‌ترتیب کدام است؟



۱) $\dot{\theta} = -3/6\frac{rad}{sec}$ و $\ddot{\theta} = 13/44\frac{rad}{sec^2}$

۲) $\dot{\theta} = 3/6\frac{rad}{sec}$ و $\ddot{\theta} = -13/44\frac{rad}{sec^2}$

۳) $\dot{\theta} = 3/6\frac{rad}{sec}$ و $\ddot{\theta} = 13/44\frac{rad}{sec^2}$

۴) $\dot{\theta} = -3/6\frac{rad}{sec}$ و $\ddot{\theta} = -13/44\frac{rad}{sec^2}$

۶۶- نیروهای تعمیم‌یافته در مختصات کروی کدامند؟

۱) $Q_\theta = R\cos\theta\, F_\theta \;;\; Q_\varphi = R\, F_\varphi$

۲) $Q_\theta = F_\theta \;;\; Q_\varphi = R\sin\theta\, F_\varphi$

۳) $Q_\theta = RF_\theta \;;\; Q_\varphi = R\sin\theta\, F_\varphi$

۴) $Q_\theta = R\sin\theta\, F_\theta \;;\; Q_\varphi = R\sin\varphi\, F_\varphi$

۶۷- سیستمی با مختصات تعمیم‌یافته q_1 و q_2 و معادله قیدی به صورت دیفرانسیلی (پفافین) زیر داده شده است. کدام فاکتور انتگرال معادله فوق را به یک معادله هولونومیک برحسب مختصات‌های تعمیم‌یافته تبدیل می‌کند؟

$$q_2 dq_1 + (q_1^2 q_2 - q_1)\, dq_2 = 0$$

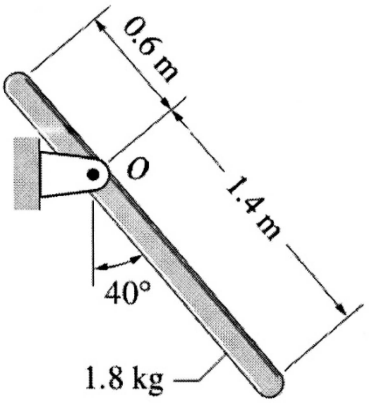
۱) $g(q_1, q_2) = q_1^2$

۲) $g(q_1, q_2) = q_2^2$

۳) $g(q_1, q_2) = q_1^{-2}$

۴) $g(q_1, q_2) = q_1 q_2$

۶۸- یک میله باریک و یکنواخت در صفحه قائم حول نقطه O دوران می‌کند. وقتی در موقعیت نشان‌داده‌شده قرار می‌گیرد، شتاب زاویه‌ای میله کدام است؟



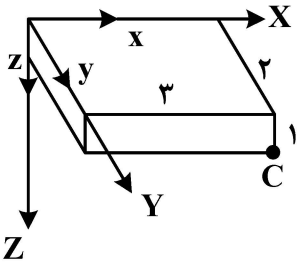
۱) $\frac{۳۰۰}{۳۷}\sin ۴۰^\circ$

۲) $\frac{۷۵۰}{۳۷}\sin ۴۰^\circ$

۳) $\frac{۳۰۰}{۳۷}\cos ۴۰^\circ$

۴) $\frac{۷۵۰}{۳۷}\cos ۴۰^\circ$

۶۹- مختصات XYZ به زمین و مختصات xyz به مکعب مستطیل متصل است. هر دو دستگاه در حالت اولیه بر یکدیگر منطبق هستند. مکعب مستطیل به اندازه ۹۰+ درجه حول محور X دوران می‌کند. در حالت ثانویه، مختصات نقطه C در دستگاه مختصات xyz کدام است؟



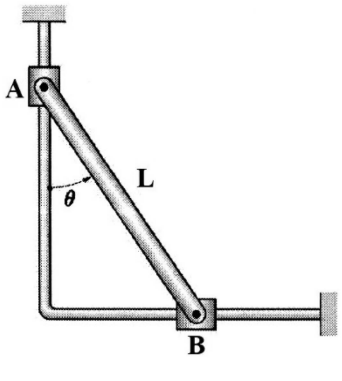
۱) $\begin{bmatrix} ۳ \\ ۱ \\ -۲ \end{bmatrix}$

۲) $\begin{bmatrix} ۳ \\ ۱ \\ ۲ \end{bmatrix}$

۳) $\begin{bmatrix} ۳ \\ -۱ \\ ۲ \end{bmatrix}$

۴) $\begin{bmatrix} ۳ \\ ۲ \\ ۱ \end{bmatrix}$

۷۰- لغزندهٔ B با سرعت ثابت $۱/۴\frac{m}{s}$ به سمت راست حرکت می‌کند. زمانی‌که $\theta = ۲۰^\circ$ است، سرعت لغزنده A چند $\frac{m}{s}$ است؟



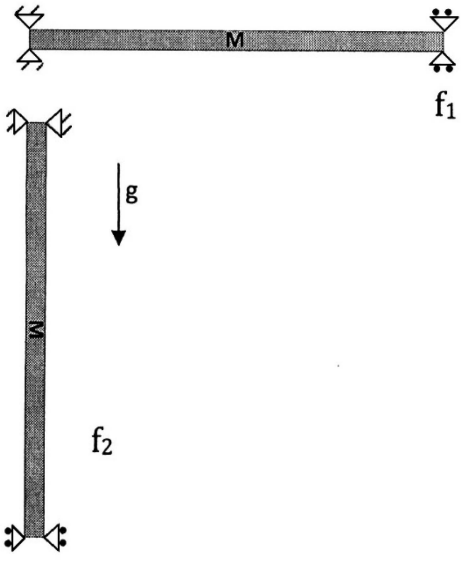
۱) $۱/۴\cot ۲۰^\circ$

۲) $۱/۴\tan ۲۰^\circ$

۳) $۱/۸\cot ۲۰^\circ$

۴) $۱/۸\tan ۲۰^\circ$

۷۱- **یک میله بلند افقی با تکیه‌گاه‌های مفصلی در دو انتها دارای فرکانس طبیعی اول f_1 است. اگر این مجموعه در وضعیت قائم قرار بگیرد، فرکانس طبیعی اول آن f_2 خواهد شد. در این صورت کدام رابطه درست است؟**



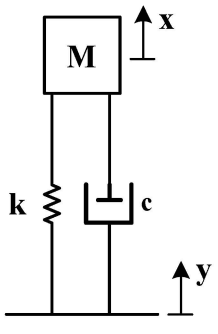
۱) $f_1 = f_2$

۲) $f_1 < f_2$

۳) $f_1 > f_2$

۴) بستگی به مشخصات دیگر سیستم دارد.

۷۲- **سیستم یک درجه آزادی زیر با تحریک پایه در فرکانسی دو برابر فرکانس طبیعی تحریک می‌شود. اگر سختی k و جرم M هم‌زمان به دو برابر افزایش و بقیهٔ مقادیر ثابت بمانند، دامنه نوسانات جرم چه تغییری می‌کند؟**



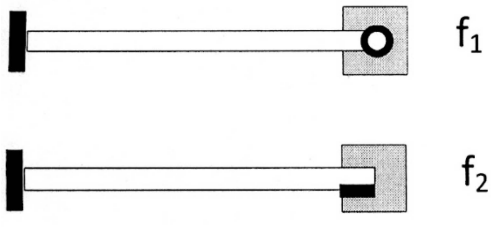
۱) کاهش می‌یابد.

۲) افزایش می‌یابد.

۳) تفاوتی نمی‌کند.

۴) بستگی به سایر مقادیر دارد.

۷۳- **فرکانس طبیعی اول ارتعاشات عرضی یک تیر یکسر گیردار درحالتی‌که انتهای تیر به مرکز جرم متمرکز مفصل شده باشد، f_1 و در حالتی‌که جوش داده شده باشد، f_2 است. کدام مورد درست است؟**



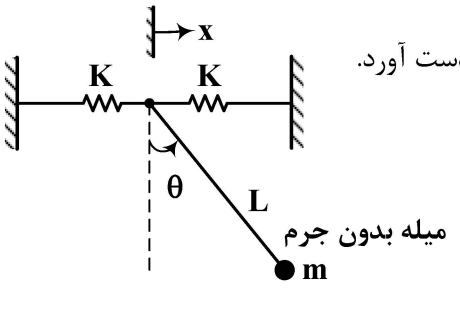
۱) $f_1 < f_2$

۲) $f_1 = f_2$

۳) $f_1 > f_2$

۴) بستگی به مشخصات سیستم دارد.

۷۴- **کدام مورد درخصوص سیستم ارتعاشی زیر درست است؟**



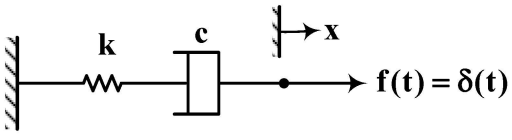
۱) این سیستم نامعین بوده و نمی‌توان در مورد شکل مود آن نتیجه‌ای به‌دست آورد.

۲) این سیستم دارای یک فرکانس طبیعی و دو شکل مود است.

۳) این سیستم دارای دو فرکانس طبیعی و دو شکل مود است.

۴) این سیستم دارای یک فرکانس طبیعی و یک شکل مود است.

۷۵- سیستم فنر ـ دمپر زیر، توسط نیروی ضربه‌ای $f(t)=\delta(t)$ تحریک می‌شود. پاسخ سیستم در $x(t)$ کدام است؟
($\delta(t)$ تابع دلتای دیراک است.)



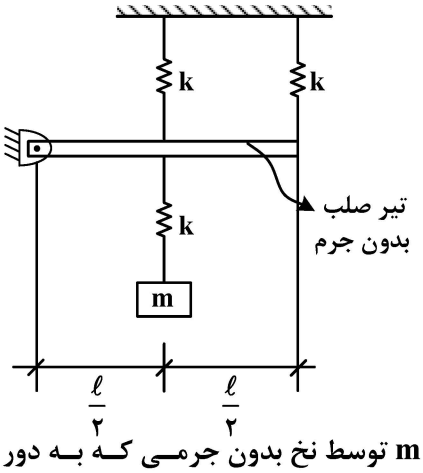
۱) $x(t)=0$

۲) $x(t)=\frac{1}{c}u(t)+\frac{1}{k}\delta(t)$

۳) $x(t)=-\frac{1}{c}+\frac{1}{k}\delta(t)$

۴) $x(t)=\frac{1}{c}u(t)+\frac{1}{k}u(t)$

۷۶- فرکانس طبیعی سیستم کدام است؟



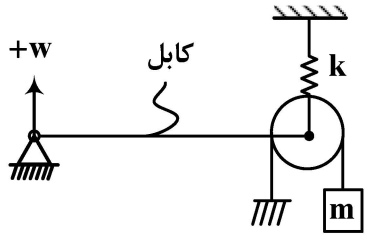
۱) $\sqrt{\frac{3k}{2m}}$

۲) $\sqrt{\frac{3k}{m}}$

۳) $\sqrt{\frac{2k}{3m}}$

۴) $\sqrt{\frac{5k}{6m}}$

۷۷- کابل با کشش P به مرکز غلتک بدون جرم متصل شده است. جرم متمرکز m توسط نخ بدون جرمی که به دور غلتک پیچیده به غلتک متصل شده است. شرط مرزی کابل در سمت راست کدام است؟



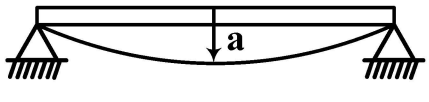
۱) $4m\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+kw+P=0$

۲) $m\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+k.w+P\frac{\partial w}{\partial x}=0$

۳) $4m\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+k.w+P\frac{\partial w}{\partial x}=0$

۴) $2m\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+kw+P\frac{\partial w}{\partial x}=0$

۷۸- معادله خیز یک تیر با مقطع یکنواخت، جرم واحد طول m و طول L با تکیه‌گاه‌های ساده عبارت است از $y(x)=\alpha\sin\frac{\pi x}{L}$. فرکانس اصلی ارتعاش جانبی تیر کدام است؟
(در وضعیت تعادل، نیروی محوری تیر صفر فرض شود.)



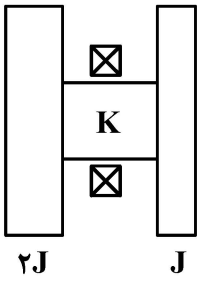
۱) $\pi^2\sqrt{\frac{EI}{mL^4}}$

۲) $\pi\sqrt{\frac{EI}{mL^4}}$

۳) $4\pi^2\sqrt{\frac{EI}{mL^4}}$

۴) $\frac{\pi^2}{2}\sqrt{\frac{EI}{mL^4}}$

۷۹- دو دیسک با ممان اینرسی‌های J و $2J$ به دو سر یک محور به سختی پیچشی K متصل هستند. فرکانس طبیعی این سیستم کدام است؟



۱) $\sqrt{\frac{K}{J}}$

۲) $\sqrt{\frac{3K}{J}}$

۳) $\sqrt{\frac{3K}{2J}}$

۴) $\sqrt{\frac{K}{2J}}$

۸۰- یک تار به طول L در $x=0$ ثابت و در $x=L$ نیروی محوری $f(t)=f.\cos(\omega t)$ دریافت می‌کند. شرایط مرزی آن کدام است؟

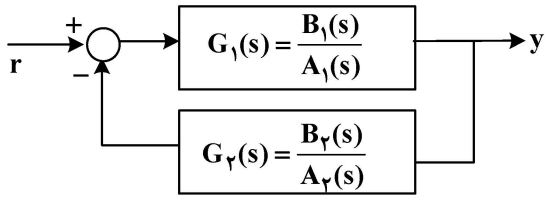
۱) $u(0,t)=0, u(L,t)=0$

۲) $u(0,t)=0, u_x(L,t)=\text{Arccos}\left(\frac{f}{T}\cos(\omega t)\right)$

۳) $u(0,t)=0, Tu_x(L,t)=f.\cos(\omega t)$

۴) $u_x(0,t)=0, u_x(L,t)=f.\cos(\omega t)$

۸۱- در شکل زیر، دو تابع تبدیل اسکالر $G_1(s)$ و $G_2(s)$ داده شده است. برای آنکه سیستم مدار بسته، کنترل‌پذیر و مشاهده‌پذیر باشند، کدام زوج‌ها می‌توانند ریشه مشترک داشته باشند؟



۱) $A_1(s)$ و $B_1(s)$

۲) $A_1(s)$ و $B_2(s)$

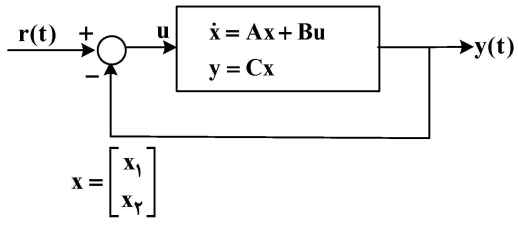
۳) $A_2(s)$ و $B_1(s)$

۴) $A_2(s)$ و $B_2(s)$

۸۲- در سیستم خطی رسته ۲ شکل زیر، ماتریس‌های A، B و C عبارتند از:

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

رفتار سیستم مداربسته به‌ازای $r(t)=0$ و با داشتن شرایط اولیه x_1 و x_2 ترکیبی از دو تابع زمانی است. کدام مورد، این دو تابع زمانی (مودهای رفتاری سیستم) را نشان می‌دهد؟



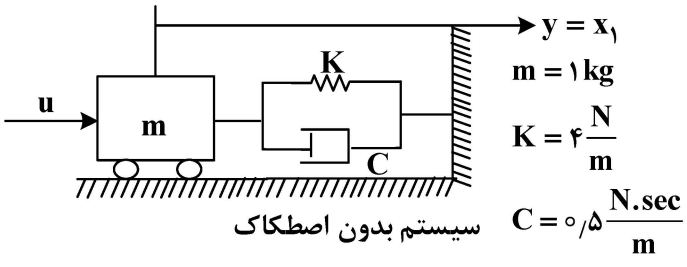
۱) e^{-2t} و e^{-t}

۲) te^{-t} و e^{-t}

۳) $e^{-t}\cos t$ و $e^{-t}\sin t$

۴) $e^{-2t}\cos 2t$ و $e^{-2t}\sin 2t$

۸۳- در سیستم جرم و فنر و میراکننده زیر، ورودی به جرم m نیرو و خروجی سیستم تغییر مکان جرم m است. $(y = x_1)$ تغییر مکان و سرعت جرم m به‌ترتیب با x_1 و x_2 بیان شده‌اند. برای این سیستم، یک کنترل فیدبک بردار حالت طوری طراحی کنید که رفتار جرم m ترکیبی از e^{-4t} و e^{-5t} شود. پارامترهای کنترل‌کننده k_1 و k_2 به‌ترتیب، کدامند؟



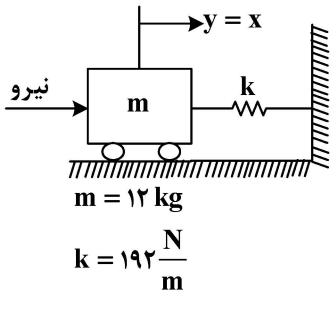
۱) ۴/۸ و ۱۲
۲) ۶/۲ و ۱۴/۵
۳) ۷ و ۲/۵
۴) ۱۶ و ۸/۵

۸۴- برای سیستم یک ورودی ـ یک خروجی با معادلات حالت داده شده، کدام پاسخ در مورد کنترل‌پذیری و مشاهده‌پذیری سیستم درست است؟

$$\dot{x} = Ax + Bu$$
$$y = Cx$$
$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix},\ A = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -3 & 6 \\ 0 & 0 & 1 & -4 \end{bmatrix},\ B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},\ C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

۱) کنترل‌ناپذیر و مشاهده‌ناپذیر
۲) کنترل‌پذیر ولی مشاهده‌ناپذیر
۳) کنترل‌ناپذیر ولی مشاهده‌پذیر
۴) کنترل‌پذیر و مشاهده‌پذیر

۸۵- در سیستم فنر و جرم روی سطح بدون اصطکاک زیر، برای محاسبه سرعت جرم m از مشاهده‌گر حالت (تخمین‌گر حالت) رسته کامل استفاده شده‌است. با فرض آنکه هر دو مقدار ویژه مشاهده‌گر حالت در ۱۱- واقع باشند، یکی از دو بهره مشاهده‌گر مساوی ۲۲ است، مقدار بهره دیگر چقدر است؟



۱) ۱۰۵
۲) ۳۲
۳) ۲-
۴) $-\frac{105}{16}$

۸۶- برای سیستم $\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -4 & -5 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t),\ y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ کدام شرایط اولیه، سریع‌ترین پاسخ ورودی صفر را دارد؟

۱) $\begin{bmatrix} 1 \\ 4 \end{bmatrix}$
۲) $\begin{bmatrix} 2 \\ -8 \end{bmatrix}$
۳) $\begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}$
۴) $\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$

۸۷- برای جایگذاری تمام قطب‌های سیستم مداربسته زیر در محل ۲- از فیدبک کل متغیرهای حالت استفاده شده است. ضرایب بهره کنترلی K کدام است؟

$$\begin{bmatrix}\dot{x}_1(t)\\ \dot{x}_2(t)\\ \dot{x}_3(t)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&0&0\\0&1&0\\0&0&2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1(t)\\x_2(t)\\x_3(t)\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}1\\1\\1\end{bmatrix}u(t)\ ,\ u(t)=-K\begin{bmatrix}x_1(t)\\x_2(t)\\x_3(t)\end{bmatrix}$$

۱) $\begin{bmatrix}8&10&3\end{bmatrix}$ ۲) $\begin{bmatrix}4&-27&32\end{bmatrix}$

۳) $\begin{bmatrix}8&10&9\end{bmatrix}$ ۴) $\begin{bmatrix}4&27&-32\end{bmatrix}$

۸۸- در سیستم دینامیکی با معادلات فضای حالت زیر، پاسخ خروجی به شرایط اولیهٔ داده شده کدام است؟

$$\begin{bmatrix}\dot{x}_1(t)\\ \dot{x}_2(t)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&1\\-2&-3\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1(t)\\x_2(t)\end{bmatrix}\ ,\ y(t)=\begin{bmatrix}1&-1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1(t)\\x_2(t)\end{bmatrix},\ \begin{bmatrix}x_1(0)\\x_2(0)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-1\\1\end{bmatrix}$$

۱) $y(t)=-2e^{-t}$ ۲) $y(t)=0$

۳) $y(t)=1-e^{-t}$ ۴) $y(t)=0/5(1-e^{-2t})$

۸۹- برای معادلات فضای حالت زیر، مشاهده‌گر رسته کاملی طراحی شده است به‌گونه‌ای که قطب‌های مشاهده‌گر در موقعیت ۳-، ۲- و ۱- قرار دارند. مجموع ضرایب بهرهٔ مشاهده‌گر چقدر است؟

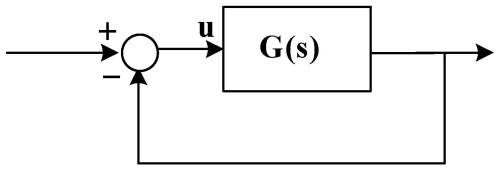
$$\begin{bmatrix}\dot{x}_1(t)\\ \dot{x}_2(t)\\ \dot{x}_3(t)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\-4&-4&-1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1(t)\\x_2(t)\\x_3(t)\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\0\\1\end{bmatrix}u(t)$$

$$y(t)=\begin{bmatrix}1&0&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1(t)\\x_2(t)\\x_3(t)\end{bmatrix}$$

۱) ۲۳- ۲) ۱۷-

۳) ۱۳- ۴) ۱۰-

۹۰- در سیستم زیر سیستم مدار باز کنترل‌پذیر و مشاهده‌پذیر است و $G(s)=\frac{B(s)}{A(s)}$ است. درخصوص سیستم مدار بسته کدام پاسخ درست است؟



۱) کنترل‌پذیر و مشاهده‌پذیر است.

۲) ممکن است کنترل‌ناپذیر باشد ولی مشاهده‌پذیر است.

۳) کنترل‌پذیر است ولی ممکن است مشاهده‌پذیر نباشد.

۴) ممکن است کنترل‌ناپذیر و مشاهده‌ناپذیر باشد.

برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته ـ تکنولوژی پینچ و تحلیل اگزرژی ـ تحلیل سیستم‌های انرژی:

۹۱- برای مینیمم‌سازی تابع زیر با شروع از نقطه $x^{\circ}=\begin{bmatrix}۱\\۱\end{bmatrix}$ و مسیر اولیه $s^{\circ}=\begin{bmatrix}-۴\\-۲\end{bmatrix}$ مسیر حرکت جدید $s^{۱}$ در روش «مسیرهای جستجوی ترکیبی» (Conjugate search Directions) کدام است؟

$$f(x)=۲x_۱^۲+x_۲^۲-۳$$

۱) $s^{۱}=\begin{bmatrix}۱\\-۴\end{bmatrix}$　　۲) $s^{۱}=\begin{bmatrix}۱\\-۲\end{bmatrix}$

۳) $s^{۱}=\begin{bmatrix}۱\\۱\end{bmatrix}$　　۴) $s^{۱}=\begin{bmatrix}۱\\-۱\end{bmatrix}$

۹۲- در مسئله برنامه‌ریزی خطی زیر، مقدار نهایی متغیرهای کمکی $s_۱$ و $s_۲$ چند است؟
($s_۱$ و $s_۲$ متغیرهای کمکی محدودیت‌های اول و دوم هستند.)

$$Max\ z=۱۲x_۱+۸x_۲$$

$$s.t.:\begin{cases}۵x_۱+۲x_۲\le ۱۵۰\\ ۲x_۱+۳x_۲\le ۱۰۰\\ ۴x_۱+۲x_۲\le ۸۰\\ x_۱\ge ۰\ ,\ x_۲\ge ۰\end{cases}$$

۱) $\begin{bmatrix}s_۱\\s_۲\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}۰\\۵۵\end{bmatrix}$　　۲) $\begin{bmatrix}s_۱\\s_۲\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}۶۵\\۰\end{bmatrix}$

۳) $\begin{bmatrix}s_۱\\s_۲\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}۲\\۶۵\end{bmatrix}$　　۴) $\begin{bmatrix}s_۱\\s_۲\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}۵۵\\۲\end{bmatrix}$

۹۳- مقدار بهینه مسئله برنامه‌ریزی خطی زیر کدام مورد است؟

$$Max\ z=۶x_۱-۲x_۲$$

$$s.t.:\begin{cases}۲x_۱-x_۲\le ۲\\ x_۱\le ۴\\ x_۱\ge ۰\ ,\ x_۲\ge ۰\end{cases}$$

۱) $z=\infty$　　۲) $z=۶$

۳) $z=۱۲$　　۴) $z=۲۴$

۹۴- ضریب لاگرانژ با دقت ۲ رقم اعشار در مسئله غیرخطی زیر کدام مورد است؟

$$Max\ z=۴x_۱^۲+۵x_۲^۲$$

$$s.t.:\quad \{۲x_۱+۳x_۲-۶=۰$$

۱) $\lambda=-۴/۲۸$　　۲) $\lambda=-۱/۲۸$

۳) $\lambda=۳/۰۸$　　۴) $\lambda=۱/۰۷$

۹۵- مقدار بهینه در مسئله برنامه‌ریزی عدد صحیح زیر کدام مورد است؟

$$\text{Max } z = ۳x_۱ + ۲x_۲$$
$$\text{s.t.}: \begin{cases} -x_۱ + x_۲ \le ۱/۵ \\ ۲x_۱ - x_۲ \le ۱/۵ \\ x_۱ \ge ۰ ,\ x_۲ \ge ۰ ,\ \text{integer} \end{cases}$$

۱) $z = ۱۰$
۲) $z = ۱۲$
۳) $z = ۱۷$
۴) $z = ۱۸$

۹۶- مقدار بهینه مسئله برنامه‌ریزی ریاضی زیر کدام است؟

$$\text{Max } Z = x_۱ + ۰/۲x_۲$$
$$\text{s.t.}: \begin{cases} x_۱ + x_۲ \le ۴ \\ x_۱ \le ۲ \\ x_۲ \le ۲ \\ x_۱ + ۲x_۲ \le ۶ \\ x_۱ \ge ۰ ,\ x_۲ \ge ۰ \end{cases}$$

۱) ۴/۴
۲) ۶
۳) ۲/۴
۴) ۲

۹۷- جدول بهینه مسئله اولیه برنامه‌ریزی ریاضی به‌صورت زیر است، ضرایب تابع هدف مسئله دوگان کدام است؟

	$x_۱$	$x_۲$	$s_۱$	$s_۲$	RHS
z	۱/۴	۰	۰/۸	۰	۶/۴
$x_۲$	۰/۶	۱	۰/۲	۰	۱/۶
$s_۲$	۱/۴	۰	−۱/۲	۱	۰/۴

۱) $(۰/۲ , ۰/۶)$
۲) $(۱/۶ , ۰/۴)$
۳) $(۸ , ۱۰)$
۴) $(۱/۴ , ۰/۸)$

۹۸- کدام گزاره در خصوص ارتباط بین مسئله اولیه و مسئله دوگان درست است؟

۱) اگر مسئله اولیه ناموجه باشد، مسئله دوگان لزوماً ناموجه است.
۲) اگر مسئله اولیه ناموجه باشد، مسئله دوگان لزوماً نامحدود است.
۳) اگر مسئله اولیه نامحدود باشد، مسئله دوگان ممکن است موجه باشد.
۴) اگر مسئله اولیه ناموجه باشد، مسئله دوگان ممکن است نامحدود یا ناموجه باشد.

۹۹- در مسئله برنامه‌ریزی خطی زیر، اگر جدول بهینه به‌صورت زیر باشد، $\alpha + \beta$ کدام است؟

$$\text{Max } Z = ۵x_۱ + ۳x_۲ - x_۳$$
$$\text{s.t.}: \begin{cases} ۲x_۱ + \alpha x_۲ + x_۳ \ge ۱۵ \\ x_۱ + \beta x_۲ = ۱۰ \\ x_۱ , x_۲ , x_۳ \ge ۰ \end{cases}$$

جدول بهینه مسئله اولیه

	$x_۱$	$x_۲$	$x_۳$	$s_۱$	$R_۱$	$R_۲$	RHS
z	۰	۷	۱	۰	M	M + ۵	۵۰
	۱	۲	۰	۰	۰	۱	۱۰
	۰	۲	−۱	۱	−۱	۲	۵

۱) ۱
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۲۵

۱۰۰- جدول بهینه یک مسئله برنامه‌ریزی خطی و دوگان آن به صورت زیر داده شده است. با استفاده از اطلاعات جدول بهینه مسئله اولیه، مقدار $a+b+c$ کدام است؟

جدول بهینه مسئله اولیه

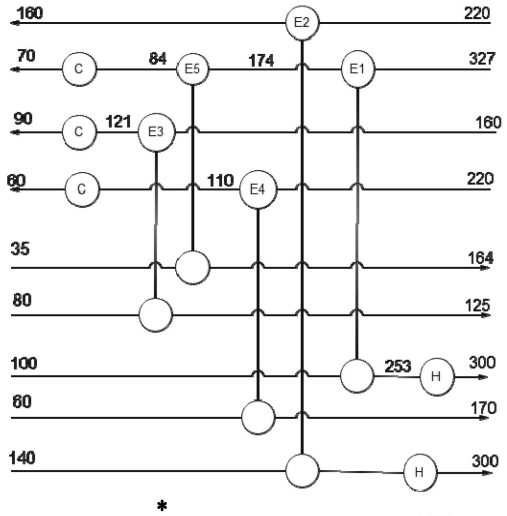
						RHS
Z	۳	۰	۹	۴	۰	M	۴۰
S_2	۳	۰	۶	۲	۱	−۱	۵
X_2	۲	۱	۳	۱	۰	۰	۱۰

جدول بهینه مسئله ثانویه

									RHS
	*	*	*	*	*	*	*	*	*
									a
									b
									c

۱) ۴
۲) ۱۲
۳) ۱۵
۴) ۱۶

۱۰۱- شبکه مبدل حرارتی موجود در فرایندی به‌صورت زیر می‌باشد، $T^*_{pinch} = ۱۵۰\,^\circ C$ و $\Delta T_{min} = ۲۰\,^\circ C$ است. کدام مبدل‌ها، ناقض قوانین پینچ هستند؟



۱) E۳، E۲ و E۱
۲) E۵، E۴ و E۱
۳) E۵، E۴ و E۳
۴) E۴، E۳ و E۲

۱۰۲- داده جریان‌های فرایندی در جدول زیر نمایش داده شده است. $\Delta T_{min} = ۱۰\,^\circ C$ودمای $T^*_{pinch} = ۱۵۵^\circ C$ است. اگر قرار باشد امکان تولید بخار اشباع از مایع اشباع $۱۲۰^\circ C$ حداکثر شود، به‌ترتیب، میزان بار گرمایشی و سرمایشی مورد نیاز (برحسب kW) چقدر است؟ (منابع در دسترس بخار $۲۱۰^\circ C$، مایع اشباع $۱۲۰^\circ C$ و آب $۳۵^\circ C$ است.

Streams	Type of streams	T_s (°C)	T_t (°C)	CP (kW/°C)
1	Hot (H1)	190	50	18
2	Hot (H2)	160	50	42
3	Cold (C1)	70	190	27
4	Cold (C2)	40	140	20

۱) $HP\left(۲۱۰^\circ C\right) = ۵۴۰$ و $LP\left(۱۲۰^\circ C\right) = ۵۹۰$، $C.W. = ۱۸۵۰$
۲) $HP\left(۲۱۰^\circ C\right) = ۵۴۰$ و $LP\left(۱۲۰^\circ C\right) = ۷۲۰$، $C.W. = ۵۲۰$
۳) $HP\left(۲۱۰^\circ C\right) = ۵۴۰$ و $LP\left(۱۲۰^\circ C\right) = ۰$، $C.W. = ۲۴۴۰$
۴) $HP\left(۲۱۰^\circ C\right) = ۱۳۶۰$، $C.W. = ۱۸۵۰$

۱۰۳- یک موتور حرارتی غیرایده‌آل بین دو مخزن با دماهای ۹۰۰و ۳۰۰درجه کلوین کار می‌کند. بازده واقعی موتور برابر ۴۰٪ بازده موتور کارنو بین همین دو منبع است. موتور در هر چرخه مقدار ۱۲۰۰J حرارت از منبع دما بالا می‌گیرد. تمام کار موتور، صرف راه‌اندازی یک یخچال کارنو می‌شود که بین دو مخزن با دماهای ۲۶۰و ۳۰۰درجه کلوین کار می‌کند. فرض کنید تنها منابع دمایی موجود همین سه مخزن ۲۶۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ درجه کلوین هستند. طراح این سیستم ادعا می‌کند که «با انتخاب COP مناسب برای یخچال، می‌توان کاری کرد که اگزرژی نابودشده در کل چرخه (موتور + یخچال) صفر شود.» کدام گزینه درست است؟

۱) ادعای طراح، ناقض قانون دوم ترمودینامیک است.

۲) اگر COP یخچال برابر COP کارنو باشد، اگزرژی چرخه کامل می‌تواند صفر شود.

۳) اگزرژی نابودشده چرخه فقط به بازده موتور وابسته است و به COP یخچال ارتباطی ندارد.

۴) چون یخچال کارنو است، می‌توان اگزرژی چرخه را با تنظیم COP به هر مقدار دلخواه حتی صفر رساند.

۱۰۴- کدام گزینه درخصوص میزان حداقل اختلاف دما (ΔT_{min}) در شبکه مبدل‌های حرارتی (مایع ـ مایع، گاز ـ گاز و مایع ـ گاز) درست است؟

۱) مایع ـ گاز > گاز ـ گاز و گاز ـ گاز = مایع ـ مایع

۲) مایع ـ مایع > مایع ـ گاز > گاز ـ گاز

۳) گاز ـ گاز > مایع ـ گاز > مایع ـ مایع

۴) گاز ـ گاز = گاز ـ مایع> مایع ـ مایع

۱۰۵- یک تجهیز بین دو منبع حرارتی دما پایین و دما بالا، یک بار به‌عنوان پمپ حرارتی و یکبار یخچال کار می‌کند. اگر فرض کنیم در هر دو حالت کار ورودی یکسان باشد، راندمان اکسرژتیک کدام حالت بیشتر است؟

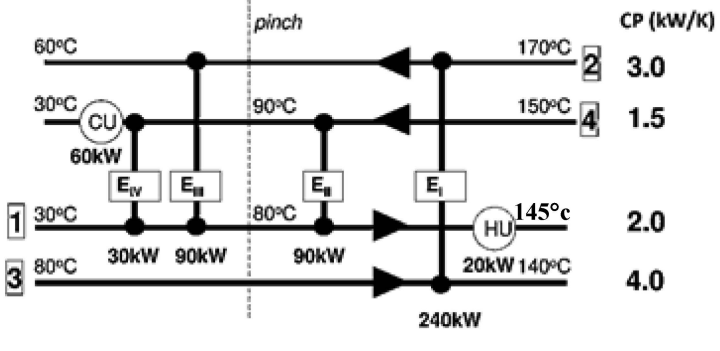
۱) پمپ حرارتی

۲) یخچال

۳) یکسان است.

۴) نیاز به دانستن دما منابع است.

۱۰۶- طراحی شبکه مبدل حرارتی فرآیندی جهت ماکسیمم کردن بازیافت حرارتی به شکل زیر است. در صورت مینیمم‌کردن سطح انتقال حرارت، مقادیر گرمایش و سرمایش خارجی(hot and cold utility) مورد نیاز چقدر افزایش می‌یابد؟



۱) بدون تغییر خواهند بود.

۲) $Hu = ۲۷/۵\ KW\ ,\ Cu = ۶۷/۵\ KW$

۳) $Hu = ۳۰\ KW\ ,\ Cu = ۷۰\ KW$

۴) $Hu = ۱۲/۵\ KW\ ,\ Cu = ۵۲/۵\ KW$

۱۰۷- اکسرژی یک سیستم ایزوله ..... .

۱) می‌تواند افزایش یابد.

۲) تنها کاهش می‌یابد.

۳) هرگز کاهش نمی‌یابد.

۴) هرگز افزایش نمی‌یابد.

۱۰۸- مطابق شکل انتقال حرارت ۲۵۰ وات از میان دیواری با دمای ۴۰۰ کلوین در یک سمت و ۶۰۰ کلوین در سمت دیگر برقرار است. میزان تخریب اکسرژی در دیوار چند وات است؟ (در دمای محیط $298^{\circ}K$)

۱) ۵۲ ۲) ۶۲

۳) ۷۲ ۴) ۸۲

۱۰۹- جریان هوای با فشار $1000\ kPa$ و دمای $300^{\circ}k$ تا فشار $500\ kPa$ در یک شیر اختناق منبسط می‌شود. به‌ترتیب آنتالپی، آنتروپی و دما به کدام صورت تغییر می‌کند؟

۱) ثابت ـ افزایش ـ ثابت ۲) کاهش ـ کاهش ـ ثابت

۳) کاهش ـ ثابت ـ کاهش ۴) ثابت ـ افزایش ـ افزایش

۱۱۰- آبشار حرارتی زیر را برای مجموعه مبدل‌های حرارتی با حداقل اختلاف دما ۲۰ درجه سیلسیوس ($\Delta T\,min$) در نظر بگیرید.

Interval temperature (°C)	Heat flow (MW)
440	21.9
410	29.4
130	23.82
130	1.8
100	0
95	15

از بخار خروجیِ اشباع توربین بخار با دمای $150^{\circ}C$ برای گرم‌کردن فرآیند استفاده می‌شود. آنتالپی بخار ورودی توربین $3137\ kJ/kg$ است. آنتالپی بخار اشباع در $150^{\circ}C$ برابر $2747\ kJ/kg$ و گرمای نهان آب $2115\ kJ/kg$ است. حداکثر توان تولیدی ممکن را در حالتی که بخار خروجی به‌صورت بهینه با نیازهای فرآیند مطابقت داده شود، چند MW است؟

۱) ۴ ۲) ۳/۱۲

۳) ۷/۸ ۴) ۱۷

۱۱۱- به‌منظور پیک‌سایی، استفاده از ذخیره‌سازهای انرژی در بخش حمل‌ونقل الکتریکی، خانگی و صنعت پیشنهاد می‌شود. اگر تنها ٪۷۰ انرژی ذخیره‌سازی شده قابل مصرف و اتکا باشد و زمان مورد نیاز برای ذخیره سازی و کارایی ذخیره سازها به قرار زیر باشد. ظرفیت و نوع ذخیره سازهای هر بخش کدام گزینه است؟

بخش	بار پیک	مدت زمان مورد نیاز ذخیره	کارایی ذخیره
صنعتی	۲۰۰۰MW	(۴۲۰ ~ ساعت)	٪۶۰
خانگی	۹۰۰MW	۲ ساعت	٪۹۰
خودروهای برقی / پشتیبان	۷۰۰MW	۶ ساعت	٪۹۰

۱) صنعت ۳۰۰۰GWh هیدروژن، خانگی ۴۵۰۰MWh باتری وحمل‌ونقل الکتریکی ۵۰۰۰MWh باتری

۲) صنعت ۲۰۰۰GWh هیدروژن، خانگی ۳۰۰۰MWh باتری و حمل‌ونقل الکتریکی ۷۰۰۰MWh باتری

۳) صنعت ۲۰۰۰GWh باتری، خانگی ۳۵۰۰MWh موتور برق و حمل‌ونقل الکتریکی ۷۰۰۰MWh باتری

۴) صنعت ۱۴۰۰GWh CNG ، خانگی ۲۰۰۰MWh باتری و حمل‌ونقل الکتریکی ۵۰۰۰MWh باتری

۱۱۲- **یک کشور $120\,TWh$ مصرف برق سالانه دارد. شبکه قصد دارد:**

- **۲۵٪ انرژی سالانه خود را از خورشید و باد تأمین کند.**
- **ضریب ظرفیت متوسط تجدیدپذیرها ۲۵ ٪ است.**
- **در پیک، تنها ۴۰ ٪ از ظرفیت نصب‌شده تجدیدپذیرها قابل اتکا است.**

حداقل ظرفیت نصب‌شده تجدیدپذیرها (باد + خورشید) به‌طوری‌که شبکه بتواند اهداف انرژی سالانه و قابلیت اتکا در پیک را برآورده کند، تقریباً چند GW است؟

۱) ۲۲ ۲) ۳۰

۳) ۳۵ ۴) ۴۲

۱۱۳- **در یک بازار برق، قیمت اولیه برق $0/10\ \$/kWh$ است. پس از وضع مالیات بر کربن قیمت به میزان $0/02\$/kWh$ افزایش می‌یابد. تولیدکنندگان فقط ۵۰٪ مالیات را می‌توانند به مصرف‌کننده منتقل کنند. قدر مطلق کشش کوتاه‌مدت تقاضای برق ۰/۲۵ است و مصرف اولیه $100\,TWh/year$ است. مصرف جدید سالیانه چند TWh است؟**

۱) ۹۸/۷۵ ۲) ۹۷/۵

۳) ۹۶/۲۵ ۴) ۹۵

۱۱۴- **شبکه برق آلمان، تحت‌تأثیر کاهش عرضه گاز طبیعی به‌دلیل جنگ روسیه و اوکراین قرار گرفته است. داده‌های کلیدی آلمان عبارتند از:**

- **مصرف سالانه برق آلمان: $500\,TWh$**
- **بار پیک: $80\,GW$**
- **بار پایه: $50\,GW$**
- **سهم گاز طبیعی در تولید برق: ۳۰ ٪**
- **کشش کوتاه‌مدت تقاضای برق: $-0/2$**
- **کشش کوتاه‌مدت عرضه برق (از سایر سوخت‌ها برای جایگزینی گاز): ۰/۴**
- **کاهش عرضه گاز: ۲۵ ٪**

با در نظر گرفتن تنظیمات کوتاه‌مدت بازار در قیمت و مصرف برق، کدام گزینه درست است؟

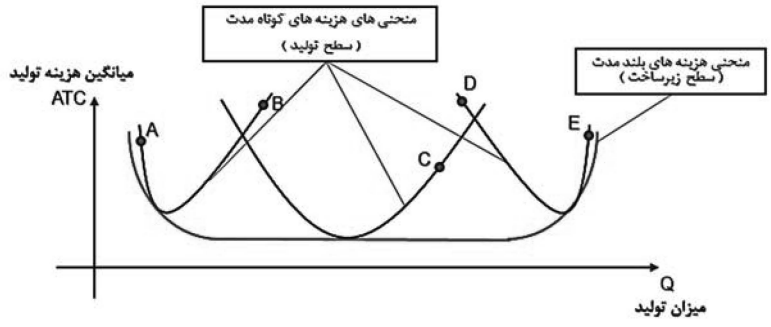
۱) مصرف برق بیش از ۲۵ ٪ به‌دلیل کشش قیمت، کاهش خواهد یافت.

۲) قیمت برق افزایش می‌یابد و بخشی از تولید گاز از طریق زغال‌سنگ، نیروگاه هسته‌ای یا منابع تجدیدپذیر جایگزین می‌شود که کاهش مصرف را محدود می‌کند.

۳) آلمان می‌تواند همان تولید برق را بدون افزایش قیمت حفظ کند زیرا سوخت‌های جایگزین به طور کامل گاز را جایگزین می‌کنند.

۴) بار پیک کمی کاهش می‌یابد، اما به دلیل غیرکشسانی نسبی تقاضا، کاهش زیاد نیست.

۱۱۵- با توجه به نمودار زیر، کدام گزاره درست است؟



۱) در نقطه C می‌توان سطح تولید و زیرساخت را افزایش داد.

۲) در نقطه D می‌توان سطح تولید را کاهش و سطح زیرساخت را افزایش داد.

۳) در نقطه E نمی توان سطح تولید و زیرساخت را افزایش داد.

۴) در نقطه A نمی‌توان سطح تولید و زیرساخت را افزایش داد.

۱۱۶- کدام گزینه مفهوم قیمت سایه‌ای انرژی است؟

۱) قیمت انرژی در بازار

۲) مقدار تغییر در هزینه سیستم به ازای تولید یک واحد انرژی بیشتر

۳) مقدار هزینه کل سیستم تولید انرژی به ازای تولید هر واحد انرژی

۴) مقدار ارزش قابل حصول در صورت دسترسی به یک واحد انرژی بیشتر

۱۱۷- یک نیروگاه گازی با ظرفیت نامی ۵۰۰ مگاوات و ضریب ظرفیت ۶۰٪ و ۷۰۰۰ ساعت در سال کار می‌کند. اگر راندمان حرارتی نیروگاه ۳۶ ٪ و ارزش حرارتی گاز طبیعی ۳۰ مگاژول بر متر مکعب باشد، مصرف سالانه گاز این نیروگاه، حدوداً چند میلیون مترمکعب است؟

۱) ۷۰۰

۲) ۱۴۰۰

۳) ۱۷۰۰

۴) ۲۱۰۰

۱۱۸- نیروگاه بادی با ظرفیت ۱۰۰ مگاوات، ضریب ظرفیت ۳۳ ٪ و دارای طول عمر ۲۰ سال است. اگر هزینه سرمایه‌گذاری اولیه ۱۵۰۰ دلار به ازای هر کیلووات و هزینه تعمیر و نگهداری سالانه ناچیز باشد، با نرخ تنزیل ۸ ٪ (ضریب بازیافت سرمایه معادل ۰/۱) هزینه هم‌تراز شده برق (LCOE) تقریباً چند دلار بر مگاوات‌ساعت است؟

۱) ۴۵

۲) ۶۰

۳) ۸۵

۴) ۱۱۰

۱۱۹- درصورت اجرای سیاست حذف یارانه بنزین و دو برابرشدن قیمت بنزین و با کشش قیمتی تقاضای بنزین برابر با ۰/۱۷- و با فرض مصرف متوسط سالانه ۵۰ میلیون مترمکعب بنزین با فرض هزینه تأمین هر لیتر بنزین ۸۰ سنت، میزان کاهش سالانه هزینه تأمین بنزین، تقریباً چند میلیارد دلار در سال است؟

۱) ۱

۲) ۶/۵

۳) ۱۰

۴) ۱۰۰

۱۲۰- اگر در یک سیستم انرژی، شدت انرژی از ۰/۸ به ۰/۶ کاهش یابد و تولید ناخالص داخلی ۱۰٪ افزایش یابد، مصرف کل انرژی حدوداً چقدر تغییر می‌کند؟

۱) ۷٪ افزایش می‌یابد.

۲) ۱۲٪ کاهش می‌یابد.

۳) ۱۷٪ کاهش می‌یابد.

۴) بدون تغییر می‌ماند.