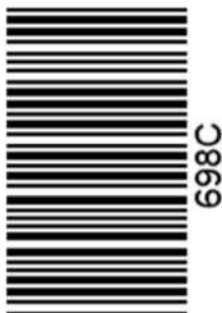


کد کنترل

698

C



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

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

عصر جمعه  
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

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

**مهندسی مکانیک (۲) (کد ۲۳۲۳)**

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۲۰

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 - ترمودینامیک پیشرفته	۳۰	۳۱	۶۰
۴	دینامیک پیشرفته - ارتعاشات پیشرفته - کنترل پیشرفته	۳۰	۶۱	۹۰
۵	برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته - تکنولوژی پینج و تحلیل آگرزژی - تحلیل سیستم‌های انرژی	۳۰	۹۱	۱۲۰

این آزمون، نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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

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

امضا:

ریاضیات مهندسی:

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

(۱)  $\frac{8}{315}$

(۲)  $\frac{8}{945}$

(۳)  $\frac{1}{315}$

(۴)  $\frac{1}{945}$

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

$f(2)$  کدام است؟

(۱)  $\frac{8}{5}$

(۲)  $\frac{5}{4}$

(۳)  $\frac{4}{5}$

(۴)  $\frac{5}{8}$

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

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

(۱) ۱۶

(۲) ۸

(۳) ۴

(۴) ۲

۴- فرض کنید  $u(x, y)$  جواب معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی  $u_x + (1-y^2)u_y = (1-y^2)(u+1)$  باشد. اگر  $u(x, 0) = x-1$  باشد، آنگاه مقدار  $u(1, \frac{1}{\sqrt{3}})$  کدام است؟

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

(۲)  $1 - e^{\frac{1}{\sqrt{3}}}(1 - \ln 3)$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(۱) ۱۲  
(۲) ۶  
(۳) صفر  
(۴) -۱۲

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

کدام مورد همواره درست است؟

(۱)  $f$  یک تابع ثابت است.

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

(۳)  $|f|$  ممکن است بی‌کران شود.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

صفحه  $w = u + iv$  تبدیل می‌شود؟

(۱)  $x < -1, y > 0$

(۲)  $x < -1, y < 0$

(۳)  $x > 1, y > 0$

(۴)  $x > 1, y < 0$

۱۳- فرض کنید  $w = w(z)$  یک نگاشت دوخطی (مویبوس) باشد که نقاط  $1$  و  $1+i$  و  $0$  را از صفحه  $z$  به ترتیب به نقاط  $i$  و  $-i$  و  $1$  در صفحه  $w$  می‌نگارد. مقدار  $w(1-i)$  کدام است؟

(۱)  $2+i$

(۲)  $2-i$

(۳)  $1+2i$

(۴)  $1-2i$

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

(۱)  $-2\pi i$

(۲) صفر

(۳)  $2\pi i$

(۴)  $4\pi i$

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

(۱)  $-2\pi i$

(۲)  $-1$

(۳)  $1$

(۴)  $2\pi i$

ترمودینامیک:

۱۶- جریانی به شدت ۳ و آنتالپی ۸ با جریان دیگری به شدت ۲ و آنتالپی ۵ به‌طور کاملاً یکنواخت (پایدار یا SSSF) در یک مخزن اختلاط مخلوط می‌شود. اگر مخزن، همزنی به توان مصرفی ۵ داشته باشد و محیط نیز به مخزن با شدت ۱۰ گرما بدهد، آنتالپی جریان خروجی کدام است؟ (واحدها همه هم‌آهنگ و اختیاری هستند.)

(۱)  $5/8$

(۲)  $6/8$

(۳)  $7/8$

(۴)  $9/8$

۱۷- یک گاز کامل در دمای مطلق  $T_1$  و فشار مطلق  $P_1$  وارد یک توربین گازی فرضی می‌شود و در فشار  $\frac{P_1}{64}$  خارج می‌شود. اگر تحول توربین آنتروپی ثابت (آدیاباتیک بازگشت پذیر) فرض شود، مقدار کار گرفته شده از توربین

برحسب کالری بر گرم مول چقدر خواهد بود؟ ( $R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{gmol.K}}$  و  $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1.5$ )

(۱)  $4/5 T_1$  (۲)  $4 T_1$

(۳)  $3/5 T_1$  (۴)  $3 T_1$

۱۸- کدام سیکل، دارای یک تحول حجم ثابت و یک تحول فشار ثابت است؟

(۱) رانکین (۲) اتو (۳) دیزل (۴) توربوجت

۱۹- در نیروگاه بخاری، بیشترین بازگشت ناپذیری در کدام قسمت است؟

(۱) توربین (۲) دیگ بخار (۳) کندانسور (۴) پمپ

۲۰- یک میله فلزی به جرم ۵ و گرمای ویژه ۲ و دمای  $600 \text{ K}$  در هوای آزاد به دمای  $300 \text{ K}$  کاملاً سرد می‌شود. تغییر خالص آنتروپی این تحول تقریباً چقدر است؟ (واحدها همه هم‌آهنگ هستند.)

( $\ln 2 = 0.7, \ln 3 = 1.1, \ln 5 = 1.6$ )

(۱) ۳ (۲) ۷

(۳) ۱۰ (۴) ۱۳

۲۱- برای یک محلول دو جزئی داریم:  $\bar{v}_1 = 2x_1^2 + 5$  و می‌دانیم که  $v_2 = 8$ ، مقدار  $\bar{v}_2^\infty$  کدام است؟ (واحدها همه هم‌آهنگ هستند.)

(۱) ۶ (۲) ۸

(۳) ۱۰ (۴) ۱۲

۲۲- ضریب تراکم ایزوترمال ( $k$ ) برای یک گاز کامل، کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{2p}$  (۲)  $\frac{1}{p}$

(۳)  $\frac{2}{p}$  (۴) صفر

۲۳- برای یک ماده خالص تک‌فازی تابع  $(\frac{\partial u}{\partial P})_T$  برحسب معادله حالت، کدام است؟

(۱)  $T(\frac{\partial v}{\partial T})_P + P(\frac{\partial v}{\partial P})_T$  (۲)  $T(\frac{\partial v}{\partial T})_P - P(\frac{\partial v}{\partial P})_T$

(۳)  $-T(\frac{\partial v}{\partial T})_P + P(\frac{\partial v}{\partial P})_T$  (۴)  $-T(\frac{\partial v}{\partial T})_P - P(\frac{\partial v}{\partial P})_T$

۲۴- یک مخلوط گازی دو جزئی شامل ۴۰٪ مولی گاز «الف» و ۶۰٪ مولی گاز «ب» در مخزنی به دمای  $T$  و فشار  $P$  وجود دارد. ضریب تراکم‌پذیری گاز «الف» (به حالت خالص) در این شرایط برابر  $0.8$  و گاز «ب» (به حالت خالص) برابر  $0.5$  است، ضریب تراکم‌پذیری مخلوط، کدام است؟ (مخلوط را محلول ایده‌آل فرض کنید.)

(۱) ۰.۷۲

(۲) ۰.۶۸

(۳) ۰.۶۲

(۴) ۰.۵۸

۲۵- در یک محلول دو جزئی، گازی با مول‌های جزئی مساوی داریم:

$$B_{12} = 4 \text{ و } B_{22} = 5 \text{ و } B_{11} = 2$$

تغییر حجم مخصوص این دو سازنده در اثر اختلاط در دما و فشار ثابت، کدام است؟

(واحد‌ها همه هم‌آهنگ و اختیاری هستند. معادله ویریا به شکل  $Z = 1 + B'P$  همواره صدق می‌کند.)

(۱) ۰/۲۵ (۲) ۰/۳۶

(۳) ۰/۴۲ (۴) ۰/۵۰

۲۶- ضریب تراکم‌پذیری یک گاز واقعی در فشار ۴۴ atm برابر ۰/۹ است. گاز از معادله ویریا دو جمله‌ای پیروی می‌کند. فوگاسیته آن گاز در همین دما و فشار، تقریباً چند اتمسفر است؟

$$\exp(1) = 2,72 \text{ و } \exp(0,1) = 1,1 \text{ و } \exp(0,2) = 1,22$$

(۱) ۴۲ (۲) ۴۰

(۳) ۳۸/۵ (۴) ۳۴/۵

۲۷- بر روی پشت بام یک برج ساختمانی بزرگ، یک منبع آب روباز پر از آب قرار دارد. در اثر حادثه‌ای یک سوراخ بسیار کوچک در نقطه‌ای از بدنه (سطح جانبی منبع) به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از سطح آزاد آب در منبع ایجاد می‌شود. سرعت خروجی از این سوراخ کوچک چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ (شتاب ثقل زمین را ۱۰ متر بر مجذور ثانیه فرض کنید.)

(۱) ۲ (۲) ۱۰

(۳) ۲۰ (۴) ۲۰۰

۲۸- درون یک مخزن کاملاً صلب فقط یک فاز مایع فشرده (سرد) در فشار یک اتمسفر و دمای ۳۰°C وجود دارد که برای آن مایع نسبت ضریب انبساط حجمی به ضریب تراکم ایزوترمال  $(\frac{\beta}{k})$  برابر  $20 \frac{\text{atm}}{\text{K}}$  است. اگر به این مایع درون مخزن صلب، کمی گرما بدهیم که دمای آن به ۴۰°C افزایش پیدا کند، فشار مایع داخل مخزن تقریباً چند اتمسفر خواهد شد؟

(۱) ۲۰۱ (۲) ۲۰/۱

(۳) ۲/۱ (۴) ۱/۲

۲۹- یک مخزن صلب و غیرعایق به حجم ۷۰۰ لیتر حاوی هوای فشرده در دمای محیط (۲۵°C) و فشار ۲۰ MPa است. در این مخزن یک سوراخ بسیار کوچک ایجاد شده و پس از مدتی بسیار طولانی فشار هوای درون مخزن به ۱۰ MPa کاهش پیدا می‌کند. در این مدت، مقدار گرمای مبادله‌شده بین مخزن و محیط چند کیلوژول است؟ (هوا را گاز کامل با گرمای ویژه ثابت فرض کنید.)

(۱) ۲۰۰۰ (۲) ۳۵۰۰

(۳) ۴۰۰۰ (۴) ۷۰۰۰

۳۰- می‌خواهیم مقدار ۱۰ کیلوگرم بر ثانیه آب ۳۱۵ K، را به‌طور کاملاً یکنواخت (SSSF) در یک یخچال فرضی به دمای ۳۰۰ K برسانیم. حداقل کار مصرفی این یخچال فرضی چند کیلووات است؟ (گرمای ویژه آب را در این شرایط تقریباً ۴ کیلوژول بر کیلوگرم بر کلون فرض کنید.)

$$\left( \ln \frac{10}{11} = -0,095, \ln \frac{20}{21} = -0,05, \ln \frac{30}{32} = -0,06 \right)$$

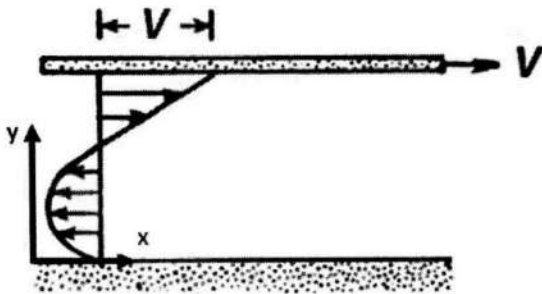
(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

(۳) ۳۰

(۴) ۴۰

۳۱- شکل زیر را در جریان کوئت پوآزی نظر بگیرید. گرادیان فشار  $\frac{\partial p}{\partial x}$  در این جریان چگونه است؟



- (۱) منفی
- (۲) مثبت
- (۳) صفر
- (۴) نمی‌توان نظر داد.

۳۲- در یک تقریب اولیه می‌توان تغییرات دما در اتمسفر زمین را با یک رابطه خطی به شکل  $T = T_0 - \lambda Z$  تقریب زد. که در رابطه فوق  $(T_0)$  دمای هوا در سطح زمین و  $(Z)$  ارتفاع از سطح زمین است. یک چتر باز در حال سقوط آزاد، وقتی به سرعت حد خود به مقدار  $(V_f)$  می‌رسد، چه گرادیان دمایی را تجربه می‌کند؟

- (۱)  $\lambda$
- (۲)  $\lambda Z$
- (۳)  $\lambda V_f$
- (۴) صفر

۳۳- مهم‌ترین فرضیه لایه مرزی که براساس آن، معادلات ناویر استوکس ساده‌شده و به معادلات لایه مرزی تبدیل می‌شوند، کدام است؟

- (۱) جریان آرام و عدد رینولدز کل بزرگ است.
- (۲) سرعت جریان زیاد بوده و طول صفحه بزرگ است.
- (۳) جریان آرام و مقدار گرادیان فشار برابر با صفر است.
- (۴) ضخامت لایه مرزی بسیار کوچک‌تر از طول صفحه است.

۳۴- جریان تراکم‌ناپذیر، غیرلزج و دائم مطابق شکل، در یک کانال همگرا جریان دارد. در ورودی کانال (مقطع ۱)، جریان

در راستای x بوده و پروفیل آن به فرم  $u = U_0 \left( 1 - \left( \frac{y}{h} \right)^2 \right)$  است. با توجه به مقدار ورتیسیتی در مقطع ۱، پروفیل

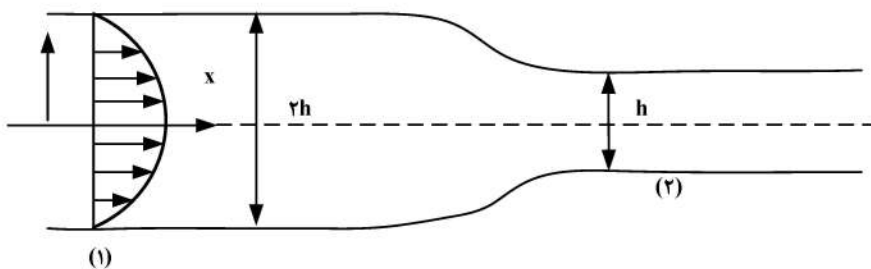
سرعت در مقطع ۲ کدام است؟

$$u = U_0 \left( \frac{3}{2} - 2 \left( \frac{y}{h} \right)^2 \right) \quad (۱)$$

$$u = 2U_0 \left( 1 - \left( \frac{y}{h} \right)^2 \right) \quad (۲)$$

$$u = U_0 \left( \frac{1}{2} + 2 \left( \frac{y}{h} \right)^2 \right) \quad (۳)$$

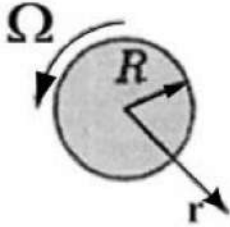
$$u = U_0 \left( \frac{1}{2} - 2 \left( \frac{y}{h} \right)^2 \right) \quad (۴)$$



۳۵- تعداد بعد جریان توسعه یافته و در حال توسعه در لوله، به ترتیب چند تا است؟

- (۱) ۲، ۲  
(۲) ۱، ۱  
(۳) ۱، ۲  
(۴) ۲، ۲

۳۶- یک استوانه چرخان به شکل زیر را در درون یک میدان سیال نیوتنی و تراکم‌ناپذیر در نظر بگیرید. با فرض یک میدان سرعت یک‌بعدی و یک جهت دائمی، گرادیان فشار ایجاد شده درون میدان سیال، از کدام رابطه پیروی می‌کند؟



$$\frac{dP}{dr} = \rho R^3 \frac{\Omega^2}{r^2} \quad (1)$$

$$\frac{dP}{dr} = \rho R^4 \frac{\Omega^2}{r^3} \quad (2)$$

$$\frac{dP}{dr} = 2\rho R^3 \frac{\Omega^2}{r^2} \quad (3)$$

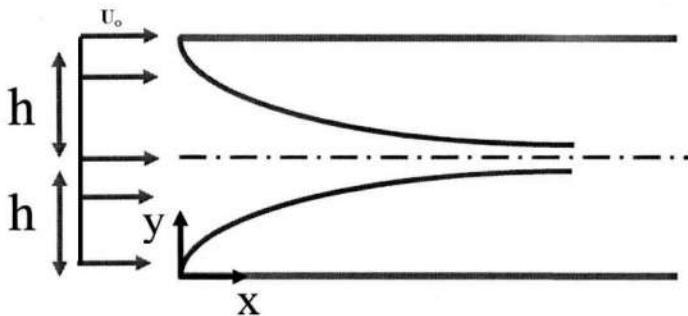
$$\frac{dP}{dr} = \frac{1}{2} \rho R^4 \frac{\Omega^2}{r^3} \quad (4)$$

۳۷- جریان دائمی چه ویژگی(های) داشته باشد تا ثابت برنولی به جریان وابسته نباشد؟

- (۱) غیرلزج  
(۲) تراکم‌ناپذیر  
(۳) غیرلزج و غیرچرخشی  
(۴) غیرلزج و تراکم‌ناپذیر

۳۸- جریان مطابق شکل در ورودی یک کانال به فرم یکنواخت با سرعت  $(U_0)$  است. به دلیل رشد لایه‌های مرزی از طرفین، سرعت بر روی خط مرکزی کانال  $(U_c(x))$  به تدریج افزایش پیدا می‌کند. با استفاده از پروفیل حدس زده شده برای جریان

در لایه مرزی به فرم  $\left(\frac{u}{U_c} = \sin\left(\frac{\pi y}{2\delta}\right)\right)$ ، مقدار ضخامت لایه مرزی بر حسب سرعت روی خط مرکزی  $(U_c(x))$  و



سرعت ورودی  $(U_0)$  کدام است؟

$$\frac{\delta(x)}{h} = \left(1 - \frac{U_0}{U_c(x)}\right) \quad (1)$$

$$\frac{\delta(x)}{h} = \frac{\left(1 - \frac{U_0}{U_c(x)}\right)}{\left(1 - \frac{\pi}{2}\right)} \quad (2)$$

$$\frac{\delta(x)}{h} = \frac{\left(1 + \frac{U_0}{U_c(x)}\right)}{\left(1 + \frac{\pi}{2}\right)} \quad (3)$$

$$\frac{\delta(x)}{h} = \frac{\left(1 - \frac{U_0}{U_c(x)}\right)}{\left(1 - \frac{2}{\pi}\right)} \quad (4)$$

۳۹- کدام گزاره نادرست است؟

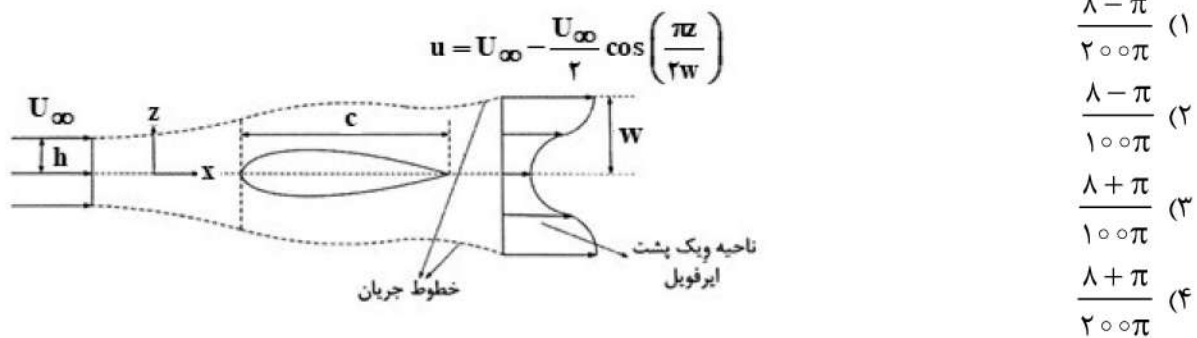
- (۱) در جریان خزشی، جدایش لایه مرزی رخ نمی‌دهد.
- (۲) گذار جریان از آرام به مغشوش، لزوماً همواره موجب افزایش نیروی پسا نیست.
- (۳) در اعداد رینولدز بالا، اثرات لزجت با دقت قابل قبولی در تمام میدان جریان، قابل صرف نظر کردن است.
- (۴) اگر در یک جریان دوبعدی یک المان مستطیلی شکل افقی، پس از جابه‌جایی ذرات همچنان مستطیلی شکل و افقی بماند، تانسور گرادیان سرعت قطری است.

۴۰- یک ایرفویل با زاویه حمله صفر مطابق شکل، در معرض یک جریان یکنواخت با سرعت  $u_\infty$  قرار می‌گیرد. سرعت در ناحیه

لزوج پایین دست ایرفویل اندازه‌گیری شده و پروفیل به دست آمده برای آن مطابق با رابطه  $u(z) = u_\infty - \frac{u_\infty}{2} \cos\left(\frac{\pi z}{2w}\right)$  را رابطه

است. ارتفاع جریان در ورودی که در شکل نیز نشان داده شده است، برابر  $2h$  بوده و ارتفاع آن در ناحیه پشت ایرفویل برابر  $2w$  است. خطوط جریان متصل‌کننده قسمت ورودی به خروجی جریان اطراف ایرفویل در شکل نشان داده شده‌اند.

در صورتی که مقدار  $w = 0.1c$  باشد، (c طول ایرفویل است). مقدار ضریب درگ چقدر خواهد بود؟

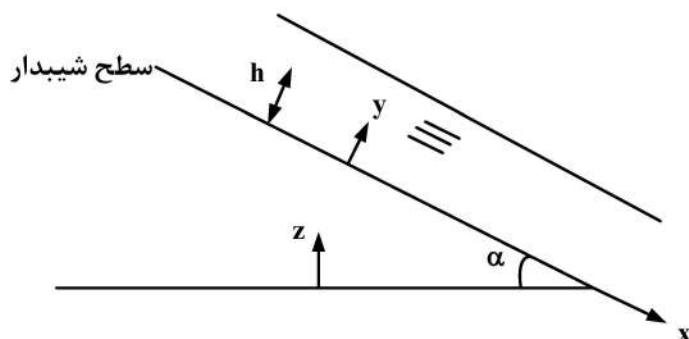


۴۱- با استفاده از مدل لزجت گردابه‌ای برای یک جریان متلاطم، کدام پارامتر(ها) محاسبه می‌شود؟

- (۱) سرعت‌های  $\bar{u}$  و  $\bar{v}$  و برش اغتشاش  $(-u'v')$
- (۲) سرعت‌های  $u'$  و  $v'$
- (۳) انرژی اغتشاش
- (۴) انرژی اغتشاش و برش اغتشاش  $(-u'v')$

۴۲- لایه نازکی از مایع بر روی سطح شیب‌داری بر اثر نیروی وزن به طرف پایین جریان دارد. توزیع سرعت، کدام شکل است؟

- (۱) سهموی
- (۲) خطی
- (۳) چندجمله‌ای مرتبه سوم
- (۴) نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.



۴۳- اگر میدان دوبعدی سرعت به شکل  $\begin{cases} v_r = ar^2 \cos \theta \\ v_\theta = br \end{cases}$  تعریف شده باشد، پس از گذشت  $\pi$  ثانیه از شروع حرکت، حجم

ذره‌ای که در ابتدا در مکان  $\begin{cases} r = 0.5 \\ \theta = 0 \end{cases}$  قرار داشته، چند برابر خواهد شد؟

(۱)  $\frac{1}{2}$

(۲) ۲

(۳)  $\frac{1}{\pi}$

(۴) ۱

۴۴- جریان سیال بین دو استوانه هم‌مرکز و ایستا را در نظر بگیرید. اگر ناگهان استوانه خارجی با سرعت دوران  $\omega$  شروع به دوران کند، پس از گذشت چند ثانیه استوانه داخلی در آستانه شروع دوران قرار می‌گیرد؟ (برای سادگی فرض کنید فاصله بین دو استوانه کوچک باشد.  $v$  ویسکوزیته سینماتیکی،  $R_i$  شعاع استوانه داخلی و  $R_o$  شعاع استوانه خارجی است.)

(۱)  $\frac{(R_o - R_i)^2}{67}$

(۲)  $\frac{(R_o - R_i)^2}{127}$

(۳)  $\frac{(R_o - R_i)^2}{37}$

(۴)  $\frac{(R_o - R_i)^2}{47}$

۴۵- چه تعداد از عبارات زیر درست است؟

- نیروی اصطکاک لزج حتماً موجب چرخش شده و وجود چرخش نیز به معنی وجود نیروی اصطکاک است.
- اگر گردش حول هر منحنی دلخواه صفر باشد، لزوماً بردار چرخش نیز در هر نقطه برابر صفر است.
- تابع جریان ( $\psi$ ) در یک میدان جریان سه‌بعدی تفسیر فیزیکی ندارد.

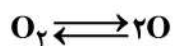
(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳

۴۶- ثابت تعادل واکنش تجزیه اکسیژن در دمای  $T_r$  و فشار  $1 \text{ MPa}$  برابر  $K = 1 (\text{MPa})^{-1}$  است. در صورتی که ۵ مول اکسیژن در داخل یک محفظه را به این دما و فشار برسانیم، چند مول اکسیژن مولکولی در نهایت باقی خواهد ماند؟



(۱)  $0.43$

(۲)  $1.13$

(۳)  $2.76$

(۴)  $4.67$

۴۷- انرژی یک سیستم گازی را می‌توان از رابطه  $U = 3PV + c_0$  محاسبه کرد. در صورتی که سیستم یک فرایند آدیاباتیک را طی کند، رابطه بین فشار و حجم سیستم چگونه است؟

(۱)  $PV = \text{cte}$

(۲)  $PV^2 = \text{cte}$

(۳)  $P^2V^3 = \text{cte}$

(۴)  $P^3V^4 = \text{cte}$

۴۸- یک مخزن عایق حاوی یک کیلوگرم هوا با حجم  $\frac{1}{4} \times V_{Total}$  در دمای  $T_1$  و فشار  $P_1$  قرار دارد. غشای بین هوا و قسمت خلأ برداشته می‌شود. میزان انهدام انرژی کدام است؟ (حجم کل مخزن  $V_{Total}$  و دمای محیط  $T_1$ )

هوا	۱	خلأ	۲
-----	---	-----	---

$$\frac{P_1 V_{Total}}{3} \ln 3 \quad (۱)$$

$$\frac{P_1 V_{Total}}{4} \ln 4 \quad (۲)$$

$$\frac{P_1 V_{Total}}{4} \ln 3 \quad (۳)$$

$$\frac{P_1 V_{Total}}{3} \ln 4 \quad (۴)$$

۴۹- اگر معادلهٔ اویلر در فضای انرژی برابر  $U = TS - P\forall + \sum \mu_i N_i$  باشد، معادلهٔ گیبس دوام (Gibb's-Duhem) در فضای آنتروپی، کدام است؟

$$Ud\left(\frac{1}{T}\right) + \forall d\left(\frac{P}{T}\right) - \sum_i N_i d\left(\frac{\mu_i}{T}\right) = 0 \quad (۱)$$

$$dS = \frac{dU}{T} + \frac{P}{T} d\forall - \sum_{k=1}^N \frac{\mu_k}{T} dN_k \quad (۲)$$

$$S = \left(\frac{1}{T}\right)U + \left(\frac{P}{T}\right)\forall - \sum_{k=1}^N \left(\frac{\mu_k}{T}\right)N_k \quad (۳)$$

$$dU = TdS - Pd\forall + \sum_{k=1}^N \frac{\mu_k}{T} dN_k \quad (۴)$$

۵۰- تولید آنتروپی کل در فرایند تبدیل بخار آب اشباع با دمای ۱۴۷ درجه سلسیوس و دمای محیط ۵۷ درجه سلسیوس به مایع اشباع چند کیلوژول بر کیلوگرم کلونین  $\left(\frac{kJ}{kgK}\right)$  و آیا این فرایند امکان پذیر است؟

$$S_{fg} = 5kJ/kgK ; h_{fg} = 2145kJ/kg$$

$$(۱) \quad 1/0 \quad \text{و امکان پذیر}$$

$$(۲) \quad -1/5 \quad \text{و امکان ناپذیر}$$

$$(۳) \quad 1/5 \quad \text{و امکان پذیر}$$

$$(۴) \quad -1/0 \quad \text{و امکان ناپذیر}$$

۵۱- کوره‌ای را در نظر بگیرید که در دمای ثابت  $727^\circ C$  و به‌طور پایا، گرمایی با شدت  $2000 kW$  را منتقل می‌کند. اگر دمای محیط  $27^\circ C$  باشد، نرخ تبادل انرژی توسط این انتقال گرما، چند kW است؟

$$(۱) \quad 600$$

$$(۲) \quad 1400$$

$$(۳) \quad 2860$$

$$(۴) \quad 6666.67$$

۵۲- هوا به‌عنوان یک گاز ایده‌آل در مخزنی به حجم  $V$  در دمای محیط  $T_0$  و فشار  $P$  قرار دارد. با صرف نظر کردن از انرژی‌های جنبشی و پتانسیل، کدام رابطه انرژی کلاسیک را ارائه می‌کند؟  $(T_0, P_0)$  به ترتیب فشار و دمای محیط هستند.

$$\phi = P_0 V \left[ 1 - \frac{P_0}{P} + \frac{P_0}{P} \ln \frac{P}{P_0} \right] \quad (۲)$$

$$\phi = P_0 V \left[ 1 + \frac{P}{P_0} + \frac{P}{P_0} \ln \frac{P}{P_0} \right] \quad (۱)$$

$$\phi = P_0 V \left[ 1 - \frac{P}{P_0} - \frac{P}{P_0} \ln \frac{P}{P_0} \right] \quad (۴)$$

$$\phi = P_0 V \left[ 1 - \frac{P}{P_0} + \frac{P}{P_0} \ln \frac{P}{P_0} \right] \quad (۳)$$

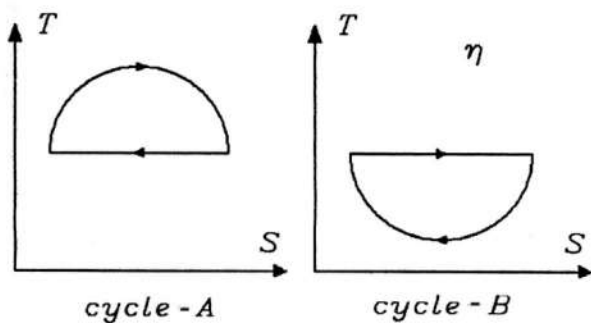
۵۳- در طی فرایند آدیاباتیک، مجذور فشار یک گاز ایده‌آل با توان پنجم دمای مطلق آن متناسب است. نسبت گرمای ویژه  $\frac{C_p}{C_v}$  برای گاز، کدام است؟

- (۱)  $\frac{۵}{۳}$   
 (۲)  $\frac{۵}{۴}$   
 (۳)  $\frac{۴}{۳}$   
 (۴)  $\frac{۳}{۲}$

۵۴- یک مخزن بزرگ کاملاً عایق از یک خط لوله هوا که دما و فشار مطلق آن به ترتیب  $T_i$  و  $P_i$  هستند، پر می‌شود. (تمام خواص خط لوله ثابت است). در لحظه‌ای که گذر جرمی هوای ورودی به مخزن  $\dot{m}_i$  است، جرم هوای مخزن  $m_{cv}$  و دمای آن  $T_{cv}$  است. هوا، گاز آرمانی با  $C_p$  و  $C_v$  ثابت است. تغییرات دمای مخزن با زمان  $(\frac{dT_{cv}}{dt})$  برابر کدام است؟ (از تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل صرف‌نظر کنید).

- (۱)  $\frac{\dot{m}_i c_v (T_i - T_{cv})}{m_{cv} c_p}$   
 (۲)  $\frac{\dot{m}_i c_p (T_i - T_{cv})}{m_{cv} c_v}$   
 (۳)  $\frac{\dot{m}_i (T_i - T_{cv})}{m_{cv}}$   
 (۴)  $\frac{\dot{m}_i (c_p T_i - c_v T_{cv})}{m_{cv} c_v}$

۵۵- دو چرخه بازگشت‌پذیر طبق دیاگرام‌های T-S ملاحظه می‌شود. اگر دمای حداقل چرخه (A) برابر دمای حداکثر چرخه (B) باشد، کدام مقایسه در رابطه با کار خالص چرخه و بازده حرارتی آنها درست است؟



- (۱)  $W_A = W_B$  و  $\eta_B > \eta_A$   
 (۲)  $W_A > W_B$  و  $\eta_A > \eta_B$   
 (۳)  $W_A = W_B$  و  $\eta_A > \eta_B$   
 (۴)  $W_A < W_B$  و  $\eta_B > \eta_A$

۵۶- یک سیستم ترمودینامیکی شامل دو ساچمه سنگ‌زنی را در دمای  $T_1$  برحسب کلین و هر یک به جرم  $m_1 = m_2 = m$  کیلوگرم در نظر است. در ابتدا یک ساچمه ساکن و ساچمه دیگر با سرعت  $v_1$  (برحسب متر بر ثانیه) در حال حرکت است. ساچمه متحرک به ساچمه ساکن به گونه‌ای برخورد می‌کند که دو ساچمه به هم چسبیده با سرعت کمتری معادل  $v_2$  حرکت می‌کنند. گرمای ویژه ساچمه برحسب  $\frac{kJ}{kg K}$ ، با فرض این‌که هیچ‌گونه تبادل انرژی با محیط انجام نمی‌شود، تغییرات

آنتروپی سیستم شامل دو ساچمه در اثر برخورد  $(S_2 - S_1)$ ، چقدر است؟

- (۱)  $2mc \ln \frac{T_1 + \frac{v_1^2}{2c}}{T_1}$   
 (۲)  $2mc \ln \frac{T_1 + \frac{v_1^2}{4c}}{T_1}$   
 (۳)  $mc \ln \frac{T_1 + \frac{v_1^2}{4c}}{T_1}$   
 (۴)  $4mc \ln \frac{T_1 + \frac{v_1^2}{2c}}{T_1}$

۵۷- اگر رابطه کلاپیرون - کلوزیوس  $\frac{dP}{dt} = \frac{ds}{dv}$  باشد، رابطه تقریبی بین فشار بخار  $P$  و گرمای نهان تبخیر  $h_{fg}$  به کدام صورت است؟ (R ثابت بخار و C یک ثابت است).

$$P = Ce^{\frac{RT}{h_{fg}}} \quad (۱)$$

$$P = \frac{1}{C} e^{\frac{h_{fg}}{RT}} \quad (۲)$$

$$P = Ce^{-\frac{h_{fg}}{RT}} \quad (۳)$$

$$P = CRT e^{\frac{1}{h_{fg}}} \quad (۴)$$

۵۸- یک گاز تک‌اتمی که دارای دو تراز الکترونی  $\epsilon_{e0} = 0$  و  $\epsilon_{e1}$  است، را در نظر بگیرید. دیژنریسی (degeneracy) این دو تراز برابر واحد است. بخشی از اتم‌ها که بر روی هر یک از این ترازها قرار دارند، چقدر است؟

$$y = \frac{\epsilon_{e1}}{KT} \quad (K \text{ ثابت بولتزمن})$$

$$(۱) \text{ در پایین‌ترین تراز } \frac{e^y}{1+e^y} \text{ و تراز بعدی } \frac{1}{1+e^y}$$

$$(۲) \text{ در پایین‌ترین تراز } \frac{e^{-y}}{1+e^{-y}} \text{ و تراز بعدی } \frac{1}{1+e^{-y}}$$

$$(۳) \text{ در پایین‌ترین تراز } \frac{1}{1+e^y} \text{ و تراز بعدی } \frac{e^y}{1+e^y}$$

$$(۴) \text{ در پایین‌ترین تراز } \frac{1}{1+e^{-y}} \text{ و تراز بعدی } \frac{e^{-y}}{1+e^{-y}}$$

۵۹- یک سیستم ترمودینامیکی دارای ۳ ذره قابل تشخیص a, b, c و کل انرژی سیستم ۳ واحد ( $E = 3$ ) است. تعداد حالات ماکرو (macrostate) و تعداد کل حالات میکرو (microstates) برای این سیستم، به ترتیب چقدر است؟

$$(۱) ۲, ۵$$

$$(۲) ۳, ۱۰$$

$$(۳) ۷, ۹$$

$$(۴) ۵, ۱۰$$

۶۰- یک گاز تک‌اتمی با دو تراز الکترونی  $\epsilon_e = 0$  و  $\epsilon_{e1}$ ، را در نظر بگیرید. دیژنریسی (degeneracy) این دو تراز برابر واحد است، اگر دمای گاز T باشد، مقدار آنالپی مولی گاز ( $\bar{h}$ ) چقدر است؟ ( $\bar{R}$  ثابت جهانی گاز است).

$$y = \frac{\epsilon_{e1}}{KT} \quad (K \text{ ثابت بولتزمن})$$

$$\bar{R}T \left( \frac{5}{2} + \frac{e^{-y}}{1+e^{-y}} \right) \quad (۲)$$

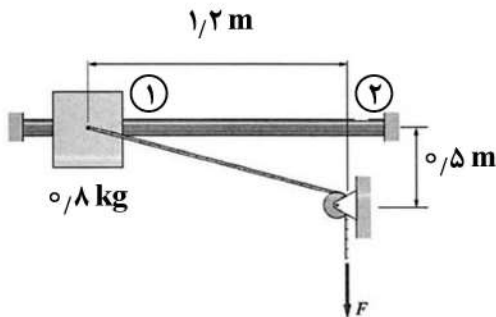
$$\bar{R}T \left( \frac{5}{2} + \frac{ye^{-y}}{1+e^{-y}} \right) \quad (۱)$$

$$\bar{R}T \left( \frac{3}{2} + \frac{e^{-y}}{1+e^{-y}} \right) \quad (۴)$$

$$\bar{R}T \left( \frac{3}{2} + \frac{ye^{-y}}{1+e^{-y}} \right) \quad (۳)$$

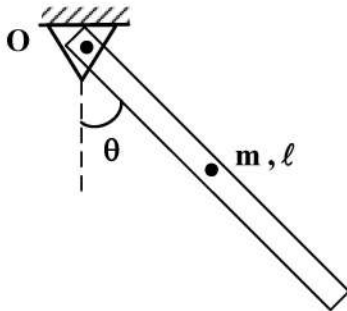
دینامیک پیشرفته - ارتعاشات پیشرفته - کنترل پیشرفته:

۶۱- لغزنده‌ای به جرم  $0.8$  کیلوگرم در موقعیت (۱) در حال سکون است. به کابلی که به لغزنده متصل است نیروی  $F$  وارد می‌شود. اگر در موقعیت (۲) سرعت لغزنده  $6$  متر بر ثانیه باشد و از اصطکاک صرف‌نظر شود، نیروی  $F$  چند نیوتن است؟ (از جرم کابل و قرقره در مقابل جرم لغزنده صرف‌نظر شود).



- ۱۴ (۱)
- ۱۶ (۲)
- ۱۷ (۳)
- ۱۸ (۴)

۶۲- پاندول نشان داده‌شده از یک میله نازک یکنواخت به جرم  $m$  و طول  $l$  تشکیل شده است. هامیلتونین سیستم کدام است؟



$$H = \frac{1}{6} m l^2 \dot{\theta}^2 - \frac{1}{2} m g l \cos \theta \quad (1)$$

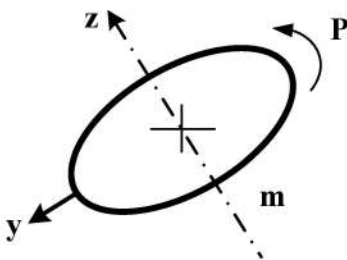
$$H = \frac{1}{6} m l^2 \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} m g l \cos \theta \quad (2)$$

$$H = \frac{1}{24} m l^2 \dot{\theta}^2 - \frac{1}{2} m g l \cos \theta \quad (3)$$

$$H = \frac{1}{24} m l^2 \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} m g l \cos \theta \quad (4)$$

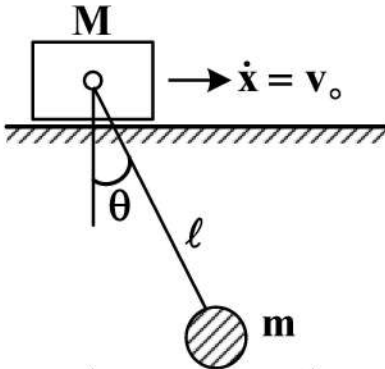
۶۳- حلقه‌ای با سرعت چرخشی  $P$  در هوا پرتاب می‌شود. اگر مشاهده شود که محور هندسی آن دارای لنگ پیشروشی بسیار جزئی است، با صرف‌نظر از گشتاور نیروهای جریان هوا حول مرکز جرم حلقه، سرعت حرکت پیشروشی چند برابر  $P$  است؟ ( $m$ : جرم حلقه،  $r$ : شعاع حلقه)

$$(I_{zz} = m r^2, I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2} m r^2)$$



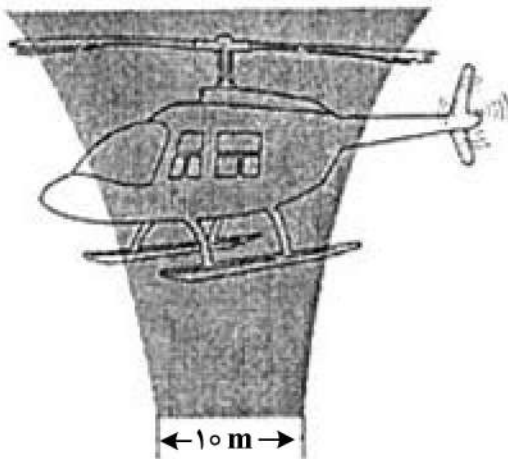
- ۲ (۱)
- $-\frac{1}{2}$  (۲)
- $-2$  (۳)
- ۳ (۴)

۶۴- کدام مورد در خصوص سیستم دینامیکی نشان داده شده درست است؟ (حرکت مجموعه در صفحه قائم صورت می‌گیرد و ارابه مقید به حرکت با سرعت ثابت  $\dot{x} = v_0$  در امتداد افق و پاندول به ارابه لولا شده است.)



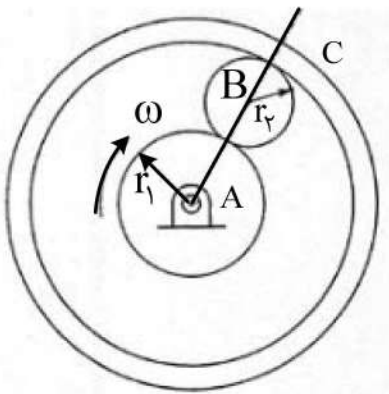
- (۱) سیستم یک درجه آزادی و لاگرانژین آن  $\frac{1}{2}(m+M)v_0^2 + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + mv_0\dot{\theta}l\cos\theta + mgl\cos\theta$  است.
- (۲) سیستم یک درجه آزادی و لاگرانژین آن  $\frac{1}{2}(m+M)v_0^2 + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + mv_0\dot{\theta}l\cos\theta - mgl\cos\theta$  است.
- (۳) سیستم دو درجه آزادی و لاگرانژین آن  $\frac{1}{2}(m+M)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + m\dot{x}\dot{\theta}l\cos\theta + mgl\cos\theta$  است.
- (۴) سیستم دو درجه آزادی و لاگرانژین آن  $\frac{1}{2}(m+M)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + m\dot{x}\dot{\theta}l\cos\theta - mgl\cos\theta$  است.

۶۵- قطر جریان هوای یک بالگرد ۱۰ متر است. هوا با سرعت ۲۰ متر در ثانیه به طرف پایین جریان دارد. دانسیته هوا یک کیلوگرم بر مترمکعب است. نیروی رانش هوای ایجاد شده توسط بال‌ها، چند نیوتن و به چه سمتی است؟



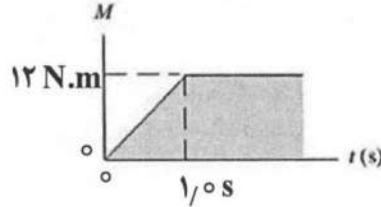
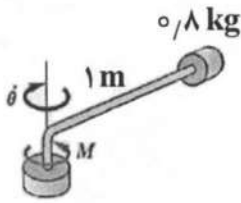
- (۱) ۳۲۸۷۵ - بالا
- (۲) ۳۱۴۱۶ - پایین
- (۳) ۲۲۵۷۶ - پایین
- (۴) ۷۸۵۴۱ - بالا

۶۶- در شکل زیر، حلقه C ثابت است و دیسک A با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  دوران می‌کند و دیسک B بین آنها می‌غلتد. اگر جرم دیسک B یکنواخت B برابر m باشد، تکانه زاویه‌ای آن حول مرکز جرمش کدام است؟



- (۱)  $\frac{1}{2}mr_1r_2\omega$
- (۲)  $\frac{1}{2}mr_2^2\omega$
- (۳)  $\frac{1}{4}mr_1r_2\omega$
- (۴)  $\frac{1}{4}mr_2^2\omega$

۶۷- یک مهره کوچک به جرم  $0.8 \text{ kg}$  بر روی میله‌ای بدون جرم مطابق شکل ثابت شده است. مجموعه با سرعت زاویه‌ای  $10^\circ$  رادیان بر ثانیه حول محور قائم دوران می‌کند. گشتاور ترمزی  $M$  به محور قائم اعمال می‌شود. اگر گشتاور طبق نمودار داده‌شده تغییر کند، چند ثانیه طول می‌کشد تا محور متوقف شود؟



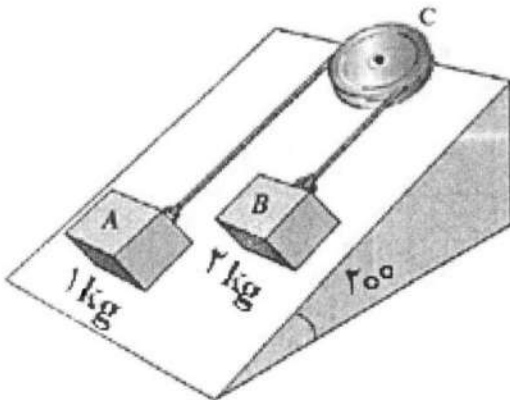
(۱)  $\frac{7}{6}$

(۲)  $\frac{19}{15}$

(۳)  $\frac{41}{30}$

(۴)  $\frac{22}{15}$

۶۸- بلوک‌های A و B روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاک می‌توانند بلغزند و با کابل مطابق شکل به هم متصل شده‌اند. شتاب بلوک A چقدر است؟ (از جرم کابل و قرقره صرف‌نظر شود).



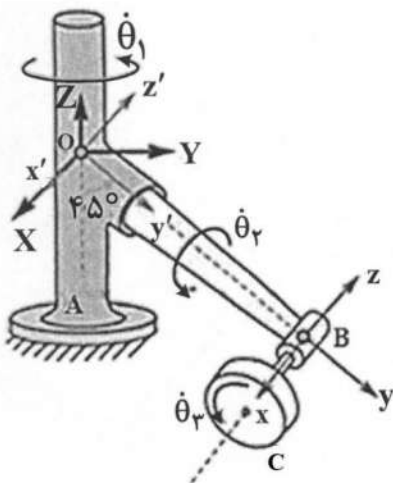
(۱)  $\frac{5}{3} g \sin 20^\circ$

(۲)  $\frac{4}{3} g \sin 20^\circ$

(۳)  $\frac{2}{3} g \sin 20^\circ$

(۴)  $\frac{1}{3} g \sin 20^\circ$

۶۹- زاویه بازوی ربات زیر با محور قائم که با سرعت زاویه‌ای  $\dot{\theta}_1$  دوران می‌کند،  $45^\circ$  است. بازو دارای سرعت زاویه‌ای  $\dot{\theta}_2$  حول محور  $y'$  است. در نوک بازو، دیسکی با سرعت زاویه‌ای  $\dot{\theta}_3$  حول محورش در حال دوران است. سرعت زاویه‌ای مطلق دیسک در مختصات  $x'y'z'$  کدام است؟



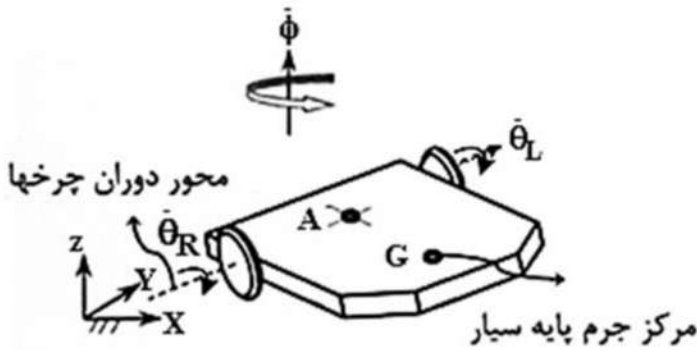
(۱)  $(\dot{\theta}_3 \cos \theta_2) \vec{i}' + (\frac{\sqrt{2}}{2} \dot{\theta}_1 - \dot{\theta}_2) \vec{j}' + (\frac{\sqrt{2}}{2} \dot{\theta}_1 - \dot{\theta}_2 \sin \theta_2) \vec{k}'$

(۲)  $(\dot{\theta}_3 \cos \theta_2) \vec{i}' + (-\frac{\sqrt{2}}{2} \dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) \vec{j}' + (\frac{\sqrt{2}}{2} \dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2 \sin \theta_2) \vec{k}'$

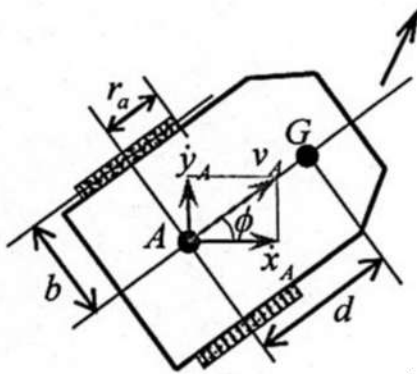
(۳)  $(\dot{\theta}_3 \cos \theta_2) \vec{i}' + (\frac{\sqrt{2}}{2} \dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) \vec{j}' + (-\frac{\sqrt{2}}{2} \dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2 \sin \theta_2) \vec{k}'$

(۴)  $(\dot{\theta}_3 \cos \theta_2) \vec{i}' + (-\frac{\sqrt{2}}{2} \dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) \vec{j}' + (\frac{\sqrt{2}}{2} \dot{\theta}_1 - \dot{\theta}_2 \sin \theta_2) \vec{k}'$

۷۰- چرخ‌های پایه سیار زیر، بر روی زمین بدون لغزش می‌غلتند. مختصات این سیستم  $\{\theta_L, \theta_R, \phi, y_A, x_A\}$  در نظر گرفته شده‌است. کدام مورد نادرست است؟



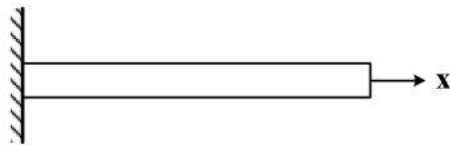
محور تقارن پایه سیار



- (۱) این سیستم تنها دارای یک قید هولونومیک و یک قید غیرهولونومیک است.  
 (۲) معادله  $r_a \dot{\phi} = r_a (\dot{\theta}_R - \dot{\theta}_L)$  یک قید هولونومیک این سیستم است.  
 (۳) معادله  $\dot{y}_A \cos \phi - \dot{x}_A \sin \phi = 0$  یک قید غیرهولونومیک این سیستم است.  
 (۴) معادله  $\dot{x}_A \cos \phi + \dot{y}_A \sin \phi = \frac{r_a}{\rho} (\dot{\theta}_R + \dot{\theta}_L)$  یک قید غیرهولونومیک این سیستم است.

۷۱- با استفاده از روش ریلی و با در نظر گرفتن تابع  $\psi(x) = \left(\frac{x}{L}\right)^2$ ، فرکانس طبیعی اصلی ارتعاش عرضی تیر یک سرگیردار

زیر چند برابر  $\frac{1}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}}$  است؟ (مدول الاستیسیته تیر: E، ممان اینرسی سطح مقطع: I، چگالی تیر: rho، طول تیر: L و سطح مقطع تیر: A)



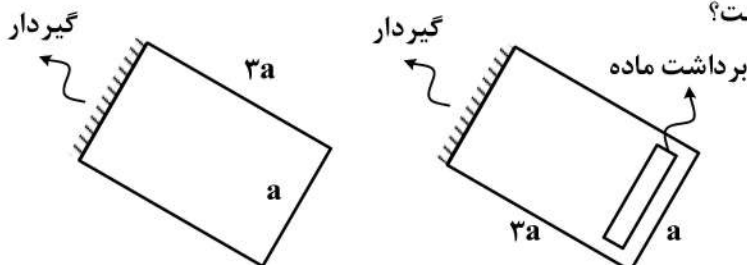
(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

(۳)  $\sqrt{10}$

(۴)  $\sqrt{20}$

۷۲- از یک ورق فلزی که از یک سمت گیردار است، برداشت ماده مطابق شکل انجام می‌شود. در مورد فرکانس طبیعی اول ارتعاش عرضی آن کدام مورد درست است؟



(۱) تغییری نمی‌کند.

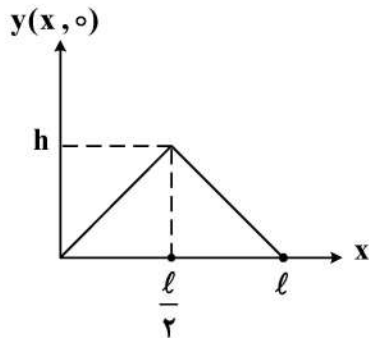
(۲) بیشتر می‌شود.

(۳) کمتر می‌شود.

(۴) وابسته به مدول الاستیسیته، می‌تواند کمتر یا بیشتر شود.

۷۳- طناب دو سرگیردار به صورت شکل زیر، تحت جابه‌جایی اولیه قرار می‌گیرد و از حالت سکون رها می‌شود. اگر کشش

طناب  $T$  و چگالی طولی آن  $\rho$  باشد، ضریب مربوط به جمله  $\sin \frac{3\pi x}{\ell} \cos \frac{3\pi ct}{\ell}$  در نوسانات طناب، چند برابر  $\frac{h}{\pi^2}$



است؟  $(c = \sqrt{\frac{T}{\rho}})$

(۱)  $\frac{8}{9}$

(۲)  $\frac{4}{3}$

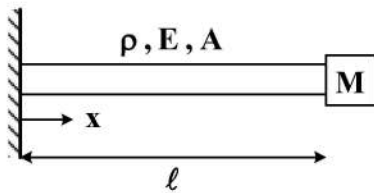
(۳)  $-\frac{8}{9}$

(۴)  $-\frac{4}{3}$

۷۴- میله یکنواخت به طول  $\ell$ ، سطح مقطع  $A$ ، چگالی  $\rho$ ، مدول یانگ  $E$  و جرم  $m$  در  $x = 0$  به دیوار متصل شده است و جرم  $M$

در انتهای آن  $x = \ell$  نصب شده است. اگر معادله فرکانسی ارتعاش طولی آن به صورت  $\frac{\omega \ell}{C} \tan \frac{\omega \ell}{C} = B$  باشد، مقدار  $B$  کدام

است؟  $(C^2 = \frac{E}{\rho})$



(۲)  $\frac{M}{2m}$

(۴)  $\frac{2m}{M}$

(۱)  $\frac{m}{M}$

(۳)  $\frac{M}{m}$

۷۵- در یک محور (شفاف) یک سرگیردار در  $x = 0$  و یک سرآزاد در  $x = \ell$  شکل  $n$  ام ارتعاش

پیشگی  $\varphi_n(x) = \sin \frac{\alpha \pi x}{\ell}$  است.  $\alpha$  کدام است؟  $(n = 0, 1, 2, 3, \dots)$

(۲)  $2n + 1$

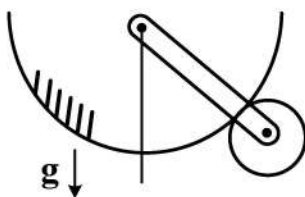
(۴)  $\frac{2n + 1}{2}$

(۱)  $n$

(۳)  $\frac{n}{2}$

۷۶- چرخنده کوچک به شعاع  $r$ ، جرم  $m$  و ممان اینرسی  $\frac{1}{2}mr^2$  حول مرکزش، روی چرخنده بزرگ ثابت به شعاع

$2r$  در میدان جاذبه و از موقعیت نشان داده شده رها شده و شروع به نوسان می‌کند، فرکانس طبیعی کدام است؟  
(میله متصل کننده مراکز بدون جرم است.)



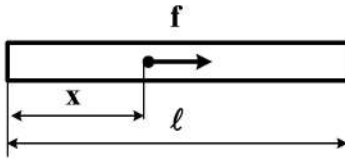
(۲)  $\sqrt{\frac{2g}{9r}}$

(۴)  $\sqrt{\frac{3g}{2r}}$

(۱)  $\sqrt{\frac{9g}{2r}}$

(۳)  $\sqrt{\frac{2g}{3r}}$

۷۷- نیروی متمرکز  $f$  با فرکانس تحریکی برابر با فرکانس طبیعی سوم ارتعاش طولی میله زیر که دو سر آزاد است، وارد می‌شود. محل اعمال این نیرو در کدام گزینه مود سوم ارتعاش طولی را تحریک می‌کند؟



$$x = \frac{5l}{6} \quad (۱)$$

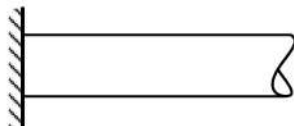
$$x = \frac{l}{2} \quad (۲)$$

$$x = \frac{l}{4} \quad (۳)$$

$$x = \frac{l}{6} \quad (۴)$$

۷۸- برای به دست آوردن فرکانس‌های طبیعی تقریبی ارتعاشات طولی یک میله یک سرگیردار - یک سر آزاد به طول  $l$ ،

چگالی  $\rho$  و سطح مقطع  $A$  به روش ریلی - ریتز، دو تابع پذیرفتنی  $\phi_1 = \frac{x^2}{l^2}$  و  $\phi_2 = \frac{x^3}{l^3}$  انتخاب شده‌اند. ماتریس



$$x = 0$$

$$\rho A l \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{6} \end{bmatrix} \quad (۲)$$

$$\rho A l \begin{bmatrix} \frac{1}{7} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \quad (۴)$$

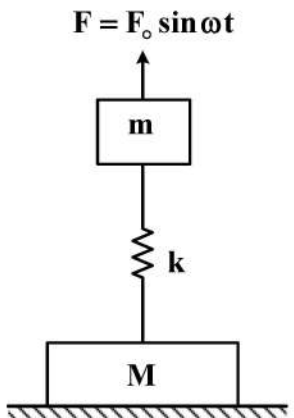
$$\rho A l \begin{bmatrix} \frac{1}{5} & \frac{1}{6} \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{7} \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$\rho A l \begin{bmatrix} \frac{1}{5} & \frac{1}{6} \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{5} \end{bmatrix} \quad (۳)$$

جرم حاصل از این روش، کدام است؟

۷۹- جرم سنگین  $M$  روی زمین قرار داشته و سیستم جرم و فنر به آن متصل است. اگر نیروی  $F = F_0 \sin \omega t$  به جرم

$m$  وارد شود، محدوده فرکانس تحریک  $\omega$  چقدر باشد تا جرم سنگین از زمین جدا شود؟



$$\sqrt{\frac{k}{m} \left(1 - \frac{F_0}{Mg}\right)} \leq \omega \leq \sqrt{\frac{k}{m} \left(1 + \frac{F_0}{Mg}\right)} \quad (۱)$$

$$\sqrt{\left(\frac{k}{m+M}\right) \left(1 + \frac{F_0}{Mg}\right)} \leq \omega \leq \sqrt{\frac{k}{m} \left(1 + \frac{F_0}{Mg}\right)} \quad (۲)$$

$$\omega \leq \sqrt{\frac{k}{m} \left(1 + \frac{F_0}{Mg}\right)} \quad (۳)$$

$$\sqrt{\frac{k}{m} \left(1 - \frac{F_0}{Mg}\right)} \leq \omega \quad (۴)$$

۸۰- پاسخ معادله حرکت سیستم یک درجه آزادی با میرایی لزجی «ویسکوز» زیر با فرض شرایط اولیه  $x(0) = 0.15 \text{ m}$  و  $\dot{x}(0) = 0$  کدام است؟

$$9\ddot{x}(t) + 18\dot{x}(t) + 900x(t) = 0$$

$$(1) \quad (0.15 \cos 9t + \frac{1}{3} \sin 9t) e^{-20t}$$

$$(2) \quad 0.3e^{-20t} - 0.15e^{-10t}$$

$$(4) \quad (0.15 + 1/5t) e^{-10t}$$

$$(3) \quad 0.3e^{-10t} - 0.15e^{-20t}$$

۸۱- تابع تبدیل معادل سیستم زیر کدام است؟

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [1 \quad -2 \quad -1 \quad 1 \quad -2 \quad 1], D = 0$$

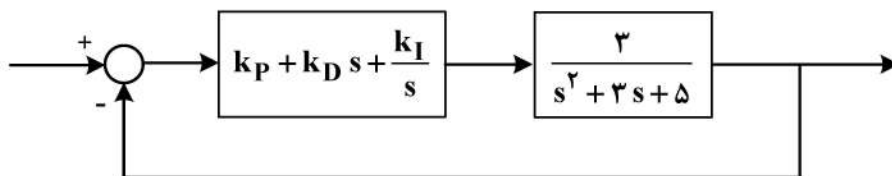
$$(1) \quad \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{(s+3)^2} + \frac{-2}{(s+3)} + \frac{-1}{(s+2)} + \frac{1}{(s+1)^2} + \frac{-2}{(s+1)} + \frac{1}{s+1}$$

$$(2) \quad \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{(s+1)^2} + \frac{-2}{(s+1)^2} + \frac{-1}{s+1} + \frac{1}{s+2} + \frac{-2}{(s+3)^2} + \frac{1}{s+3}$$

$$(3) \quad \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s+3} + \frac{-2}{(s+3)^2} + \frac{-1}{s+2} + \frac{1}{s+1} + \frac{-2}{(s+1)^2} + \frac{1}{(s+1)^2}$$

$$(4) \quad \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{(s+1)} + \frac{-2}{(s+1)^2} + \frac{-1}{(s+1)^2} + \frac{1}{s+2} + \frac{-2}{s+3} + \frac{1}{(s+3)^2}$$

۸۲- پارامترهای کنترل کننده PID در کدام گزینه قطب‌های سیستم مدار بسته زیر را در نقاط  $-1 + \sqrt{3}i, -1 - \sqrt{3}i, -4$  در صفحه اعداد مختلط قرار می‌دهد؟



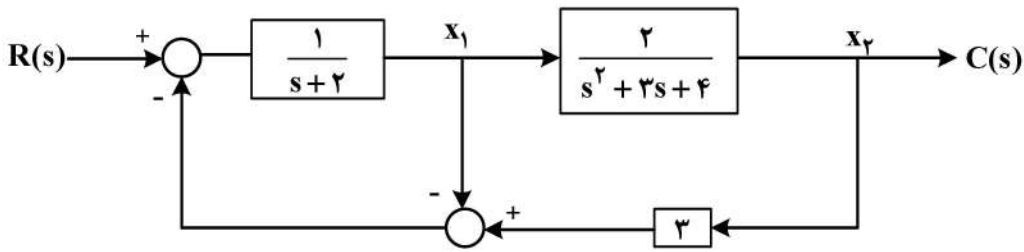
$$(1) \quad k_D = -\frac{5}{3}, k_P = -\frac{7}{3}, k_I = -\frac{16}{3}$$

$$(2) \quad k_D = \frac{5}{3}, k_P = \frac{7}{3}, k_I = -\frac{16}{3}$$

$$(3) \quad k_D = 1, k_P = \frac{7}{3}, k_I = \frac{16}{3}$$

$$(4) \quad k_D = -1, k_P = -\frac{7}{3}, k_I = -\frac{16}{3}$$

۸۳- ماتریس‌های حالت A و ضرایب ورودی B و خروجی C در معادلات فضای حالت سیستم مداربسته زیر، کدام‌اند؟



$$A = \begin{bmatrix} -1 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & -4 & -3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [1 \ 0 \ 0] \quad (1)$$

$$A = \begin{bmatrix} -1 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & -4 & -3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, C = [0 \ 1 \ 0] \quad (2)$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & -4 & -3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, C = [0 \ 1 \ 0] \quad (3)$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & -4 & -3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [1 \ 0 \ 0] \quad (4)$$

۸۴- سیستم  $\dot{x} = Ax$  را در نظر بگیرید.  $v$  یک بردار ویژه و  $s$  مقدار ویژه متناظر با آن برای ماتریس A است. اگر شرایط

اولیه سیستم به صورت  $x_0 = v$  باشد، کدام گزینه صحیح است؟

$$x(t) = e^{At}v = e^{st}v \quad (1)$$

$$x(t) = e^{At}v \neq e^{st}v \quad (2)$$

$$x(t) = e^{st}v \neq e^{At}v \quad (3)$$

$$e^{st}v \neq x(t) \neq e^{At}v \quad (4)$$

۸۵- خروجی سیستم زیر تحت تأثیر ورودی پله واحد در حالت ماندگار، کدام است؟

$$\dot{\underline{x}} = \begin{bmatrix} 3 & -4 \\ 5 & -6 \end{bmatrix} \underline{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \mathbf{u}$$

$$y = [1 \ 2] \underline{x}$$

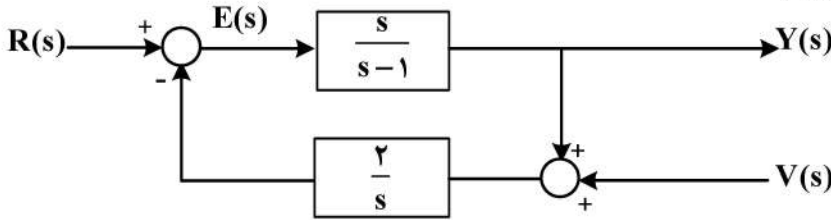
۱ (۲)

۳ (۱)

-۵ (۴)

-۲ (۳)

۸۶- در سیستم مداربسته زیر در مورد پایداری بین دو ورودی  $R(s)$  (ورودی مبنا) و  $V(s)$  (ورودی مزاحم) با متغیرهای  $E(s)$  و  $Y(s)$ ، کدام مورد درست است؟



- (۱) رابطه بین  $R(s)$  و  $Y(s)$  پایدار نیست ولی رابطه  $V(s)$  و  $Y(s)$  پایدار است.
- (۲) رابطه بین  $R(s)$  و  $E(s)$  پایدار نیست ولی رابطه  $V(s)$  و  $E(s)$  پایدار است.
- (۳) رابطه بین  $R(s)$  و  $E(s)$  پایدار است ولی رابطه  $V(s)$  و  $E(s)$  پایدار نیست.
- (۴) رابطه بین  $R(s)$  و  $Y(s)$  پایدار است ولی رابطه  $V(s)$  و  $Y(s)$  پایدار نیست.

۸۷- در سیستم زمان پیوسته رسته ۲ با معادلات حالت  $\dot{x} = Ax + Bu$  که در آن  $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ ،  $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$  و  $A = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}$ ،

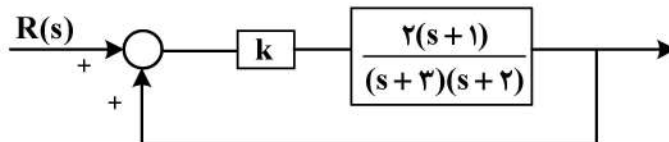
طبق روش کنترل فیدبک بردار حالت (State Vector Feedback Control) که در آن  $u = -k_1x_1 - k_2x_2$  است، پارامترهای  $k_1$  و  $k_2$  چقدر باشند تا سیستم مداربسته دو مقدار ویژه (قطب) در  $-5$  داشته باشد؟  
 (۱) در این سیستم نمی‌توان از کنترل فیدبک بردار حالت استفاده کرد.

(۲)  $k_1 = 2$  ,  $k_2 = 3$

(۳)  $k_1 = 3$  ,  $k_2 = 5$

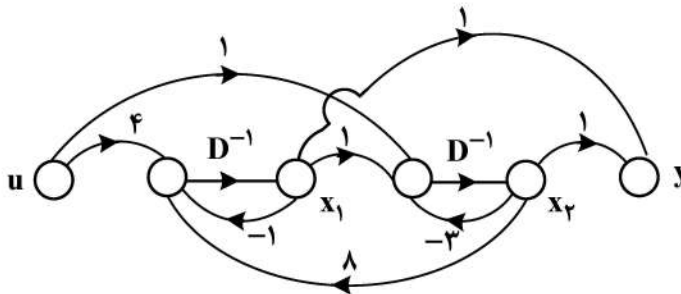
(۴)  $k_1 = 12$  ,  $k_2 = 13$

۸۸- دیاگرام کنترلی یک سیستم الکترومکانیکی به صورت زیر است. اپراتور به اشتباه سیستم را با فیدبک مثبت وصل کرده است. مقدار  $k$  چقدر باشد تا خطای ماندگار سیستم تحت ورودی پله واحد برابر  $-2$  شود؟



- (۱)  $\frac{1}{2}$
- (۲)  $\frac{7}{4}$
- (۳)  $\frac{9}{4}$
- (۴)  $2$

۸۹- در مورد کنترل پذیری و مشاهده پذیری سیستم شکل زیر، کدام مورد درست است؟



- (۱) نه کنترل پذیر است و نه مشاهده پذیر.
- (۲) هم کنترل پذیر است و هم مشاهده پذیر.
- (۳) کنترل پذیر است ولی مشاهده پذیر نیست.
- (۴) کنترل پذیر نیست ولی مشاهده پذیر است.

۹۰- سیستم خطی با معادلات حالت به صورت  $\dot{x} = Ax + Bu$  که در آن:  
 $y = Cx$

$$A = \begin{bmatrix} -3 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & -1 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad C = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1]$$

کدام پاسخ در مورد کنترل پذیری و مشاهده پذیری این سیستم درست است؟

- (۱) نه کنترل پذیر است و نه مشاهده پذیر.
- (۲) هم کنترل پذیر است و هم مشاهده پذیر.
- (۳) کنترل پذیر است ولی مشاهده پذیر نیست.
- (۴) کنترل پذیر نیست ولی مشاهده پذیر است.

برنامه ریزی ریاضی پیشرفته - تکنولوژی پینچ و تحلیل انرژی - تحلیل سیستم های انرژی:

۹۱- محصول یک کارخانه با نرخ P بشکه در روز ( $\frac{\text{barrel}}{\text{day}}$ ) تولید می شود. هزینه تولید هر بشکه از محصول از رابطه

$$C = 50 + 0.1P + \frac{9000}{P} \text{ دلار بر حسب barrel}$$

تولید برای ماکزیمم کردن سود چند بشکه در روز است؟

- (۱) ۹۵۰
- (۲) ۱۱۵۰
- (۳) ۱۲۵۰
- (۴) ۱۳۵۰

۹۲- شرایط ماتریس هسین تابع روزنبرگ  $f(x) = 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2$  در نقطه  $(5, 0, 0)$ ، کدام است؟

- (۱) نامعین
- (۲) مینیمم
- (۳) ماکزیمم
- (۴) مینیمم قطعی

۹۳- تابع  $f(x) = x_1^2 + x_1 x_2 + 2x_2^2 + 4$  شامل کدام وضعیت است؟

- (۱) ماکزیمم دارد.
- (۲) نقطه زینی دارد.
- (۳) مینیمم دارد.
- (۴) ماکزیمم و مینیمم دارد.

۹۴- پاسخ بهینه مسئله برنامه ریزی خطی زیر، کدام است؟

Maximize  $Z = x_1 + 4x_2$

Subject to :  $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 3 \\ -x_1 + x_2 \leq 1 \end{cases}$

$x_2 \geq 0$  and  $x_1$  : unsigned

- (۱)  $x_2 = 2, x_1 = -1$
- (۲)  $x_2 = 3, x_1 = -1$
- (۳)  $x_2 = 3, x_1 = 0$
- (۴)  $x_2 = 2, x_1 = 1$

۹۵- پاسخ بهینه مسئله برنامه‌ریزی عدد صحیح کدام است؟

$$\begin{aligned} \text{Maximize } & Z = 3x_1 + 2x_2 \\ \text{Subject to: } & \begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 1/5 \\ 2x_1 - x_2 \leq 1/5 \\ x_1, x_2 \geq 0 \text{ \& Integer} \end{cases} \end{aligned}$$

(۱) ۱۲

(۳) ۱۷

(۲) ۱۴

(۴) ۱۹

۹۶- تابع هدف زیر با مقادیر  $D = 31622$ ،  $Q = 100000$ ،  $K_p = 4$ ،  $K_r = 10000$  و  $K_1 = 1$  نسبت به کدام متغیر حساسیت بیشتری دارد؟

$$\text{Cost} = K_1 D + \frac{K_r Q}{D} + K_p Q$$

(۱)  $K_1$

(۲)  $K_r$

(۳)  $K_p$

(۴) حساسیت نسبت به هر سه متغیر برابر است.

۹۷- با شروع از نقطه  $x^0 = \begin{bmatrix} -1 \\ -2 \end{bmatrix}$  در تابع  $f(x) = 12x_1^2 + 4x_2^2 - 12x_1x_2 + 2x_1$ ، تعداد تکرار در کدام روش کمتر است؟

(۱) شیب نزولی (۲) شیب ترکیبی (۳) نیوتن (۴) سیمپلکس

۹۸- در رابطه زیر با صرف نظر کردن از اثر انتقال حرارت جابه‌جایی  $\left(\frac{1}{h_c}\right)$  در مقابل ترم اول، کدام یک از پارامترهای  $k$ ،  $H_t$  و  $C_1$  اثر بیشتری بر روی  $X^*$  دارند؟

$$x^* = k \left[ \left( \frac{H_t Y \Delta T}{10^6 k C_1 r} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{h_c} \right]$$

(۱)  $k$

(۲)  $H_t$

(۳)  $C_1$

(۴) حساسیت نسبت به هر سه متغیر برابر است.

۹۹- یک کوهنورد در قله کوه ایستاده است، او قصد دارد به پایین‌ترین ارتفاع ممکن در سریع‌ترین زمان برسد. ارتفاع کوه با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$h(x, y) = 3000 - \frac{1}{10000} (\Delta x^2 + 4xy + 2y^2) \text{ متر}$$

که در آن  $x$  و  $y$  مختصات افقی روی زمین هستند. کوهنورد می‌تواند طی ۳۰ دقیقه به هر نقطه‌ای  $(x, y)$  درون یا روی دایره‌ای به شعاع ۱۰۰۰ متر برسد. او باید به چه مختصاتی در ۳۰ دقیقه به هر نقطه‌ای  $(x, y)$  درون یا روی دایره‌ای به شعاع ۱۰۰۰ متر برسد. او باید به چه مختصاتی در ۳۰ دقیقه به هر نقطه‌ای  $(x, y)$  درون یا روی دایره‌ای به شعاع ۱۰۰۰ متر برسد. او باید به چه مختصاتی در ۳۰ دقیقه به هر نقطه‌ای  $(x, y)$  درون یا روی دایره‌ای به شعاع ۱۰۰۰ متر برسد.

(۱) (۷۲۱، ۳۳۹) (۲) (۸۹۴، ۴۴۷)

(۳) (۲۸۹۸، ۲۴۴۵) (۴) (۳۱۲۲، ۱۵۵۶)

۱۰۰- مسئله برنامه‌ریزی ریاضی زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 7x_1 - x_2 - x_3 + 4x_4 \\ \text{s.t } \left\{ \begin{aligned} 2x_1 - 5x_3 + x_4 &\leq 8 \\ 3x_1 - x_2 + 2x_4 &\leq 5 \\ 5x_1 - x_2 - 4x_4 &\leq 4 \\ -x_1 + 2x_2 - x_3 &\leq 7 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 &\geq 0 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

در صورتی که شروط زیر به مسئله فوق اضافه شوند، مقدار بهینه متغیرهای تصمیم‌گیری، کدام است؟

$$x_2, x_3, x_4 \in \text{integer}$$

$$x_1 \in \text{binary}$$

$$(1) \quad x_1 = 0, x_2 = 2, x_3 = 0, x_4 = 1$$

$$(2) \quad x_1 = 1, x_2 = 1, x_3 = 0, x_4 = 2$$

$$(3) \quad x_1 = 1, x_2 = 4, x_3 = 0, x_4 = 3$$

$$(4) \quad x_1 = 0, x_2 = 3, x_3 = 0, x_4 = 4$$

۱۰۱- در یک نیروگاه سیکل ترکیبی، دمای نقطه پینچ، به ترتیب، با استفاده از مبدل صرفه‌جو (Economizer) و مشعل

کمکی در مبدل بازباب (HRSG) در صورت وجود چه تغییری می‌کند؟

(۱) تغییری نمی‌کند - تغییری نمی‌کند.

(۲) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.

(۳) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

(۴) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.

۱۰۲- برای تعدادی جریان حرارتی آبشار انرژی در  $\Delta T_{\min} = 20^\circ\text{C}$  به صورت زیر جدول زیر است، می‌خواهیم از این

جریان‌ها بخار اشباع  $140^\circ$  و  $250^\circ$  درجه سانتی‌گراد تولید کنیم به نحوی که تولید بخار  $250^\circ$  درجه سانتی‌گراد

بیشینه شود. بار حرارتی بخار تولیدشده  $140^\circ$  درجه سانتی‌گراد، چند مگاوات می‌شود؟ (حالت اولیه کلیه بخارها

به صورت مایع اشباع است.)

$T^* (^\circ\text{C})$	H (MW)
$550^\circ$	0
$450^\circ$	2/21
$400^\circ$	3/54
$260^\circ$	4/43
$240^\circ$	5/12
$210^\circ$	6/76
$150^\circ$	7/35
$130^\circ$	7/95
$40^\circ$	8/48

$$(1) \quad 2/83$$

$$(2) \quad 2/92$$

$$(3) \quad 7/35$$

$$(4) \quad 7/95$$

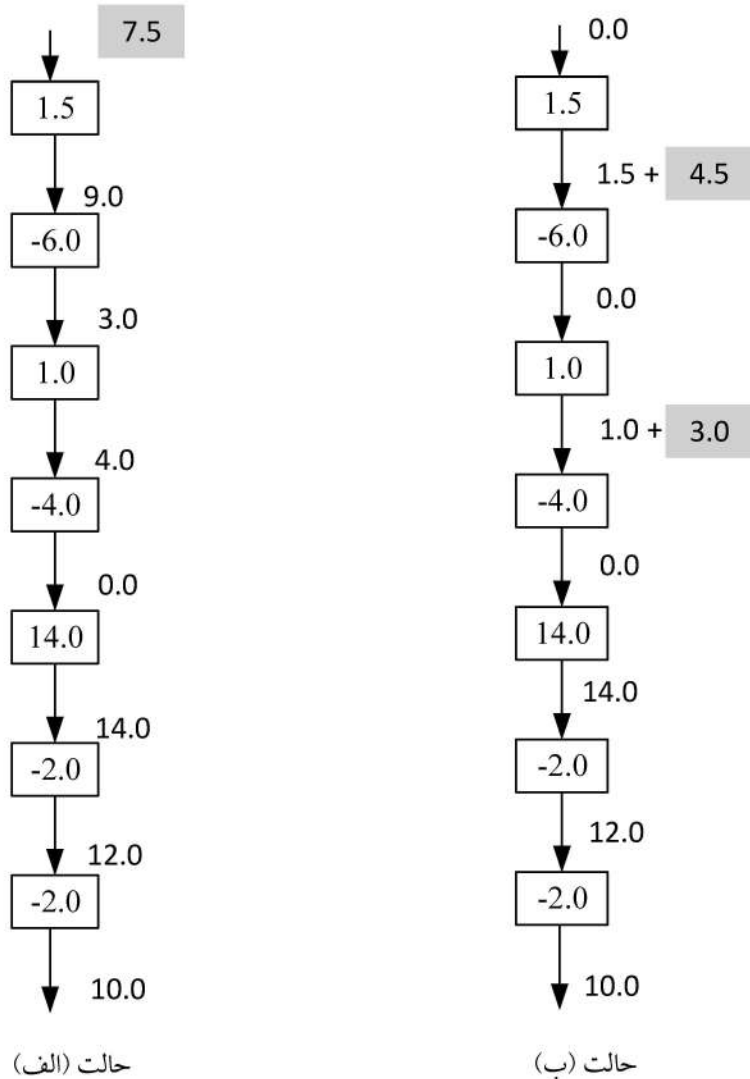
۱۰۳- اطلاعات جریان‌های حرارتی یک فرایند شیمیایی در جدول زیر نشان داده شده است. اگر در این مسئله  $\Delta T_{min} = 20^\circ C$  فرض شود، نقطه پینچ گرم برابر  $52^\circ$  درجه سانتی‌گراد خواهد بود. حداقل تعداد

جریان	$T_s(^\circ C)$	$T_t(^\circ C)$
۱	۷۲۰	۳۲۰
۲	۵۲۰	۲۲۰
۳	۳۰۰	۹۰۰
۴	۲۰۰	۵۵۰

واحدهای تبادل حرارت به روش پینچ، چند واحد است؟

- ۵ (۱)
- ۶ (۲)
- ۷ (۳)
- ۸ (۴)

۱۰۴- اگر آبشار حرارتی یک فرایندی، از حالت (الف) به حالت (ب) تغییر کند، نشان‌دهنده چیست؟

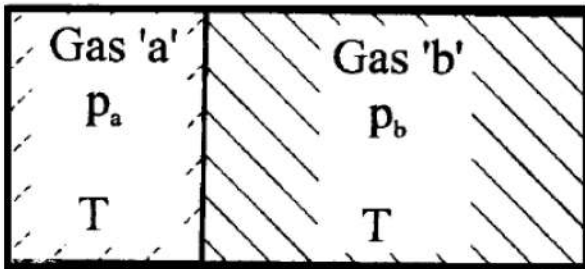


- (۱) ۴/۵ مگاوات و ۳ مگاوات utility گرم نیاز است.
- (۲) ۴/۵ مگاوات utility گرم و ۳ مگاوات utility سرد نیاز است.
- (۳) فرایند بدون utility گرم و سرد می‌تواند به کار خود ادامه دهد.
- (۴) شبکه مبدل‌های حرارتی فرایند در حالت آستانه (Threshold) قرار گرفته است.

۱۰۵- برای دوری از تلاقی دما (Cross temperature) در شبکه مبدل حرارتی، مقدار ضریب تصحیح اختلاف دمای لگاریتمی ( $F_c$ ) باید بزرگ‌تر یا مساوی ..... باشد.

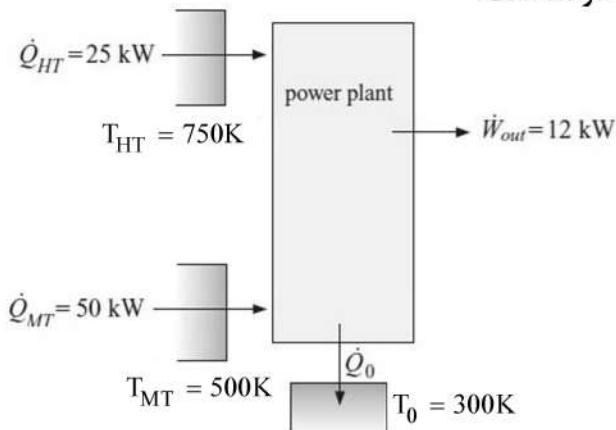
- (۱) ۰/۴  
 (۲) ۰/۷۵  
 (۳) ۱  
 (۴) ربطی ندارد.

۱۰۶- آنتروپی تولیدی در جریان اختلاط بین دو گاز ایده‌آل a و b (شکل زیر)، چقدر است؟ (فشار و دمای دو گاز a و b قبل از اختلاط و پاره‌شدن غشای بین آنها، با هم برابر است.  $x_i$  جزء مولی،  $P_r = P/P_0$  و R ثابت جهانی گازها)



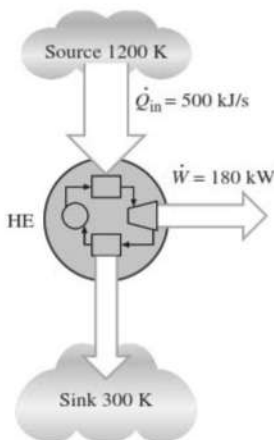
- (۱)  $R \sum x_i \ln \frac{1}{x_i}$   
 (۲)  $R (\sum x_i \ln \frac{1}{x_i} - \ln P_r)$   
 (۳)  $R (\sum x_i \ln P_{r_i})$   
 (۴) صفر

۱۰۷- نیروگاه حرارتی زیر که از دو منبع دما بالای متفاوت با دماهای مختلف، حرارت دریافت می‌کند، را در نظر بگیرید. راندمان قانون دوم ترمودینامیک این نیروگاه حدوداً چند درصد است؟



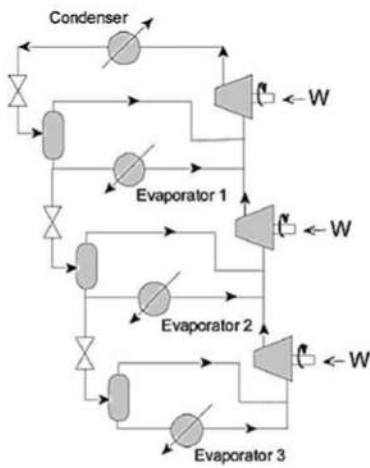
- (۱) ۳۴  
 (۲) ۲۸  
 (۳) ۲۴  
 (۴) ۱۶

۱۰۸- یک موتور حرارتی،  $500 \text{ kW}$  حرارت را از منبعی با دمای  $1200 \text{ K}$  دریافت کرده و ضمن دفع حرارت به منبع دمای پایینی با دمای  $300 \text{ K}$ ، به میزان  $180 \text{ kW}$  توان تولیدی دارد (شکل زیر). میزان بازگشت‌ناپذیری سیستم چند کیلووات است؟

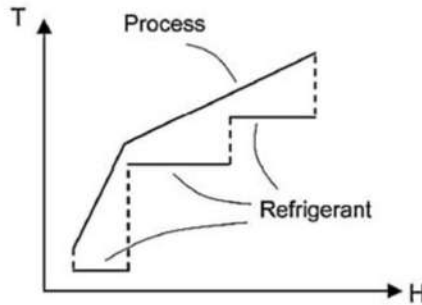


- (۱) ۱۲۵  
 (۲) ۱۹۵  
 (۳) ۳۲۰  
 (۴) ۳۷۵

۱۰۹- شکل زیر شماتیک و نمودار ترکیبی (CC) یک چرخه سرمازا را در یک فرایند شیمیایی نشان می‌دهد. چرخه سرمازای پیشنهادی دارای کمپرسور سه مرحله تراکم و سه اواپراتور با سطوح دمایی مختلف است. در صورتی که افزایش راندمان آگزرژیک این سیستم مدنظر باشد، باید چه اقدامی کرد؟



a) Flowsheet.



b) Temperature profiles.

(۱) با افزایش تعداد مراحل تراکم در کمپرسور، نسبت به افزایش تعداد اواپراتورها با سطوح دمایی مختلف اقدام نمود.  
 (۲) سطوح دمایی اواپراتورها به نحوی انتخاب شوند که سطح محصور بین Process و Refrigerant در نمودار b، حداقل شود.

(۳) همزمان با افزایش تعداد مراحل تراکم در کمپرسور و تعداد اواپراتورها، سطوح دمایی اواپراتورها به نحوی انتخاب شوند که سطح محصور بین Process و Refrigerant در نمودار b، حداقل شود.

(۴) همزمان با کاهش تعداد مراحل تراکم کمپرسور و تعداد اواپراتورها، سطوح دمایی اواپراتورها به نحوی انتخاب شوند که سطح محصور بین Process و Refrigerant در نمودار b، حداکثر شود.

۱۱۰- یک جریان فرایندی در یک کندانسور از دمای  $35^\circ\text{K}$  و آنتالپی  $400$  مگاژول به دمای  $35^\circ\text{K}$  و آنتالپی برابر با  $50$  مگاژول می‌رسد. حداکثر میزان کاری که می‌توان با حرارت انتقالی در این کندانسور توسط یک ماشین حرارتی با راندمان  $75\%$  (نسبت به ماشین کارنو) به دست آورد، چند مگاژول است؟ (دمای محیط  $30^\circ\text{K}$ )

(۲)  $37.5$

(۱)  $50$

(۴)  $107.5$

(۳)  $26.25$

۱۱۱- با افزایش کدام مورد، بهره‌وری افزایش می‌یابد؟

(۲) هزینه‌ها

(۱) قیمت محصول

(۴) سهم هزینه‌های انرژی در سبد خانوار

(۳) قیمت حامل‌های انرژی

۱۱۲- یک مجموعه تولید میگو و ماهی، سال گذشته به دلیل قطعی برق تلفات بسیاری داشته، لذا تصمیم گرفته است علاوه بر استفاده از برق شبکه از انرژی‌های تجدیدپذیر نیز برای تولید برق استفاده کند. هزینه برای این مجموعه در اولویت نیست. با فرض دسترسی به منابع انرژی و قابلیت ذخیره‌سازی روزانه، کدام منبع یا منابع انرژی تجدیدپذیر، پیشنهاد می‌شود؟

(۲) انرژی خورشیدی و بادی

(۱) انرژی باد

(۴) انرژی جزرومد

(۳) انرژی خورشیدی

۱۱۳- متوسط بازده موتور سیکلت‌های بنزینی و نیروگاه‌های کشور تقریباً یکسان است. در ارتباط با جایگزینی موتورسیکلت‌های بنزینی با برقی کدام مورد درست است؟

- ۱) آلودگی محلی و آلاینده‌های کلی هوا هر دو افزایش می‌یابند.
- ۲) آلودگی محلی کاهش می‌یابد ولی آلودگی کلی افزایش می‌یابد.
- ۳) آلودگی محلی و تولید آلاینده‌های کلی هوا هر دو قطعاً کاهش می‌یابند.
- ۴) آلودگی محلی هوا هیچ تغییری نمی‌کند ولی آلاینده‌های کلی هوا کاهش می‌یابند.

۱۱۴- به منظور ایجاد تعادل در عرضه و تقاضای الکتریسیته، کدام راه حل نادرست است؟

- ۱) پیش‌بینی پیشرفته آب‌وهوا به گونه‌ای که بتوان تغییرات خروجی سلول‌های خورشیدی و توربین‌های باد را پیش‌بینی کرد.
- ۲) کاهش مقیاس عملکرد سیستم‌های قدرت، زیرا امکان ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا در سیستم‌های مقیاس کوچک بیشتر است.
- ۳) خاموش کردن تولیدکننده‌های برق در صورت عرضه بیش از حد و یا روشن کردن تولیدکننده‌های اضافی در صورت عدم تأمین برق کافی
- ۴) خاموش کردن برخی از تجهیزات مصرف‌کننده برق در صورت کم‌بودن عرضه و یا روشن کردن تجهیزات اضافی مصرف‌کننده یا ذخیره‌کننده در صورت مازاد عرضه

۱۱۵- میزان افزایش اجاره‌بها و همین‌طور قیمت خرید مسکن در شهر تهران بیش از میزان تورم و افزایش سایر هزینه‌ها بوده است. این امر موجب می‌شود تا .....

- ۱) نرخ رشد مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل مازاد بر نرخ رشد سال‌های گذشته شود.
- ۲) نرخ رشد مصرف انرژی بخش خانگی کمتر از نرخ رشد سال‌های گذشته شود.
- ۳) نرخ رشد مصرف انرژی در کلیه بخش‌ها به جز بخش خانگی کاهش یابد.
- ۴) نرخ رشد مصرف انرژی بخش خانگی منفی شود.

۱۱۶- با توجه به جدول زیر (میزان مصرف و تلفات انرژی حامل‌های برق و بنزین در یک سال) در صورت جایگزینی موتورهای برقی با موتورهای بنزینی، مصرف انرژی بخش حمل‌ونقل و مصرف انرژی اولیه کشور به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

بنزین (میلیون تن) معادل نفت خام	برق (میلیون تن) معادل نفت خام	
۵۹٫۷	۲۰٫۷	کل مصرف نهایی
۲٫۲	۳٫۷	تلفات انتقال و توزیع

- ۱) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
- ۲) تغییر نمی‌کند - افزایش می‌یابد.
- ۳) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
- ۴) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

۱۱۷- در ارتباط با ضریب ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر، کدام مورد درست‌تر است؟

- ۱) ضریب ظرفیت تمامی انرژی‌های تجدیدپذیر برابر است.
- ۲) انرژی بادی نسبت به سایر انرژی‌های تجدیدپذیر دارای بالاترین ضریب ظرفیت است.
- ۳) انرژی خورشیدی نسبت به سایر انرژی‌های تجدیدپذیر دارای بالاترین ضریب ظرفیت است.
- ۴) انرژی تجدیدپذیر زمین‌گرمایی، ضریب ظرفیت بالاتری نسبت به انرژی خورشیدی و بادی دارد.

۱۱۸- فرض کنید مقدار مشخصی ذخیره نفتی (Q) موجود است که می‌توان آن را در بازه زمانی ۱ ( $q_1$ ) و یا در بازه زمانی ۲ ( $q_2$ ) مصرف کرد. تابع تقاضا برای نفت در هر دوره به قرار زیر است:

$$q_1 = 200 - p_1$$

$$q_2 = 200 - p_2$$

اگر  $Q = 169$  و نرخ تنزل را ۱۰ درصد برای هر دوره باشد، قیمت تعادلی و میزان مصرف هر دوره چقدر است؟

( $p_1$  و  $p_2$  قیمت نفت در هر دوره هستند. فرض کنید هزینه نهایی استخراج برابر صفر است.)

$$(1) \quad p_1 = 110, p_2 = 121 \text{ و } q_1 = 90, q_2 = 79$$

$$(2) \quad p_1 = 119/5, p_2 = 111/5 \text{ و } q_1 = 80/5, q_2 = 88/5$$

$$(3) \quad p_1 = 115/5, p_2 = 115/5 \text{ و } q_1 = 84/5, q_2 = 84/5$$

$$(4) \quad p_1 = 111/5, p_2 = 119/5 \text{ و } q_1 = 88/5, q_2 = 80/5$$

۱۱۹- ظرفیت اسمی تولید برق ایران برابر ۹۰ هزار مگاوات و ضریب ظرفیت در زمستان حدود ۸۰ درصد است. حدود ۴ درصد برق تولیدی کشور صادر می‌شود. اگر در زمستان به منظور کاهش مصرف گاز نیروگاه‌ها صادرات آن را متوقف گردد، مصرف گاز

حدوداً چند مترمکعب بر ثانیه کاهش می‌یابد؟ (ارزش حرارتی گاز طبیعی را برابر  $40 \frac{MJ}{m^3}$  در نظر بگیرید.)

$$(2) \quad 72$$

$$(1) \quad 180$$

$$(4) \quad 10$$

$$(3) \quad 400$$

۱۲۰- چگونه تحلیل سیستم‌های انرژی می‌تواند در مقابله با تحولات اقلیمی و گرمایش زمین مؤثر باشد؟

(۱) افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در محل‌های مستعد به گرمایش زمین

(۲) تعیین استراتژی‌های مدیریت انرژی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای

(۳) توسعه فناوری‌های کاهنده انتشار گازهای گلخانه‌ای

(۴) طراحی و ساخت تجهیزات انرژی‌های تجدیدپذیر

