



سؤالات آزمون کارشناسی ارشد ۱۳۹۷

زبان عمومی و تخصصی

PART A: Vocabulary

Directions: Choose the word or phrase (1), (2), (3), or (4) that best completes the blank. Then mark the correct choice on your answer sheet.

1- Fierce winds and deadly waves were only one many explorers like Christopher Columbus confronted when sailing to unknown lands.

- 1) suspension 2) obstacle 3) shortage 4) variation

2- In urban desert areas potable water supplies are stressed by increasing demands that leave water managers to find new supplies.

- 1) discouraging 2) refusing 3) invading 4) struggling

3- The sense of smell diminishes with advancing age - much more so than the sensitivity to taste. This may result from an accumulated loss of sensory cells in the nose.

- 1) decrease 2) merit 3) ambiguity 4) defense

4- True, all economic activities have environmental consequences. Nevertheless, the goal of shrimp producers should be to reduce the effects on the environment as much as possible.

- 1) indigenous 2) competitive 3) deleterious 4) imaginary

5- Like most successful politicians, she is pertinacious and single-minded in the of her goals.

- 1) pursuit 2) discipline 3) permanence 4) involvement

6- Knowing that everyone would after graduation, she was worried that she would not see her friends anymore.

- 1) emerge 2) conflict 3) differentiate 4) diverge

7- Certain mental functions slow down with age, but the brain in ways that can keep seniors just as sharp as youngsters.

- 1) composes 2) conveys 3) compensates 4) corrodes

8- It is argued by some that hypnosis is an effective intervention for pain from cancer and other chronic conditions.

- 1) displacing 2) alleviating 3) exploring 4) hiding

9- Children who get atmosphere at home for studies perform better than students who are brought up under tense and indifferent family atmosphere.

- 1) favorable 2) valid 3) obedient 4) traditional

10- The post office has promised to resume first class mail to the area on Friday.

- 1) attention 2) progress 3) expression 4) delivery

PART B: Cloze Passage:

Directions: Read the following passage and decide which choice (1), (2), (3), or (4) best fits each space. Then mark the correct choice on your answer sheet.

Colette began painting while she was still in her youth. ...(11)... 1970, she completed her first performance with Hommage a Delacroix, ...(12)... was the beginning of an artistic career ...(13)... to the oneness of art and life. ...(14)..., actions and performances on streets and public squares, followed by her "living environments" and the "windows", ...(15)... in a selected pose with an elaborate arrangement of fabrics and lace.

11- 1) Since the year 2) During a year of 3) For a year of 4) In the year

12- 1) that it 2) which 3) that 4) it

13- 1) devoted 2) was devoted 3) to devote 4) devoting



- ✎ 14- 1) Street works then came
3) There coming then street works with
2) Then came street works
4) With street works then to come
- ✎ 15- 1) she remained motionless
3) in which she remained motionless
2) that in there she remained motionless
4) that in it motionless she remained

PART C: Reading Comprehension

Directions: Read the following three passages and answer the questions by choosing the best choice (1), (2), (3), or (4). Then mark the correct choice on your answer sheet.

PASSAGE 1:

An internal combustion engine is a device that operates on an open thermodynamic cycle and is used to convert the chemical energy of a fuel to rotational mechanical energy. The rotational mechanical energy is most often used directly to provide motive power through an appropriate drive train, such as for an automotive application. The high power-to-weight ratio of the internal combustion engine is also responsible for its use in other applications where a lightweight power source is needed, such as for chain saws and lawn mowers.

In all SI engines, the combustion process is initiated by a precisely timed discharge of a spark across an electrode gap in the combustion chamber. Before ignition, the combustible mixture may be either homogeneous (i.e, the fuel-air mixture ratio may be approximately uniform throughout the combustion chamber) or stratified (i.e, the fuel- air mixture ratio may be more fuel-lean in some regions of the combustion chamber than in other positions).

In the 4-stroke SI engine processes, the valves open or close instantaneously when the piston is either at TDC (the closest approach of the piston to the cylinder head) or BDC (when the piston is farthest from the cylinder head). In fact, the valves open and close relatively slowly. To afford the maximum open area at the appropriate time in each process; the exhaust valve opens before BDC during expansion, the intake valve closes after DBC during the compression stroke, and both the intake and exhaust valves are open during the valve overlap period. Considerations of valve timing are not necessary for this simple explanation of the 4- stroke cycle but do have significant effects on performance and efficiency.

✎ 16- The underlined word “relatively” in the last paragraph may be replaced with

- 1) rather 2) considerably 3) exceedingly 4) accordingly

✎ 17- It is understood from paragraph 1 that

- 1) the high weight of internal combustion engine is the advantage exploited in automotive applications
2) chemical energy can be converted into mechanical energy both directly and indirectly
3) chain saws and lawn mowers are examples of engines with a low power ratio
4) the rotational mechanical energy may be used directly in application systems

✎ 18- The combustion process in an SI engine

- 1) combines fuel and air that may be later compressed in the combustion chamber
2) involves the burning of a charge at the discharge of a spark
3) requires the mixture in stratified layers of fuel and air
4) expands the electrodes to a larger gap

✎ 19- It is NOT true that

- 1) power-to-weight ratio is a decisive factor in selecting engines for specific functions
2) the spark plays the role of an initiator in an SI engine
3) the homogeneous combustible mixture has more fuel in it than air
4) it is the electrode gap that creates the spark

✎ 20- The opening of exhaust valves before BDC..... .

- 1) is meant to create maximum clearance in the combustion chamber
2) allows for intake valves to close after BDC
3) exerts maximum compression
4) is not necessary for the efficiency and effective performance of the system

PASSAGE 2:

Mechanical properties such as strength, stiffness and toughness are normally better in a composite material than in either or both of its components. If a polymer matrix composite is designed and fabricated appropriately, it combines the strength of the reinforcement with the toughness of the polymer for a targeted application. More critically, at the current technology of polymer nanocomposites (PNCs), a key variable that dramatically defines the eventual macro-scale behavior and processability is the presence of the nanomaterial-polymer interracial



پاسخنامه آزمون کارشناسی ارشد ۱۳۹۷

زبان عمومی و تخصصی

۱- گزینه «۲» بادهای بی‌امان و امواج شدید تنها یکی از موانعی بودند که بسیاری از کاشفان همچون کریستف کلمب در هنگام سفر دریایی به سرزمین‌های ناشناخته با آن مواجه می‌شدند.

(۱) تعلیق - توقف - ایست (۲) مانع - سد - مشکل (۳) کمبود - کسری - عدم (۴) تغییر - دگرگونی - ناپایداری

۲- گزینه «۴» در مناطق بیابانی شهری، منابع آب آشامیدنی با افزایش تقاضا مواجه هستند که این امر مدیران منابع آب را وامی‌دارد جهت یافتن منابع جدید تلاش کنند.

(۱) دلسرد کردن - بی‌جرات ساختن (۲) رد کردن - نپذیرفتن - قبول نکردن (۳) حمله کردن - تجاوز کردن - هجوم بردن (۴) تقلا کردن - تلاش کردن - مبارزه کردن

۳- گزینه «۱» حس بویایی، خیلی بیشتر از حس چشایی با افزایش سن کاهش می‌یابد. این کاهش می‌تواند ناشی از از دست رفتن سلول‌های حسی در بینی باشد.

(۱) کاهش - تنزل (۲) شایستگی - لیاقت (۳) ابهام - نامعلومی (۴) دفاع - حمایت - پدافند

۴- گزینه «۳» درست است که تمام فعالیت‌های اقتصادی پیامدهای محیطی دارند. با وجود این هدف تولیدکنندگان می‌گو باید کاهش اثرات زیانبخش زیست‌محیطی باشد.

(۱) بومی - ذاتی - فطری (۲) رقابتی - قابل رقابت (۳) زیانبخش - آسیب‌آور - مضر (۴) خیالی - وهمی - موهوم

۵- گزینه «۱» همانند بسیاری از سیاستمداران موفق، او در دستیابی به اهدافش سرسخت و مصمم است.

(۱) دستیابی - تعقیب (۲) نظم و انضباط - رشته تحصیلی (۳) پایداری - دوام - بقا (۴) درگیری - گرفتاری

۶- گزینه «۴» چون می‌دانست که همه (دانشجوها) بعد از مراسم فارغ‌التحصیلی از هم دور می‌شوند، نگران بود که دیگر دوستانش را نبیند.

(۱) پدیدار شدن - بیرون آمدن (۲) ناسازگار بودن - مغایرت داشتن (۳) فرق قائل شدن - تمایز کردن (۴) از هم جدا شدن - پخش شدن - منشعب شدن

۷- گزینه «۳» برخی از عملکردهای ذهنی با (افزایش) سن کاهش می‌یابند، اما مغز به‌گونه‌ای جبران می‌کند که باعث می‌شود سالمندان به همان اندازه جوانان تیزهوش باقی بمانند.

(۱) سرودن (۲) رساندن - بردن (۳) جبران کردن - غرامت دادن - تلافی کردن (۴) زنگ زدن - پوسیدن

۸- گزینه «۲» برخی معتقدند که هیپنوتیزم، درمانی مؤثر برای کاهش درد سرطان و سایر بیماری‌های مزمن است.

(۱) جایگزین کردن (۲) کاهش دادن - تسکین دادن (۳) کاوش کردن - سیاحت کردن (۴) مخفی کردن - پنهان کردن

۹- گزینه «۱» بجهه‌هایی که فضای مناسب جهت مطالعه در خانه دارند نسبت به دانش‌آموزانی که در فضای خانوادگی عصبی و پرتنش و بی‌تفاوت پرورش می‌یابند، بهتر عمل می‌کنند.

(۱) مطلوب - مناسب (۲) معتبر - صحیح - قانونی (۳) مطیع - فرمانبردار - حرف‌شنو (۴) سنتی - عرفی

۱۰- گزینه «۴» اداره پست وعده داده است که رسانش پست الکترونیکی درجه یک را به منطقه در روز جمعه از سر بگیرد.

(۱) توجه - دقت (۲) پیشرفت - ترقی - تکامل (۳) اصطلاح - حالت - سیما (۴) رسانش - تحویل - تسلیم - رهایی

ترجمه متن

کولت نقاشی را در جوانی آغاز کرد. در سال ۱۹۷۰، اولین اجرای خود را با Hommage a Delacroix کامل کرد، که آغاز حرفه هنری بود که به یکپارچگی (تلفیق) هنر و زندگی اختصاص داده شده بود. سپس کارهای خیابانی، اعمال و اجراهایی در خیابان‌ها و میدان‌های عمومی انجام داد که منتج از محیط زندگی او و روزنه‌هایی بودند که در آن‌ها او در موقعیتی انتخاب شده با آرایشی (ترتیبی) پیچیده از پارچه و توری، بی‌حرکت باقی ماند.

۱۱- گزینه «۴» In the year 1970 به معنی (در سال ۱۹۷۰) می‌باشد و بیانگر زمان گذشته است.

تذکر: از آنجا که زمان متن گذشته است، گزینه (۱) نادرست است، زیرا این گزینه بیانگر زمان حال کامل است.



۱۲- گزینه «۲» با توجه به مفهوم تست نیاز به ضمیر موصولی which (حالت فاعلی) می‌باشد.
تذکر: قبل از that از کاما استفاده نمی‌شود.

◆ ◆ ◆ ◆

۱۳- گزینه «۱» ضمیر موصولی which همراه با مشتق فعل to be حذف شده‌اند.

an artistic career which was devoted to the oneness.

حذف شده‌اند

◆ ◆ ◆ ◆

۱۴- گزینه «۲» با توجه به مفهوم تست نیاز به واژه Then به معنی (سپس) می‌باشد.

تذکر: هرگاه واژه Then جهت تأکید در ابتدای جمله بیاید، به دنبال آن جمله به صورت وارونه به کار می‌رود.

◆ ◆ ◆ ◆

۱۵- گزینه «۳» نیاز به ضمیر موصولی which (حالت مفعولی) می‌باشد، ضمناً از آنجا که قبل از نقطه چین به واژه‌های living environments و windows اشاره شده، لذا کاربرد حرف اضافه in قبل از ضمیر موصولی ضروری است.

◆ ◆ ◆ ◆

متن ۱:

موتور احتراق داخلی، ابزاری است که با چرخه ترمودینامیک باز (open thermodynamic cycles) عملیاتی می‌شود و از آن برای تبدیل انرژی شیمیایی سوخت به انرژی مکانیکی دورانی استفاده می‌شود. انرژی مکانیکی دورانی اغلب به طور مستقیم در خودروها جهت فراهم نمودن نیروی محرکه استفاده می‌شود. نسبت توان به وزن بالای موتور احتراق داخلی همچنین عاملی برای کاربرد آن در ابزاری مثل اره زنجیری و چمن زن است که در آن‌ها به منبع نیروی سبک نیاز است.

در تمام موتورهای SI یا موتور اشتعال جرقه‌ای، فرایند احتراق توسط تخلیه زمانبندی شده شمع در یک شکاف الکترودی در محفظه احتراق آغاز می‌شود. قبل از اشتعال، مخلوط قابل احتراق ممکن است همگن (یعنی یک دست بودن تقریبی نسبت مخلوط سوخت - هوا در محفظه احتراق) یا چینه بندی باشد (یعنی اینکه ممکن است نسبت مخلوط سوخت - هوا در برخی از مناطق محفظه احتراق نسبت به دیگر مناطق، سوخت فقیرتر (fuel-lean) باشد).

در فرایندهای موتور SI چهار زمانه، سوپاپ‌ها به صورت لحظه‌ای زمانی که پیستون در TDC (زمانی که پیستون به سر سیلندر نزدیک است) یا BDC (زمانی که پیستون از سر سیلندر دور است) است، باز یا بسته می‌شوند. در واقع سوپاپ‌ها نسبتاً به صورت کند و آهسته باز و بسته می‌شوند. به منظور ایجاد فضای باز حداکثر در زمان مناسب در هر فرایند، سوپاپ تخلیه قبل از BDC در طول انبساط باز می‌شود، سوپاپ مکش بعد از DBC در طول کورس تراکم بسته می‌شود و سوپاپ مکش و تخلیه هر دو در زمان دوره overlap سوپاپ‌ها، باز هستند. شرایط تایمینگ سوپاپ برای این تفسیر و توضیح ساده از چرخه ۴ زمانه ضروری نیست اما بر عملکرد و کارایی اثر قابل توجهی دارد.

۱۶- گزینه «۱» واژه relatively را در پاراگراف آخر می‌توان با جایگزین کرد.

(۱) نسبتاً (۲) به طور چشمگیر (۳) بسیار زیاد (۴) بنابراین

◆ ◆ ◆ ◆

۱۷- گزینه «۴» از پاراگراف ۱ می‌توان چنین برداشت کرد که

(۱) وزن بالای موتور احتراق داخلی یک مزیت در خودروها به حساب می‌آید.

(۲) انرژی شیمیایی را می‌توان به صورت مستقیم و غیرمستقیم به انرژی مکانیکی تبدیل کرد.

(۳) اره زنجیری و چمن زن مثالی از موتورهای دارای نسبت توان پایین هستند.

(۴) انرژی مکانیکی دورانی به طور مستقیم در سیستم‌ها استفاده می‌شود.

◆ ◆ ◆ ◆

۱۸- گزینه «۲» فرایند احتراق در یک موتور SI.....

(۱) سوخت و هوا را ترکیب می‌کند که ممکن است بعداً در محفظه احتراق متراکم شوند.

(۲) شامل سوخت بار در زمان تخلیه شمع است.

(۳) نیازمند این است که مخلوط هوا و سوخت به صورت چینه بندی باشد

(۴) الکترودها را به یک شکاف lager منبسط می‌کند

◆ ◆ ◆ ◆

۱۹- گزینه «۳» صحیح نیست که بگوییم

(۱) نسبت توان به وزن عامل مهمی در انتخاب موتورها برای برخی از وظایف است.

(۲) شمع نقش یک شروع کننده را در موتور SI ایفا می‌کند

(۳) مخلوط قابل اختراع همگن بیشتر حاوی سوخت است تا هوا

(۴) شکاف الکترودی باعث جرقه می‌شود.



۴۹- فرض کنید $f(\alpha) = \oint_{|z|=2} \frac{z^2 dz}{(z-\alpha)^2(z-2\alpha)}$ است. مقدار $f'(i)$ کدام است؟

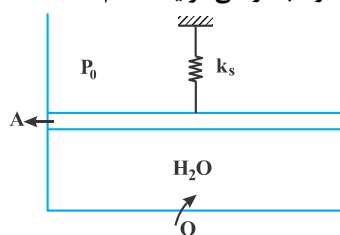
- (۱) -22π (۲) $-44\pi i$ (۳) -44π (۴) $-22\pi i$

۵۰- اگر مساحت ناحیه تبدیل یافته $|z|=p$ با نگاشت $w = z + \frac{1}{z}$ برابر $\frac{15\pi}{4}$ باشد، آنگاه p کدام است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

حرارت و سیالات (ترمودینامیک، مکانیک سیالات، انتقال حرارت)

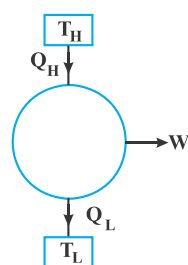
۵۱- یک پیستون - سیلندر بی‌اصطکاک در حالت اولیه حاوی مقداری بخار آب در فشار P_1 و حجم V_1 است. جرم پیستون ناچیز بوده و پیستون توسط یک فنر خطی با ثابت k_s بارگذاری شده است، که در حالت اولیه بدون کشیدگی / فشرده‌گی است. در اثر انتقال حرارت به سیستم به V_2 و فشار آن به P_2 افزایش می‌یابد. اگر فشار جو P_o بوده و سطح مقطع سیلندر A باشد، کار انجام شده توسط بخار آب در طی فرایند کدام است؟



$$(V_2 - V_1) \left[\left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + P_o \right] \quad (1) \quad (V_2 - V_1) \left[\frac{k_s}{2A^2} (V_2 - V_1) + P_o \right] \quad (2)$$

$$\frac{P_2 - P_1}{2} (V_2 - V_1) \quad (3) \quad \frac{k_s}{2A^2} (V_2 - V_1) \quad (4)$$

۵۲- در ماشین حرارتی زیر اگر S_{gen} ناشی از برگشت‌ناپذیری ماشین باشد، راندمان حرارتی η_{th} برابر کدام است؟

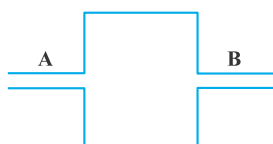


$$1 - \frac{T_L}{Q_H} (S_{gen} - \frac{Q_H}{T_H}) \quad (2) \quad 1 - \frac{T_L}{Q_L} (S_{gen} + \frac{Q_L}{T_H}) \quad (1)$$

$$1 - \frac{T_L}{T_H} \quad (4) \quad 1 - \frac{T_L}{Q_H} (S_{gen} + \frac{Q_H}{T_H}) \quad (3)$$

۵۳- در شکل زیر هوا (گاز ایده‌آل) در محفظه عایق و بدون تبادل کار جریان دارد، در صورتی که $C_p = 1 \frac{kJ}{kg.K}$ باشد، در مورد جهت جریان چه می‌توان گفت؟

$$P_A = 100 \text{ kPa} \\ T_A = 500 \text{ K} \\ V_A = 15 \frac{m}{s}$$



$$P_B = 100 \text{ kPa} \\ T_B \\ V_B = 50 \frac{m}{s}$$

(۱) از A به B است.

(۲) چنین جریانی وجود ندارد.

(۳) از B به A است.

(۴) جریان از هر دو سمت می‌تواند وارد شود.

۵۴- به دو سیستم یکی باز SSSF و دیگری بسته، هر دو دارای سیال یکسان، مقدار حرارت $q^* (\frac{kJ}{kg})$ یکسان داده می‌شود. تولید آنتروپی به‌ازای

واحد جرم کدام یک بیشتر خواهد بود؟ (فرض کنید دما و فشار اولیه سیستم بسته به ترتیب با دما و فشار ورودی سیستم باز، یکسان است.)

(۱) تولید آنتروپی هر دو سیستم صفر است.

(۲) تولید آنتروپی سیستم باز بیشتر است.

(۳) تولید آنتروپی هر دو سیستم غیر صفر و یکسان است.

(۴) تولید آنتروپی سیستم بسته بیشتر است.

۵۵- آب اشباع در یک فشار مشخص و با یک نرخ معلوم وارد یک اتاق اختلاط می‌شود. بخار اشباع نیز با همان فشار و دبی از سمت دیگر وارد اتاق اختلاط شده و جریان حاصل از اتاق اختلاط خارج می‌شود. در این صورت بازگشت‌ناپذیری فرآیند چقدر خواهد بود؟ (T_o دمای محیط است.)

$$T_o \left(\frac{s_f + s_g}{2} \right) \quad (4) \quad 2 T_o (s_g + s_f) \quad (3) \quad T_o \left(\frac{s_g - s_f}{2} \right) \quad (2) \quad \text{صفر} \quad (1)$$

۵۶- اتان و اتانول در شرایط استوکیومتری در دو محفظه جدا با هوا واکنش می‌دهند. دمای نقطه شبنم محصولات در کدام یک بیشتر است؟

(فشار نهایی محصولات حاصل از احتراق در هر دو یکسان است)

(۱) دمای نقطه شبنم محصولات در احتراق اتانول زیاد است.

(۲) دمای نقطه شبنم محصولات در احتراق اتان زیاد است.

(۳) دمای نقطه شبنم محصولات بستگی به نوع سوخت ندارد.

(۴) دمای نقطه شبنم محصولات به دلیل تعداد مول یکسان آب، با هم برابر است.

کله ۵۷- یک کمپرسور زمینی، هوا را از محیطی با دمای 15°C به درون می‌مکد. سرعت هوا در ورودی به کمپرسور $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است. دمای سکون هوا در

$$C_{p0} = 1/0 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \text{ چند کلون است؟}$$

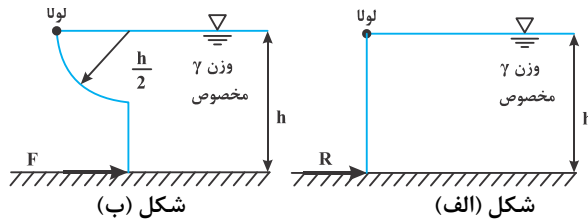
$$283 \text{ (۱)}$$

$$288 \text{ (۲)}$$

$$293 \text{ (۳)}$$

$$338 \text{ (۴)}$$

کله ۵۸- اگر نیروی لازم برای بسته نگاه داشتن دریچه شکل الف R باشد، نیروی لازم برای بسته نگاه داشتن دریچه شکل ب، چقدر است؟ (بهنای دریچه‌ها ۱m منظور شود.)



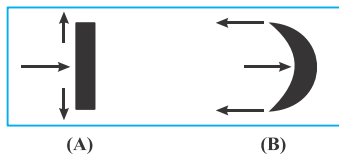
$$\frac{F}{R} = \frac{5}{6} + \frac{\pi}{8} \text{ (۲)}$$

$$\frac{F}{R} = \frac{4}{5} + \frac{\pi}{6} \text{ (۱)}$$

$$\frac{F}{R} = \frac{5}{6} + \frac{\pi}{6} \text{ (۴)}$$

$$\frac{F}{R} = \frac{4}{5} + \frac{\pi}{8} \text{ (۳)}$$

کله ۵۹- جت آبی با شرایط یکسان به یک دیسک (نیروی F_A) و یک نیمکره (نیروی F_B) با شعاع‌های یکسان برخورد می‌کند. مقدار $\frac{F_A}{F_B}$ ، کدام است؟ (از اصطکاک صرف نظر شود.)



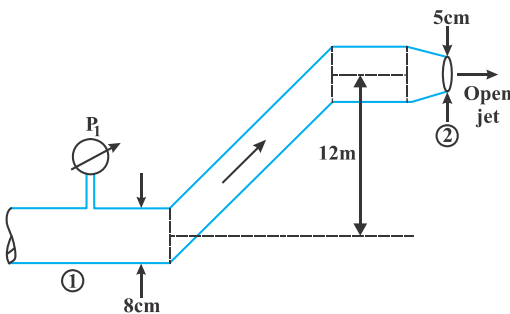
$$4/0 \text{ (۲)}$$

$$0/2 \text{ (۱)}$$

$$0/5 \text{ (۴)}$$

$$2/0 \text{ (۳)}$$

کله ۶۰- مطابق شکل زیر گازوئیل با چگالی $680 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و یا دبی جرمی $12/23 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ از مسیری که افت‌های اصطکاکی آن قابل صرف نظر است: عبور کرده و به اتمسفر تخلیه می‌شود. فشار نسبی در مقطع ۱، چند کیلوپاسکال است؟



$$104 \text{ (۱)}$$

$$106 \text{ (۲)}$$

$$108 \text{ (۳)}$$

$$110 \text{ (۴)}$$

کله ۶۱- در جریان چرخشی، کدام گزینه برای توابع پتانسیل سرعت و تابع جریان صادق است؟

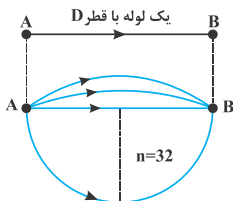
$$\nabla^2 \phi \neq 0, \nabla^2 \psi \neq 0 \text{ (۴)}$$

$$\nabla^2 \phi = 0, \nabla^2 \psi = 0 \text{ (۳)}$$

$$\psi \text{ تابع وجود ندارد. (۲)}$$

$$\phi \text{ تابع وجود ندارد. (۱)}$$

کله ۶۲- در سیستم لوله کشی بین دو نقطه A و B همانند شکل زیر، اگر به جای یک لوله بزرگ با قطر D از ۳۲ لوله با همان طول و همان ضریب اصطکاک و قطر D که به صورت موازی بین دو نقطه بسته شده‌اند: استفاده کنیم. به طوری که مجموع لوله‌های موازی همان میزان دبی و افت فشار را داشته باشند، کدام رابطه صحیح است؟



$$d = \frac{1}{4} D \text{ (۲)}$$

$$d = \frac{D}{32^2} \text{ (۱)}$$

$$d = \frac{D}{\sqrt[3]{32^2}} \text{ (۴)}$$

$$d = \frac{1}{32} D \text{ (۳)}$$

کله ۶۳- یک هواپیمای کوچک به جرم 950 kg در حال سقوط آزاد است. به منظور اینکه هواپیما با سرعت مطمئنه $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به زمین برخورد کند، از

یک چتر نجات به شکل نیمکره به قطر D استفاده شده است. اگر ضریب درگ نیمکره $C_D = 1/2$ و $g = 9/8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و چگالی هوا $\rho = 1/2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشد،

مساحت پارچه استفاده شده در چتر نجات چند متر مربع است؟

$$1034/4 \text{ (۴)}$$

$$517/2 \text{ (۳)}$$

$$256/6 \text{ (۲)}$$

$$129/3 \text{ (۱)}$$

کله ۶۴- یک استوانه به شعاع b محتوی گاز با سرعت زاویه‌ای ω به حول محور خود می‌چرخد. چگالی گاز ρ و فشار آن p است. تغییرات چگالی بر حسب شعاع و دمای گاز، کدام است؟

$$\rho \sim \frac{e^{-\frac{\omega^2}{2RT}(b^2-r^2)}}{T^2} \text{ (۴)}$$

$$\rho \sim \frac{e^{-\frac{\omega^2}{2RT}(b^2-r^2)}}{T} \text{ (۳)}$$

$$\rho \sim T e^{-\frac{\omega^2}{2RT}(b^2-r^2)} \text{ (۲)}$$

$$\rho \sim T^2 e^{-\frac{\omega^2}{2RT}(b^2-r^2)} \text{ (۱)}$$



۵۰- گزینه «۲» طبق توضیحات صفحه ۵۹ کتاب میکرو طبقه‌بندی ریاضی مهندسی مدرس‌ان شریف در مورد نگاشت زوکوفسکی، تمام دایره‌های به

شعاع $|z| = \rho$ به بیضی با معادله مقابل نگاشته می‌شوند:

$$\frac{u^2}{(\rho + \frac{1}{\rho})^2} + \frac{v^2}{(\rho - \frac{1}{\rho})^2} = 1$$

از طرفی می‌دانیم مساحت بیضی به معادله $\frac{u^2}{a^2} + \frac{v^2}{b^2} = 1$ برابر با πab است، لذا مساحت این بیضی به صورت زیر است:

$$\text{مساحت بیضی} = \pi(\rho + \frac{1}{\rho})(\rho - \frac{1}{\rho}) = \pi(\rho^2 - \frac{1}{\rho^2})$$

$$\frac{15}{4}\pi = (\rho^2 - \frac{1}{\rho^2})\pi \Rightarrow \rho^2 - \frac{1}{\rho^2} = \frac{15}{4}$$

طراح سؤال گفته این مساحت برابر با $\frac{15\pi}{4}$ است، لذا داریم:

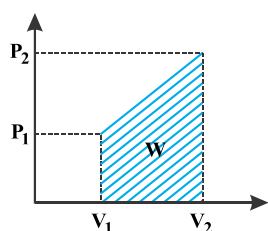
با توجه به گزینه $\rho = 2$ است.

حرارت و سیالات (ترمودینامیک، مکانیک سیالات، انتقال حرارت)

۵۱- گزینه «۲»

حالت اول: فنر بدون کشیدگی / فشردگی

حالت دوم: فنر در حالت فشردگی در اثر افزایش حجم سیستم



$$P_o A + k_s \left(\frac{V_2 - V_1}{A} \right) = P_1 A \Rightarrow P_o + k_s \left(\frac{V_2 - V_1}{A^2} \right) = P_1 \Rightarrow P_1 + P_2 = P_o + k_s \left(\frac{V_2 - V_1}{A^2} \right)$$

فشار با حجم رابطه خطی دارد:

$$W = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (P_1 + P_2) = (V_2 - V_1) \left[\frac{k_s}{2A^2} (V_2 - V_1) + P_o \right]$$

$$S_{\text{gen}} = \frac{Q_L}{T_L} - \frac{Q_H}{T_H} \Rightarrow Q_L = T_L S_{\text{gen}} + \frac{T_L}{T_H} Q_H$$

۵۲- گزینه «۳» تولید آنتروپی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\eta_{\text{th}} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \left(S_{\text{gen}} + \frac{Q_H}{T_H} \right)$$

برای راندمان گرمایی داریم:

۵۳- گزینه «۱» با فرض جریان از A به B و با ساده‌سازی قانون اول ترمودینامیک برای سیستم‌های باز داریم:

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2} = h_e + \frac{V_e^2}{2} \Rightarrow h_A + \frac{V_A^2}{2} = h_B + \frac{V_B^2}{2}$$

$$h_B - h_A = C_p (T_B - T_A) \Rightarrow T_B = T_A + \frac{V_A^2 - V_B^2}{2C_p} = 500 + \frac{150^2 - 50^2}{2 \times 1000} > 500$$

$$\Delta S_t = C \ln \frac{T_B}{T_A} > 0 \Rightarrow \text{جریان از A به B است.}$$

۵۴- گزینه «۳ و ۴»

حالت اول: سیستم SSSF

$$\dot{S}_{\text{gen}} = \dot{m} \Delta s - \frac{\dot{Q}}{T}$$

موازنه آنتروپی:

$$S_{\text{gen}} = \Delta S_{\text{sys}} + \Delta S_{\text{sur}} = m \Delta s - \frac{Q}{T}$$

حالت دوم: سیستم بسته

نوع سیال مشخص نشده است. با فرض سیال تراکم‌ناپذیر داریم:

$$\dot{S}_{\text{gen}} = \dot{m} C \ln \frac{T_2}{T_1} - \frac{\dot{Q}}{T}$$

$$S_{\text{gen}} = m C \ln \frac{T_2}{T_1} - \frac{Q}{T} \quad \text{حالت دوم}$$

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} (h_2 - h_1), \quad W = 0$$

به جز T_2 بقیه موارد یکسان هستند.

$$\Delta h \approx \Delta U \Rightarrow T_r = T_1 + \frac{\dot{Q}}{\dot{m}C}$$

$$Q - W = \Delta U, W = 0 \Rightarrow T_r = T_1 + \frac{Q}{mC}$$

بنابراین T_r در هر دو حالت یکسان و گزینه (۳) صحیح است.

$$\dot{Q} = \dot{m}(h_r - h_1) = \dot{m}C_p(T_r - T_1) \Rightarrow T_r = T_1 - \frac{\dot{Q}}{\dot{m}C_p}$$

اگر سیال را گاز ایده‌آل در نظر بگیریم:

$$Q - W = \Delta U, W = 0$$

$$Q = \Delta U = mC_v(T_r - T_1) \Rightarrow T_r = T_1 + \frac{Q}{mC_v}$$

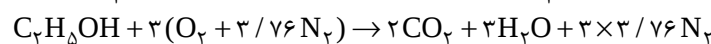
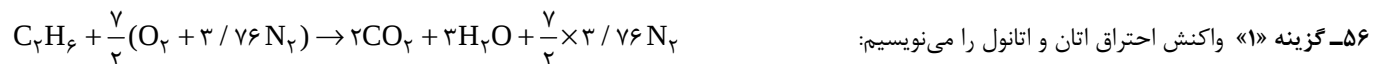
$$C_p > C_v \Rightarrow T_r|_{\text{سیستم بسته}} > T_r|_{\text{SSSF}}$$

بنابراین گزینه (۴) صحیح خواهد بود.

۵۵- گزینه «۱» جریان خروجی به صورت مخلوط بخار و مایع اشباع با $x = 0.5$ است. با اعمال موازنه آنتروپی داریم:

$$\dot{S}_{\text{gen}} = \sum \dot{m}_e s_e - \sum \dot{m}_i s_i - \sum \frac{\dot{Q}}{T} = \sum \dot{m}_e s_e - \sum \dot{m}_i s_i$$

$$\sum \dot{m}_e s_e = 2\dot{m}(s_f + xs_{fg}) = 2\dot{m}(s_f + \frac{1}{2}(s_g - s_f)) = \dot{m}(s_f + s_g), \sum \dot{m}_i s_i = \dot{m}s_g + \dot{m}s_f \Rightarrow \dot{S}_{\text{gen}} = 0$$



$$C_2H_6 \text{ برای } P_{H_2O} = \frac{3}{2+3+\frac{7}{2} \times 3.76}, \quad C_2H_5OH \text{ برای } P_{H_2O} = \frac{3}{2+3+3 \times 3.76}$$

P_{H_2O} برای C_2H_5OH بزرگ‌تر است، بنابراین دمای نقطه شبنم محصولات در احتراق اتانول بیشتر از احتراق اتان است.

۵۷- گزینه «۲ و ۳» طراح مشخص نکرده است که دمای داده شده دمای نقطه ورودی کمپرسور است یا دمای نقطه‌ای دور از ورودی.

$$\frac{V^2}{2C_p} = \frac{100^2}{2 \times 1000} = 5$$

بنابراین ۲۸۸ یا ۲۹۳ می‌تواند مدنظر طراح سؤال باشد.

۵۸- هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نیست. مقدار و محل اثر برآیند نیروی هیدرواستاتیک وارده بر سطوح مسطح غوطه‌ور عبارت است از:

$$F_R = \gamma h_C A, y' = y_C + \frac{\bar{I}}{y_C A}$$

$$F_1 = \gamma \left(\frac{h}{2}\right)(h \times 1) = \frac{1}{2} \gamma h^2, y' = \frac{h}{2} + \frac{\frac{1}{12}(h)(h)^3}{\left(\frac{h}{2}\right)(h \times 1)} = \frac{h}{2} + \frac{h}{6} = \frac{2h}{3}$$

برای شکل الف

$$\sum M_{y_{\text{جو}}} = 0: R \times h - \frac{1}{2} \gamma h^2 \left(\frac{2h}{3}\right) = 0 \quad R = \frac{1}{3} \gamma h^2$$

$$F_h = \gamma \left(\frac{h}{4}\right)\left(\frac{h}{2} \times 1\right) = \frac{1}{8} \gamma h^2, y' = \frac{h}{4} + \frac{\frac{1}{12}(1)\left(\frac{h}{2}\right)^3}{\left(\frac{h}{4}\right)\left(\frac{h}{2} \times 1\right)} = \frac{h}{4} + \frac{h}{12} = \frac{h}{3}$$

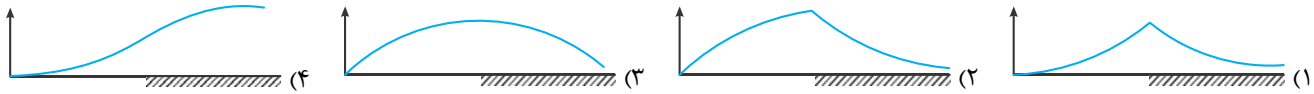
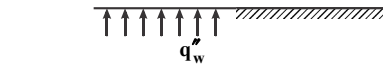
(ب) برای شکل

$$F_V = \gamma \times \frac{\pi}{4} \left(\frac{h}{2}\right)^2 (1) = \frac{\gamma \pi h^2}{16} \quad \sum M_{y_{\text{جو}}} = 0: F \times h - \frac{1}{8} \gamma h^2 \left(\frac{h}{3}\right) - \frac{1}{16} \gamma \pi h^2 \left[\frac{h}{2} - \frac{4}{3\pi} \left(\frac{h}{2}\right)\right] = 0$$

$$F = \frac{1}{24} \gamma h^2 + \frac{1}{32} \gamma \pi h^2 - \frac{1}{24} \gamma h^2 \quad F = \frac{1}{32} \gamma \pi h^2 = \frac{3}{32} \pi \left(\frac{1}{3} \gamma h^2\right) = \frac{3\pi}{32} R \Rightarrow \frac{F}{R} = \frac{3\pi}{32}$$



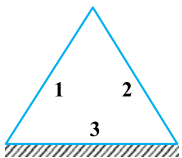
کله ۶۳- کدام یک از نمودارهای زیر بیانگر تغییرات دما در طول یک دیواره تخت تحت جریان اجباری آرام است؟ (نیمی از دیواره تحت شار گرمایی ثابت و نیمه دیگر عایق است.)



کله ۶۴- آب در دمای 27°C با دبی $450 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$ وارد یک لوله می‌شود. گرمکنی روی لوله بسته شده که حرارتی را مطابق $q'(\frac{\text{W}}{\text{m}}) = ax$ به آب وارد می‌کند. ضریب $a = 20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ و $x(\text{m})$ فاصله از اول لوله است. با در نظر گرفتن یک حجم کنترل (CV) مناسب رابطه‌ای برای توزیع دمای متوسط $T_m(x)$ کدام است؟ اگر طول لوله 30 متر باشد، دمای متوسط خروجی آب T_{mo} کدام است؟ ($C_p = 4179 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$)

$$\begin{aligned} T_m(x) &= T_{mi} & T_m(x) &= T_{mi} + \frac{ax^2}{2\dot{m}c_p} & T_m(x) &= T_{mi} + \frac{x^2}{2\dot{m}c_p} & T_m(x) &= T_{mi} + \frac{ax}{2\dot{m}c_p} \\ T_{mo} &= 44^\circ\text{C} & T_{mo} &= 44/2^\circ\text{C} & T_{mo} &= 34^\circ\text{C} & T_{mo} &= 38/2^\circ\text{C} \end{aligned}$$

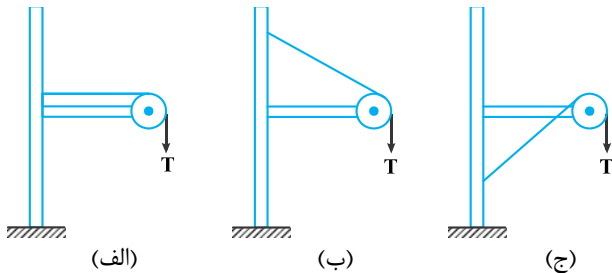
کله ۶۵- یک کوره مثلثی متساوی‌الاضلاع به شکل زیر را در نظر بگیرید که یک سطح آن ایزوله شده است. در صورتی که دمای سطح یک $T_1 = A$ و دمای سطح دو $T_2 = \sqrt{2}A$ باشد، دمای سطح سوم (T_3) برابر با کدام است؟



$$\begin{aligned} \sqrt[4]{\frac{5}{2}}A & \quad \sqrt[4]{\frac{3}{5}}A \\ \sqrt[4]{\frac{4}{5}}A & \quad \sqrt[4]{\frac{2}{5}}A \end{aligned}$$

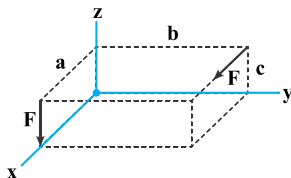
جامدات (استاتیک، مقاومت مصالح، طراحی اجزا)

کله ۶۶- در هر ۳ حالت زیر، ابعاد سازه‌ها یکسان و کشش طناب بدون وزن برابر T است. در کدام حالت گشتاور بیشتری به پایه قاب در نقطه اتصال به زمین وارد می‌شود؟



- (۱) الف
(۲) ب
(۳) ج
(۴) در هر سه حالت یکسان است.

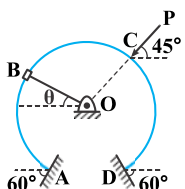
کله ۶۷- دو نیروی F در شکل زیر با یک سیستم هم‌ارز استاتیکی نیرو و کوپل برآیند در مبدأ مختصات جایگزین می‌شود. بردار کوپل پیچ‌گوشته‌وار کدام است؟



$$\begin{aligned} \frac{Fb}{2}(\vec{i} - \vec{k}) & \quad \frac{Fa}{2}(\vec{i} - \vec{k}) \\ Fb(\vec{i} - \vec{k}) & \quad Fa(\vec{i} - \vec{k}) \end{aligned}$$

کله ۶۸- میله‌ای به شکل یک قوس دایره‌ای به مرکز O خم شده و بر روی سطوح بدون اصطکاک A و D تکیه داده شده است و تحت نیروی شعاعی P قرار دارد. طوقه بی‌وزن B به طناب بی‌وزن تحت کشش OB متصل است و می‌تواند بدون اصطکاک آزادانه روی میله حرکت کند. نسبت نیروهای

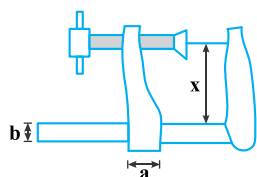
عکس‌العمل $\frac{R_A}{R_D}$ کدام است؟



$$\begin{aligned} \frac{\sqrt{2}}{2} & \quad \sin \theta \\ \cos \theta & \end{aligned}$$



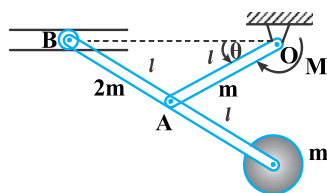
۶۹- در گیره نجاری شکل زیر مقدار x چقدر باشد، تا فک سمت چپ تحت بار نلغزد؟ (از وزن فک سمت چپ در برابر نیروی گیره صرف نظر شود. ضریب اصطکاک سطح μ_s است.)



$$(1) \frac{a+b}{\mu_s} \quad (2) \frac{\mu_s a - b}{\mu_s}$$

$$(3) \frac{a - \mu_s b}{2\mu_s} \quad (4) \frac{b\mu_s + a}{2\mu_s}$$

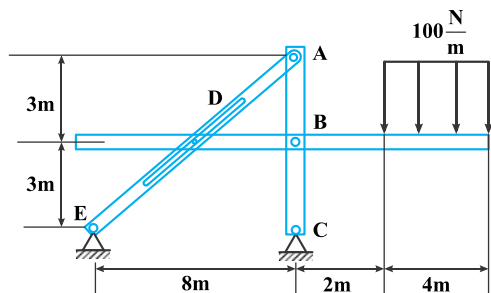
۷۰- مقدار کوپل M که در نقطه O باید اعمال شود تا مکانیزم را در $\theta = 3^\circ$ در حال تعادل نگه دارد، کدام است؟ (جرم میله AO ، BC و دیسک به ترتیب m ، $2m$ و m و توزیع جرم آنها یکنواخت است.)



$$(1) \frac{7}{2} mgl \quad (2) \frac{7\sqrt{3}}{4} mgl$$

$$(3) \frac{9}{2} mgl \quad (4) \frac{9\sqrt{3}}{4} mgl$$

۷۱- در شکل زیر مقدار عکس‌العمل در پین B چند نیوتن است؟



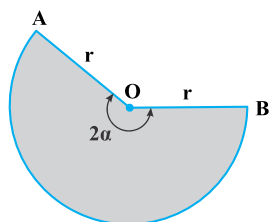
$$(1) 854/4$$

$$(2) 583/1$$

$$(3) 480/7$$

$$(4) 400$$

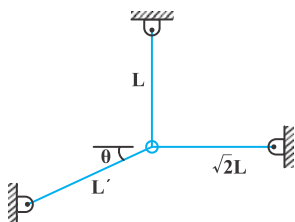
۷۲- اگر قطاع شکل زیر به زاویه مرکزی 2α از نقطه A آویزان شود، زاویه‌ای که شعاع OA با راستای قائم در حالت تعادل می‌سازد، کدام است؟



$$(1) \tan^{-1} \left[\frac{\frac{3}{2} \frac{\alpha}{\sin^2 \alpha} - \tan \alpha}{\frac{3}{2} \frac{\alpha}{\sin^2 \alpha} - \cot \alpha} \right] \quad (2) \cot^{-1} \left[\frac{\frac{3}{2} \frac{\alpha}{\sin^2 \alpha} - \cot \alpha}{\frac{3}{2} \frac{\alpha}{\sin^2 \alpha} - \tan \alpha} \right]$$

$$(3) \cos^{-1} \left[\frac{\frac{3}{2} \frac{\alpha}{\sin^2 \alpha} - \cos \alpha}{\frac{3}{2} \frac{\alpha}{\sin^2 \alpha} - \sin \alpha} \right] \quad (4) \sin^{-1} \left[\frac{\frac{3}{2} \frac{\alpha}{\sin^2 \alpha} - \sin \alpha}{\frac{3}{2} \frac{\alpha}{\sin^2 \alpha} - \cos \alpha} \right]$$

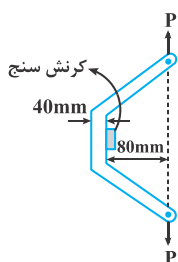
۷۳- سه میله با مشخصات E و I یکسان با اتصالات لولایی به یکدیگر و به زمین در یک صفحه متصل شده‌اند. فقط میله به طول L' را گرم می‌کنیم. تانژانت زاویه θ و طول L' برای آنکه کمانش در هر سه میله همزمان رخ دهد، کدام است؟



$$(1) \tan \theta = \sqrt{2}, L' = \sqrt{\frac{2}{5}} L \quad (2) \tan \theta = 2, L' = \sqrt{\frac{2}{5}} L$$

$$(3) \tan \theta = 2, L' = \sqrt{\frac{2}{5}} L \quad (4) \tan \theta = \sqrt{2}, L' = \sqrt{\frac{2}{5}} L$$

۷۴- اگر نیروی $P = 8 \text{ kN}$ به یک میله فولادی ($E = 200 \text{ GPa}$) با مقطع مربعی به طول ضلع 40 mm وارد شود، کرنش سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟



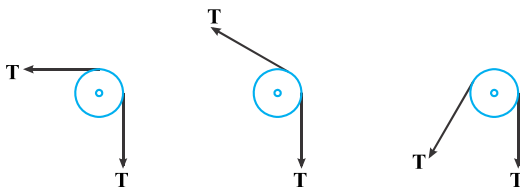
$$(1) 0/4 \times 10^{-6}$$

$$(2) 0/45 \times 10^{-6}$$

$$(3) 400 \times 10^{-6}$$

$$(4) 450 \times 10^{-6}$$

جامدات (استاتیک، مقاومت مصالح، طراحی اجزا)



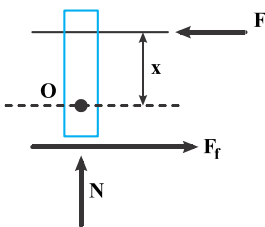
۶۶- گزینه «۴» کابل بر روی قرقره بدون اصطکاک فرض می‌شود. با توجه به نوع پیچش کابل روی قرقره، در هر سه حالت، کشش کابل متصل به پایه قاب یکسان و برابر مقدار T می‌باشد.

۶۷- گزینه «۱» سیستم هم‌ارز استاتیکی از نظر مقدار نیرو و برآیند دو نیروی $F\vec{i} - F\vec{k}$ می‌باشد لذا مقدار نیروی برآیند برابر است با: $F(\vec{i} - \vec{k})$
گشتاور حاصل از جابه‌جایی این دو نیرو نیز به قرار مقابل است:

$$[(b\vec{j} + c\vec{k}) \times F\vec{i}] + [a\vec{i} + F\vec{k}] = \frac{Fb}{\gamma}(\vec{i} - \vec{k})$$

۶۸- گزینه «۲» با توجه به اینکه شکل میله خمیده دارای تقارن کامل نسبت به تکیه‌گاه‌های A, D می‌باشد و طوقه B وزن ندارد، لذا نیروی شعاعی P به‌صورت یکسان به دو تکیه‌گاه منتقل می‌گردد و داریم:

$$\frac{R_A}{R_D} = 1$$



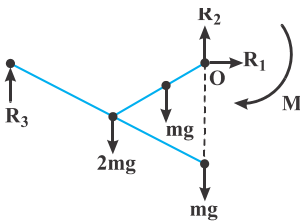
۶۹- گزینه «۳» با فرض وجود اصطکاک در لغزنده، از دیاگرام جسم آزاد فک لغزنده به‌صورت زیر داریم:

$$\begin{cases} f_f = \mu_s \cdot N \\ F_f = F \\ F = \gamma N \end{cases}$$

$$\sum M_O = 0 \Rightarrow (\gamma F \cdot x) = N \cdot a - F_f \cdot b$$

$$\gamma F \cdot x = N \cdot a - \mu_s \cdot N \cdot b = (a - \mu_s b)N \Rightarrow x = \frac{(a - \mu_s b)N}{\gamma \mu_s \cdot N} = \frac{a - \mu_s \cdot b}{\gamma \mu_s}$$

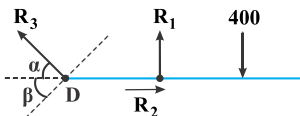
۷۰- گزینه «۴» دیاگرام جسم آزاد کل مجموعه را به‌صورت زیر ترسیم می‌کنیم:



$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \Rightarrow R_1 = 0 \\ \sum F_y = 0 \Rightarrow R_1 + R_2 + R_3 = 4mg \\ \sum M_O = 0 \end{cases}$$

$$\sum M_O = 0 \Rightarrow M = (mg \times \frac{\sqrt{3}}{4} \ell) + (\gamma mg \times \frac{\sqrt{3}}{2} \ell) + (mg \times \sqrt{3} \ell) = mg \ell \times \frac{9\sqrt{3}}{4}$$

۷۱- گزینه «۱» برای محاسبه مقدار عکس‌العمل در لولای B ، کافی است دیاگرام جسم آزاد میله افقی به‌صورت مجزا ترسیم گردد:



$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \Rightarrow R_1 = R_3 \cos \alpha \\ \sum F_y = 0 \Rightarrow R_1 + R_3 \sin \alpha = 400 \\ \sum M_D = 0 \end{cases}$$

$$\sum M_D = 0 \Rightarrow (R_1 \times 4) - (400 \times 2) = 0 \Rightarrow R_1 = 200 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow 200 + (R_3 \times \frac{4}{5}) = 400 \Rightarrow \frac{4}{5} R_3 = 200 \Rightarrow R_3 = 250$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow R_1 = 250 \times \frac{3}{5} = 150 \Rightarrow R_B = \sqrt{200^2 + 150^2} = 250$$

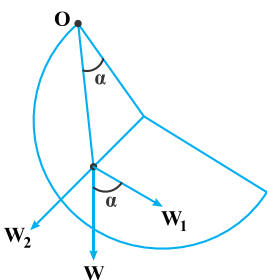
$$\frac{\gamma r \sin \alpha}{3\alpha}$$

۷۲- گزینه «۲» موقعیت مرکز سطح این قطاع برابر است با:

در حالت تعادل داریم:

$$\sum M_O = 0 \Rightarrow (W_1 \times \frac{\gamma r \sin \alpha}{3\alpha}) - (w \times r) = 0 \Rightarrow (w \cos \alpha \times \frac{\gamma r \sin \alpha}{3\alpha}) = (w \sin \alpha \times r)$$

$$\cot \alpha = \frac{r}{\frac{\gamma r \sin \alpha}{3\alpha}} = \frac{3\alpha}{\gamma \sin \alpha} \Rightarrow \alpha = \cot^{-1}(\frac{3\alpha}{\gamma \sin \alpha} \times \frac{1}{\sin \alpha} - \cot \alpha)$$



۷۳- گزینه «۲» بار بحرانی میله‌های عمودی و افقی طبق رابطه اوایلر برابر است با:

$$F_{cr1} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} = F \quad ; \quad F_{cr2} = \frac{\pi^2 EI}{(\sqrt{2}L)^2} = \frac{\pi^2 EI}{2L^2} = \frac{F}{2}$$

با نوشتن معادله تعادل برای مفصل اتصال دهنده سه میله خواهیم داشت:

$$\left. \begin{aligned} F' \cos \theta &= \frac{F}{2} \\ F' \sin \theta &= F \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tan \theta = 2$$

$$F' = \sqrt{F^2 + \left(\frac{F}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{5}}{2} F$$

طبق رابطه اوایلر می‌توان برای میله شماره ۳ بار بحرانی را به صورت زیر نوشت:

$$\frac{\sqrt{5}}{2} F = \frac{\pi^2 EI}{L'^2} = \frac{\sqrt{5}}{2} \frac{\pi^2 EI}{L^2} \Rightarrow L'^2 = \frac{2}{\sqrt{5}} L^2 \Rightarrow L' = \sqrt{\frac{2}{\sqrt{5}}} L$$

۷۴- گزینه «۳» مقدار تنش در محل کرنش سنج مساوی است با:

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{MC}{I} = \frac{8000}{40^2} + \frac{6 \times 8000 \times 20}{40^3} = \frac{80}{16} + \frac{4800}{64} \Rightarrow \sigma = 80 \text{ MPa}$$

و اما طبق قانون هوک کرنش در محل کرنش سنج برابر است با:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{80}{200000} = 4 \times 10^{-4} = 400 \times 10^{-6}$$

۷۵- گزینه «۱» با استفاده از قانون هوک عمومی کرنش در راستاهای Y و Z برابر صفر بوده و در نتیجه:

$$\left\{ \begin{aligned} \varepsilon_y &= \frac{1}{E} \{ \sigma_y - \nu(\sigma_z - 12) \} = 0 \\ \varepsilon_z &= \frac{1}{E} \{ \sigma_z - \nu(\sigma_y - 12) \} = 0 \end{aligned} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \sigma_y - 0.4 \sigma_z &= 4/8 \\ \sigma_z - 0.4 \sigma_y &= 4/8 \end{aligned} \right. , \quad \sigma_y = \sigma_z = \frac{4/8}{0.6} = 8 \text{ MPa}$$

۷۶- گزینه «۴» طبق فرض صورت مسأله می‌توان نوشت:

$$\tau_{\max 1} = \tau_{\max 2} \Rightarrow T_1 \frac{R_1}{J_1} = T_2 \frac{R_2}{J_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{J_1 R_2}{J_2 R_1} \quad (1)$$

دو محور متصل به هم مانند دو فنر موازی رفتار کرده در نتیجه نسبت گشتاور پیچشی قابل تحمل توسط آن‌ها برابر نسبت سختی‌های دو محور فنر است.

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{G \frac{J_1}{L_1}}{G \frac{J_2}{L_2}} = \frac{J_1 L_2}{J_2 L_1} \quad (2)$$

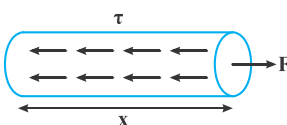
$$(1) \text{ و } (2) \Rightarrow \frac{J_1 L_2}{J_2 L_1} = \frac{J_1 R_2}{J_2 R_1} \Rightarrow 2 = \frac{d_o}{\frac{d}{2}} \Rightarrow \frac{d_o}{d} = 2$$

۷۷- گزینه «۳» تغییر طول میله استوانه‌ای در دو بخش به صورت جداگانه محاسبه شده و نتیجه با هم جمع می‌شود.



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \tau(\pi DL) = P \Rightarrow \tau = \frac{P}{\pi DL}$$

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 \quad ; \quad \Delta_1 = \frac{PL}{AE} = \frac{4PL}{\pi d^2 E}$$



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \tau(\pi Dx) = F \Rightarrow F = P \frac{x}{L}$$

$$\Delta_2 = \int \frac{F dx}{AE} = \int_0^L \frac{P \frac{x}{L}}{\frac{\pi d^2}{4} E} = \frac{2PL}{\pi d^2 E} , \quad \Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = \frac{6PL}{\pi d^2 E}$$

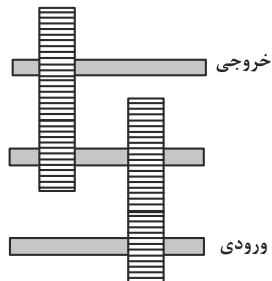
۸۲- نسبت انتقال $(i = \frac{\omega_1}{\omega_2})$ در سیستم انتقال قدرت پولی - تسمه، به کدام مورد (موارد) بستگی دارد؟

(۱) خزش نسبی

(۲) گشتاور ورودی و نسبت قطر پولی‌ها

(۳) نسبت قطر پولی‌ها

۸۳- برای طراحی جعبه‌دنده زیر بر مبنای مقاومت خمشی دندانه، محور ورودی، سرعت ورودی و توان انتقالی مشخص بوده و به مسئله تحمیل شده‌اند. با افزایش نسبت سرعت در هر زوج چرخ‌دنده درگیر، به ترتیب، «اندازه جعبه‌دنده» و «گشتاور خروجی» چه تغییری می‌کند؟



(۱) بزرگتر - بیشتر

(۲) کوچکتر - کمتر

(۳) کوچکتر - بیشتر

(۴) بزرگتر - کمتر

۸۴- در فنرهای مارپیچ پیچشی و تحت شرایط یکسان، ظرفیت انرژی در فنر با مفتول با مقطع گرد در مقایسه با مفتول با مقطع مستطیلی، چگونه است؟

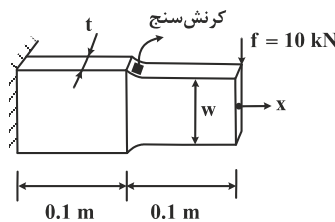
(۱) بیشتر است.

(۲) کمتر است.

(۳) برابر است.

(۴) بستگی به جنس فنر دارد.

۸۵- ضریب تمرکز تنش (k_t) در محل نصب کرنش‌سنج مطابق شکل زیر، چقدر است؟ (ϵ_x) مقدار کرنش ثبت‌شده توسط کرنش‌سنج است و از مقدار ϵ_x^2 در مقابل واحد صرف نظر شود.



$$t = 10 \text{ mm}$$

$$w = 50 \text{ mm}$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

$$\epsilon_x = 0.003$$

(۱) ۲

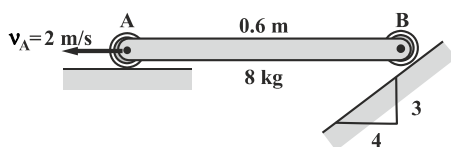
(۲) ۲/۵

(۳) ۳

(۴) ۳/۵

دینامیک و ارتعاشات (دینامیک، ارتعاشات، دینامیک ماشین، کنترل)

۸۶- یک میله صلب مطابق شکل زیر، در سطح افق قرار گرفته است. اگر سرعت انتهای A، ۲ متر بر ثانیه باشد، سرعت زاویه‌ای میله چقدر است؟ (غلطک B از سطح جدا نمی‌شود.)



$$2/5 \frac{\text{Rad}}{\text{s}} \text{ ccw} \quad (2)$$

$$2/5 \frac{\text{Rad}}{\text{s}} \text{ cw} \quad (1)$$

$$1/5 \frac{\text{Rad}}{\text{s}} \text{ ccw} \quad (4)$$

$$1/5 \frac{\text{Rad}}{\text{s}} \text{ cw} \quad (3)$$

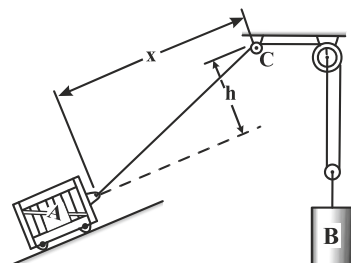
۸۷- سرعت A بر حسب سرعت B، کدام است؟

$$V_A = \frac{\sqrt{x^2 + h^2}}{2x} V_B \quad (2)$$

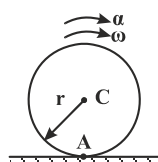
$$V_A = \frac{\sqrt{x^2 + h^2}}{2h} V_B \quad (1)$$

$$V_A = \frac{2\sqrt{x^2 + h^2}}{h} V_B \quad (4)$$

$$V_A = \frac{2\sqrt{x^2 + h^2}}{x} V_B \quad (3)$$



۸۸- در شکل زیر، دیسکی صلب به شعاع r با فرض غلش خالص در حال حرکت است. اندازه شتاب نقطه A از دیسک، کدام است؟



$r\alpha \quad (1)$

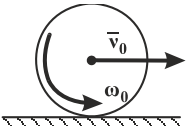
$r\omega^2 \quad (2)$

$r\sqrt{\alpha^2 + \omega^4} \quad (3)$

صفر $\quad (4)$

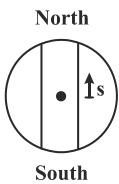


۸۹- یک توپ بولینگ به جرم 5 kg و به شعاع 1 m با سرعت اولیه $\vec{v}_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ و سرعت زاویه‌ای $\omega_0 = 9 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ مطابق شکل روی میز رها می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین توپ و میز $1/10$ باشد، چند ثانیه بعد، حرکت توپ به حرکت غلتش خالص (غلتش بدون لغزش) تبدیل می‌شود؟
 $(I = \frac{2}{5}mr^2 \text{ و } g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$



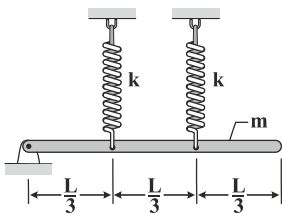
- (۱) 0.86 s
 (۲) 1.72 s
 (۳) 2.54 s
 (۴) 3.46 s

۹۰- فرض کنید بین قطب شمال و قطب جنوب، تونلی در داخل زمین حفر شده است. شتاب گرانش در داخل زمین به صورت خطی مطابق معادله $(a = -\frac{g}{R}r)$ تغییر می‌کند که R شعاع کره زمین و g شتاب گرانش در سطح زمین است. اگر جسمی در ابتدای تونل در قطب شمال بدون سرعت اولیه رها شود، سرعت آن، هنگام عبور از مرکز زمین چقدر است؟ (از مقاومت هوا و اصطکاک صرف نظر شود).



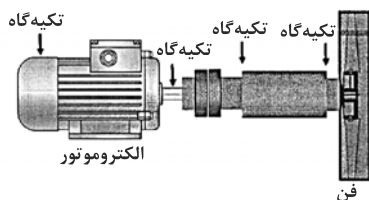
- (۱) $\sqrt{gR}$
 (۲) $\sqrt{2gR}$
 (۳) $2\sqrt{gR}$
 (۴) صفر

۹۱- یک میله باریک یکنواخت مطابق شکل زیر، در حالت تعادل قرار گرفته است. زمان تناوب ارتعاشات خطی آزاد چقدر است؟ (زاویه دوران میله حول لولا، به اندازه کافی کوچک فرض شود).



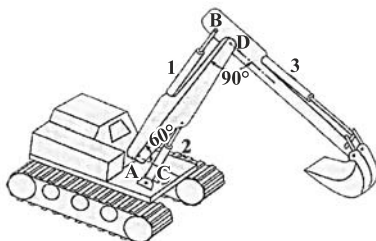
- (۱) $2\pi\sqrt{\frac{3k}{\Delta k}}$
 (۲) $2\pi\sqrt{\frac{\Delta k}{3m}}$
 (۳) $2\pi\sqrt{\frac{\Delta m}{3k}}$
 (۴) $2\pi\sqrt{\frac{3m}{\Delta k}}$

۹۲- فنی در انتهای یک روتور نصب شده است و به وسیله یک الکتروموتور در حال دوران است. شماتیک نحوه قرارگیری این فن روی روتور و محل تکیه‌گاه‌های روتور، در شکل نشان داده شده است. به دلیل کارکرد فن در محیطی پر از گردوغبار، به مرور زمان بالانس آن از بین می‌رود. در خصوص ارتعاشات فن، کدام مورد درست است؟



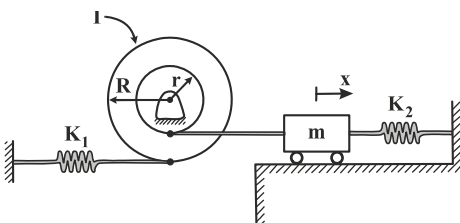
- (۱) ارتعاشات در جهت شعاعی غالب است، اما در جهت محوری نیز این ارتعاشات دیده می‌شود.
 (۲) ارتعاشات در هر دو جهت محوری و شعاعی، به یک شدت است.
 (۳) تنها ارتعاشات در جهت محوری وجود دارد.
 (۴) تنها ارتعاشات در جهت شعاعی وجود دارد.

۹۳- بیل مکانیکی زیر، از سه سیلندر هیدرولیک تشکیل شده است. فنریت معادل سیلندره‌های (۱) و (۲)، برابر k_1 و فنریت معادل سیلندر شماره (۳) برابر k_2 است. زاویه سیلندر معادل (۱) و (۲) با سیلندر شماره (۳) برابر 90° و با افق برابر 60° درجه است. فنریت معادل این بیل مکانیکی برای جابه‌جایی قائم به اندازه کافی کوچک، کدام است؟



- (۱) $0.86k_1 + 0.5k_2$
 (۲) $0.25k_1 + 0.75k_2$
 (۳) $0.75k_1 + 0.25k_2$
 (۴) $k_1 + k_2$

۹۴- برای سیستم نشان داده‌شده، فرکانس طبیعی کدام است؟ (I ممان اینرسی قرقه حول محور هندسی آن است و مرکز جرم آن بر روی محور هندسی آن قرار دارد).



- (۱) $\sqrt{\frac{K_1R^2 + K_2r^2}{I + mR^2}}$
 (۲) $\sqrt{\frac{K_2R^2 + K_1r^2}{I + mR^2}}$
 (۳) $\sqrt{\frac{K_1R^2 + K_2r^2}{I + mr^2}}$
 (۴) $\sqrt{\frac{K_2R^2 + K_1r^2}{I + mr^2}}$

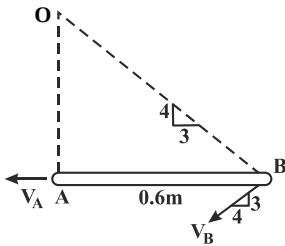
دینامیک و ارتعاشات (دینامیک، ارتعاشات، دینامیک ماشین، کنترل)

۸۶- گزینه «۱» امتداد سرعت نقاط A و B مشخص است؛ در نتیجه می‌توان موقعیت مرکز آنی دوران را به‌دست آورده و سپس با استفاده از رابطه زیر، سرعت زاویه‌ای میله را مشخص نمود.

$$\frac{OA}{AB} = \frac{4}{3} \Rightarrow OA = \frac{4}{3} \times \frac{4}{3} \Rightarrow OA = \frac{16}{9} \text{ m}$$

نقطه O مرکز آنی دوران است، بنابراین شعاع دوران نقطه‌ای A است.

$$\omega = \frac{v_A}{OA} = \frac{2}{16/9} = \frac{9}{8} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$



۸۷- گزینه «۳» یک رابطه براساس طول طناب برحسب موقعیت وزنه B و وزنه A به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

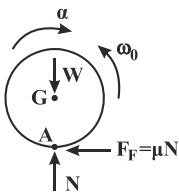
$$L = \sqrt{x^2 + h^2} + 2y_B + C \text{ (مقدار ثابت)} \Rightarrow \dot{L} = \frac{2x\dot{x}}{2\sqrt{x^2 + h^2}} + 2\dot{y}_B + 0 \Rightarrow \dot{y}_B = \frac{-x\dot{x}}{2\sqrt{x^2 + h^2}}$$

$$\Rightarrow v_B = \frac{xv_A}{2\sqrt{x^2 + h^2}} \Rightarrow v_A = \frac{2\sqrt{x^2 + h^2}}{x} \times v_B$$

۸۸- گزینه «۲» چون حرکت دیسک از نوع غلتش بدون لغزش است، بنابراین نقطه A تنها دارای شتاب جانب مرکز $r\omega^2$ می‌باشد. این نتیجه را می‌توان با استفاده از رابطه روبرو نیز به‌دست آورد.

$$\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}_{A/C}) + \vec{\alpha} \times \vec{r}_{A/C} \Rightarrow \vec{a}_A = r\alpha \hat{i} + r\omega^2 \hat{j} - r\alpha \hat{i} = r\omega^2 \hat{j}$$

۸۹- گزینه «۲» هنگامی که حرکت توپ تبدیل به حرکت غلتشی خالص می‌شود سرعت نقطه تماس توپ با زمین صفر خواهد شد.



$$\sum F_x = ma_G \Rightarrow -\mu N = ma_G \Rightarrow -\mu mg = ma_G \Rightarrow a_G = -\mu g \quad (1)$$

$$\sum M_G = I_G \alpha \Rightarrow F_f \times r = \frac{1}{2} m r^2 \alpha$$

$$\Rightarrow \mu mg \times r = \frac{1}{2} m r^2 \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{2\mu g}{r} \quad (2)$$

$$\vec{v}_A = \vec{v}_G + \vec{\omega} \times \vec{r}_{A/G}$$

و اما سرعت نقطه A برحسب سرعت مرکز G به‌صورت مقابل به‌دست می‌آید:

$$\text{مرکز آنی دوران A: } v_A = 0 = (a_G t + v_{0y}) + R\omega \Rightarrow (-\mu g t + v_{0y}) + R(\alpha t + \omega_0) = 0$$

$$\Rightarrow (-0.1 \times 9.81 t + 0.1) + 0.1(-\frac{5}{2} \times \frac{0.1 \times 9.81}{0.1} t + 9) = 0 \Rightarrow t \approx 1.72 \text{ sec}$$

۹۰- گزینه «۱» شتاب جسم تابعی از موقعیت مکانی آن می‌باشد؛ بنابراین برای تعیین سرعت جسم می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$v dv = a ds \Rightarrow \int_{v_0}^v v dv = \int_R^0 -\frac{S}{R} g ds \Rightarrow \frac{1}{2} (v^2 - v_0^2) = -\frac{g}{2R} (s^2)_R^0 \Rightarrow v^2 = \frac{gR^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{gR}$$

۹۱- گزینه «۴» رابطه زمان تناوب ارتعاش (τ_n) به‌صورت $\tau_n = \frac{2\pi}{\omega_n}$ است. در نتیجه ابتدا فرکانس طبیعی ω_n باید محاسبه شود. انرژی جنبشی سیستم

$$T_{\text{sys}} = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} (I_{CG} + m d^2) \dot{\theta}^2$$

با فرض دوران θ برای میله باریک افقی به جرم m و طول L عبارت است از:

که در رابطه فوق، I_{CG} ممان اینرسی میله حول محور گذرنده از مرکز جرم CG آن است:

$$I = I_{CG} + m d^2 = \frac{1}{12} m L^2 + m \left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{1}{3} m L^2 \Rightarrow I_{eq} = \frac{1}{3} m L^2$$

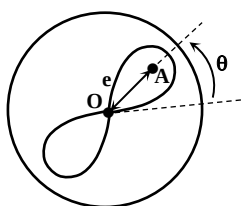
انرژی پتانسیل سیستم مربوط به دو فنر k است و نیروی وزن میله با جابه‌جایی استاتیکی فنرها خنثی می‌شود که در محاسبه انرژی پتانسیل لحاظ نخواهد شد:

$$U_{\text{sys}} = \frac{1}{2} k \left(\frac{L}{3} \theta \right)^2 + \frac{1}{2} k \left(\frac{2L}{3} \theta \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta k L^2}{9} \right) \theta^2 \Rightarrow k_{\text{eq}} = \frac{\Delta k L^2}{9}$$

با توجه به محاسبه ممان اینرسی معادل (I_{eq}) و فنر معادل (k_{eq})، فرکانس طبیعی عبارت است از:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k_{\text{eq}}}{I_{\text{eq}}}} = \sqrt{\frac{\frac{\Delta k L^2}{9}}{\frac{1}{3} m L^2}} = \sqrt{\frac{\Delta k}{3m}} \Rightarrow \tau_n = \frac{2\pi}{\omega_n} = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{\Delta k}}$$

۹۲- گزینه «۱» با اتصال موتور الکتریکی به منبع ولتاژ، جریان عبوری از سیم‌پیچ‌های آن موجب القای میدان الکتریکی و در نتیجه حرکت دورانی در روتور خروجی از موتور الکتریکی می‌شود. فن به این روتور متصل است و با آن دوران می‌کند. در شرایط ایده‌آل بدون نابالانسی، ارتعاش ناچیزی در فن خواهیم داشت ولی با ایجاد نابالانسی، ارتعاش شعاعی (radial) در فن خواهیم داشت و البته بخشی از این نابالانسی در جهت محوری نیز ایجاد می‌شود.



مطابق شکل، اگر نابالانسی معادل در نقطه A فرض شود، نیروی هارمونیک $m\omega^2$ با زاویه $\theta = \omega t$ در راستای شعاعی خواهیم داشت. طبیعتاً یک مؤلفه کوچک در راستای محوری نیز برای ارتعاش ایجاد می‌شود.

۹۳- گزینه «۳» می‌دانیم برای یک فنر تحت زاویه θ مطابق شکل، ثابت فنر معادل برابر است با:

$$k_{\text{eq}} = k \cos^2 \theta$$

فنرهای AB و CD دارای زاویه 60° هستند و لذا زاویه θ_1 برای جابه‌جایی قائم آن دو فنر برابر است با: $\theta_1 = 90 - 60 = 30^\circ$ ؛ در نتیجه فنر معادل آن‌ها به‌دست می‌آید:

$$k_{\text{eq}}^{(1)} = k_1 \cos^2(30^\circ) = \frac{3}{4} k_1$$

از طرفی فنر معادل سیلندر سوم برابر k_2 است که دارای زاویه $\theta_2 = 60^\circ$ با راستای قائم است:

$$k_{\text{eq}}^{(2)} = k_2 \cos^2(60^\circ) = \frac{1}{4} k_2$$

در نتیجه فنریت معادل بیل مکانیکی عبارت است از:

$$k_{\text{eq}} = k_{\text{eq}}^{(1)} + k_{\text{eq}}^{(2)} = \frac{3}{4} k_1 + \frac{1}{4} k_2 \quad \text{یا} \quad 0.75k_1 + 0.25k_2$$

۹۴- گزینه «۱» برای محاسبه فرکانس طبیعی، از روش انرژی استفاده می‌کنیم. اگر فرض کنیم زاویه دوران قرقره θ باشد، ارتباط زیر بین θ و x برقرار است:

$$\theta = \frac{x}{r} \quad \text{یا} \quad x = r\theta$$

$$T_{\text{sys}} = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} I \dot{\theta}^2 = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} I \left(\frac{\dot{x}}{r} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(m + \frac{I}{r^2} \right) \dot{x}^2$$

انرژی جنبشی سیستم برای جرم m و قرقره برابر است با:

در نتیجه جرم معادل $m_{\text{eq}} = m + \frac{I}{r^2}$ به‌دست می‌آید. انرژی پتانسیل سیستم برای فنرهای k_1 و k_2 برابر است با:

$$U_{\text{sys}} = \frac{1}{2} k_1 (R\theta)^2 + \frac{1}{2} k_2 x^2 = \frac{1}{2} k_1 \left(R \times \frac{x}{r} \right)^2 + \frac{1}{2} k_2 x^2 = \frac{1}{2} \left(k_1 \frac{R^2}{r^2} + k_2 \right) x^2$$

در نتیجه ثابت فنر معادل به‌صورت $k_{\text{eq}} = k_1 \frac{R^2}{r^2} + k_2$ به‌دست می‌آید. فرکانس طبیعی سیستم به‌صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k_{\text{eq}}}{m_{\text{eq}}}} = \sqrt{\frac{k_1 \frac{R^2}{r^2} + k_2}{m + \frac{I}{r^2}}} \quad \text{یا} \quad \sqrt{\frac{k_1 R^2 + k_2 r^2}{mr^2 + I}}$$