

**PART A: Grammar**

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- The rate that bright comets enter the solar system implies there should be around 3000 of them buzzing around, only 25 are known.

- 1) nonetheless 2) regardless of the fact 3) and yet 4) as there are

2- Contemporary theories of interpretation require that, in our analyses of texts, we consider not only what the text says“made.”

- 1) also its meaning gets and 2) but also gets the meaning of it
3) but its meaning also gets 4) but how its meaning gets

3- individual behavior is influenced by social networks is beyond dispute.

- 1) That 2) An 3) The 4) It is that

4- Plant scientists have been trying for years to genetically modify flowers for aesthetic purposes. The first to go on sale were blue carnations in Australia, in 1996.

- 1) were produced 2) produced 3) had been produced 4) to produce

5- Weapons have been carried and delivered by a wide variety of vehicles, weapon platforms.

- 1) they are often called 2) often called 3) called they are often 4) that are called often

6- Articulating what the difference between humans and other creatures consists of behind it have formed a large and difficult project tackled by biologists, anthropologists, psychologists, and philosophers.

- 1) uncovering the biology 2) the biology of uncovering
3) the biology uncovering 4) and uncovering the biology

7- Most healthcare professionals view depression as “just part of getting old and argue that this illness,, can have serious, even fatal consequences.

- 1) untreated then 2) untreated whether it is 3) if untreated 4) that is untreated

8- Ted had a terrible habit of boasting so much about his smallest accomplishments his vainglory became renowned throughout the small college campus.

- 1) that 2) as 3) in that 4) as though



PART B: 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.

9- Dogs growl and show their teeth in an attempt to frighten the animal or person they perceive as a

- 1) habitat 2) prey 3) suspicion 4) threat

10- Based on his recent poor decisions, it was obvious that Seth lacked even a modicum of good

- 1) sentiment 2) sense 3) sensation 4) sensitivity

11- The judge the extraneous evidence because it was not pertinent to the trial.

- 1) disclosed 2) distended 3) dismissed 4) distorted

12- The more frequently employees take time to exercise during working hours each week, the fewer sick days they

- 1) expend 2) save 3) take 4) recall

13- Classic psychology experiments have shown that when rats are first with an electrical shock to fear a tone when it sounds, they later fear the tone even without the associated shock.

- 1) conditioned 2) sparkled 3) displayed 4) intended

14- In 1998 Gordon Sinclair, the owner of a well-known restaurant, was struggling with a problem that all restaurateurs. Patrons frequently reserve a table but, without notice, fail to appear.

- 1) delegates 2) afflicts 3) intensifies 4) evades

15- Despite what the scientist said, the volcano eruption is not , so do not be concerned!

- 1) impassive 2) negotiable 3) vulnerable 4) imminent

16- At the landfill, the process is in full swing, turning much of the garbage into gasses.

- 1) conversion 2) restoration 3) decomposition 4) pressurization

17- Because I am an extreme planner who needs to control everything, I never engage in

- 1) justification 2) pretention 3) coincidence 4) spontaneity

18- The roads in our town already have too much traffic; building a new shopping mall will the problem.

- 1) frustrate 2) exacerbate 3) preserve 4) exploit

19- The movie *Close Encounters of the Third Kind* tells the story of the first contact between beings from outer space and creatures, that is, those living on earth.

- 1) terrestrial 2) dominant 3) ingenious 4) affable

20- There is agreement that an airport is needed; no one disputes that, but there is fundamental disagreement about where to build it.

- 1) uniform 2) utilitarian 3) unique 4) unanimous

بخش اول: دستور زبان

در سؤالات زیر، از بین گزینه‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) پاسخی را انتخاب کنید که به بهترین نحو جای خالی را پر کند. آنگاه پاسخ‌تان را روی پاسخنامه علامت بزنید.

۱- گزینه «۳» با توجه به سرعت و تعداد ورود ستاره‌های دنباله‌دار به منظومه شمسی می‌توان حدس زد که باید تقریباً ۳۰۰۰ مورد از آن‌ها وجود داشته؛ با این حال تنها ۲۵ عدد از آنها شناسایی شده‌اند.

توضیح: همان‌طور که می‌دانید nonetheless قید ربط است؛ یعنی قبل از آن باید نقطه یا نقطه‌ویرگول و بعد از آن باید حتماً کاما بیاید. با این حساب گزینه (۱) نادرست است. گزینه (۲) در صورتی ارزش بررسی کردن دارد که طراح بعد از fact از حرف ربط that استفاده می‌کرد. گزینه (۳) صحیح است، هم با توجه به مفهوم جمله و هم با توجه به اینکه قبل از and کاما می‌آید. و گزینه (۴) نادرست است چون بعد از as دو تا فعل داریم؛ یکی are و یکی know.

۲- گزینه «۴» نظریه‌پردازان معاصر در زمینه ترجمه شفاهی باور دارند ما در آنالیز متن، علاوه بر چیزی که متن می‌گوید، باید به نحوه شکل‌گیری معنی آن نیز توجه داشته باشیم.

توضیح: همان‌طور که می‌بینیم این تست با مبحث not only ... but also سروکار دارد. اول از همه اینکه در این ساختار but also می‌تواند به صورت but یا also هم به کار برود. پس امیدوارم فوری گزینه (۲) را نزده باشید.

ضمناً می‌دانیم ساختار (also) but ... not only مستلزم رعایت ساختار موازی است؛ بنابراین چون بعد از not only کلمه پرسشی what را داریم باید بعد از but(also) هم از کلمه‌ی پرسشی how استفاده کنیم:

.... not only what the text says but how its meaning gets made.

۳- گزینه «۱» اینکه شبکه‌های اجتماعی بر روی رفتار افراد تاثیرگذار هستند، قابل تردید نمی‌باشد.

توضیح: تست بسیار ساده‌ای است. توی مبحث جمله‌واره‌ی اسمی گفتیم یکی از کاربردهای that clause این است که قبل از فعل be به عنوان فاعل استفاده شوند. گفتیم در این موارد that به صورت «اینکه» ترجمه می‌شود:

That individual behavior is influenced by social networks is beyond dispute.

مثال بیشتر:

That coffee grows in Brazil is well known.

۴- گزینه «۲» گیاه‌شناسان سال‌هاست که با استفاده از اصلاح ژنتیک به دنبال زیباتر ساختن گل‌ها هستند. گل میخک آبی اولین موردی بود که برای فروش عرضه شد. این گل در سال ۱۹۹۶ در استرالیا تولید شد.

توضیح: این تست از دو جمله تشکیل شده که برای پاسخگویی به آن فقط به جمله دوم نیاز داریم. جمله دوم دارای فعل اصلی were می‌باشد، با این حساب به هیچ فعل اصلی دوم دیگری نیاز نداریم چون هر جمله فقط و فقط باید یک فعل اصلی داشته باشد. این یعنی حذف همزمان گزینه‌های (۱) و (۳). گزینه (۴) نادرست است چون قصد بیان هدف نداریم.

ضمناً شکل اولیه گزینه (۲) این‌طوری بوده:

The first to go on sale were blue carnations **that were produced** in Australia, in 1996.

اگر that were را حذف کنیم، به گزینه (۲) می‌رسیم.



۵- گزینه «۲» سلاح‌ها از طریق وسایل نقلیه مختلفی حمل و تحویل داده می‌شوند. این وسایل نقلیه اغلب با نام پلتفرم سلاح شناخته می‌شوند.
توضیح: تقریباً هر سال از این بحث سؤال می‌آید و ما هم هر سال می‌گوییم بعد از کاما کاربرد that ممنوع است. (این یعنی حذف گزینه (۴)).
گزینه (۱) در صورتی صحیح است که کاما به نقطه تبدیل بشود و they هم به They. مهم‌ترین دلیل رد گزینه (۳) کاربرد they بعد از called است.
ضمناً شکل اولیه‌ی گزینه‌ی ۲ این طوری بوده:

Weapons have been carried and delivered by a wide variety of vehicles, **which are often called** weapon platforms.

اگر which are حذف کنیم، به گزینه (۲) می‌رسیم.

۶- گزینه «۴» درک تفاوت بین انسان و سایر موجودات و مسائل بیولوژیکی نهفته در آن باعث بوجود آمدن مباحث و تحقیقات دشوار و گسترده‌ای شده است که دانشمندانی از رشته‌های مختلف مانند زیست‌شناسی، انسان‌شناسی، روانشناسی و فلسفه به آن می‌پردازند.
توضیح: توی تست‌هایی که این‌قدر طولانی هستند، اولین کار این است که به دنبال فعل اصلی باشیم. فعل اصلی سوال ما have formed است. پس به خاطر حضور have باید فاعلمون جمع باشد. اما articulating به تنهایی به فعل مفرد نیاز دارد، این یعنی باید articulating را با and به یک ساختار ing دار موازی دیگر متصل کنیم تا آن موقع کاربرد فعل have هم معنی پیدا کند. و چون فقط گزینه (۴) است که دارای and می‌باشد، می‌توانیم باقی گزینه‌ها را رد کنیم.

۷- گزینه «۳» اکثر متخصصین حوزه بهداشت و درمان، افسردگی را بخشی از پروسه افزایش سن می‌دانند و اعتقاد دارند که در صورت عدم درمان می‌تواند عواقب بسیار وخیمی داشته و یا حتی باعث مرگ بیمار شود.
توضیح: اول از همه اینکه طراح سؤال ظاهراً یادش رفته آن (") را که باز کرده ببندد. باید این علامت را قبل از and بیاورد. حالا می‌رسیم به رد گزینه‌ها. کاربرد that بعد از کاما ممنوع است (یعنی رد گزینه (۴)). گزینه ۱ نادرست است چون معلوم نیست طراح سوال آن then را بابت چی استفاده کرده. گزینه (۲) هم کنار می‌رود چون بعد از is هیچ عبارت کامل‌کننده‌ای نداریم. اما برای اینکه ببینیم چرا گزینه (۳) صحیح است باید اصل جمله را پیدا کنیم.

Most healthcare professionals argue that this illness, **if it is untreated**, can have serious, even fatal consequences.

چون it به this illness برمی‌گردد، می‌توانیم با فرض اینکه فاعل‌ها یکسان هستند، فاعل جمله‌واره‌ی وابسته یعنی it و فعل is را حذف کنیم و یک وجه وصفی بسازیم:

Most healthcare professionals argue that this illness, **if untreated**, can have serious, even fatal consequences.

۸- گزینه «۱» تد اخلاق بسیار زشتی داشت و به خاطر کوچک‌ترین موفقیت‌هایش به قدری فخر فروشی می‌کرد که عادت خودستایی او در سرتاسر محوطه‌ی کوچک دانشگاه زبانزد عام و خاص بود.
توضیح: از ساختار that so استفاده شده.

....so much about that

بخش دوم: واژگان

دستورالعمل: در سؤالات زیر، از بین گزینه‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) پاسخی را انتخاب کنید که به بهترین نحو جای خالی را پر کند. آنگاه پاسخ‌تان را روی پاسخنامه علامت بزنید.

۹- گزینه «۴» سگ‌ها در هنگام مواجهه با خطر / تهدید، پارس می‌کنند و دندان‌های خود را نشان می‌دهند تا حیوان یا شخص مورد نظر را بترسانند.

- (۱) زیستگاه، زیست‌بوم (۲) طعمه (۳) سوءظن، تردید (۴) خطر، تهدید

۱۰- گزینه «۲» ضعف تصمیمات اخیرِ سِت نشان می‌دهد که کوچکترین درکی نسبت به مسائل مختلف ندارد.

- (۱) تمایل، گرایش، احساس (۲) شعور، معنی، ادراک (۳) احساس، هیجان (۴) حساسیت

۱۱- گزینه «۳» قاضی شواهد غیرضروری را مردود اعلام کرد زیرا ارتباط چندانی با روال دادرسی نداشت.

- (۱) افشاء کردن، فاش کردن (۲) بزرگ کردن، منبسط کردن (۳) مردود شمردن، رد کردن (۴) کج کردن، تحریف کردن

۱۲- گزینه «۳» کارمندان هرچقدر در طول هفته بیشتر ورزش کنند، کمتر به مرخصی استعلاجی نیاز پیدا می‌کنند.

توضیح: جواب این سؤال عیناً توی خود سؤال آمده. یعنی اول بوده take time حالا شده take days.

اصطلاح take sick days یعنی «استعلاجی گرفتن».

۱۳- گزینه «۱» طبق آزمایشات روانشناسی کلاسیک، وقتی موش‌ها برای ترسیدن از یک صدای بخصوص به وسیله شوک الکتریکی شرطی شوند،

بعدها بدون وجود شوک الکتریکی هم از آن صدا می‌ترسند.

- (۱) شرطی کردن (۲) درخشیدن، برق زدن (۳) نمایش دادن (۴) قصد داشتن

۱۴- گزینه «۲» گوردن سینکлер، صاحب یکی از رستوران‌های مشهور، در سال ۱۹۹۸ با یکی از مشکلاتی که تمامی صاحب رستوران‌ها را آزار می‌داد،

دست و پنجه نرم می‌کرد. مشتریان، میز رزرو می‌کردند اما بدون اطلاع در رستوران حاضر نمی‌شدند.

- (۱) تفویض کردن، سپردن (۲) رنجاندن، آزردن (۳) تشدید کردن (۴) طفره رفتن، شانه خالی کردن

۱۵- گزینه «۴» علیرغم دیدگاه آن دانشمند، فوران آتشفشان در آینده‌ای نزدیک اتفاق نخواهد افتاد. بنابراین جایی برای نگرانی نیست!

- (۱) خونسرد، بی‌عاطفه (۲) قابل مذاکره (۳) آسیب‌پذیر (۴) قریب‌الوقوع

۱۶- گزینه «۳» در مکان دفن زباله، پروسه‌ی تجزیه با قدرت در حال اجرا است. در این پروسه بخش زیادی از زباله به گاز تبدیل می‌شود.

- (۱) تبدیل، تغییر (۲) ترمیم، بازسازی (۳) تجزیه (۴) تحت فشار قرار دادن

۱۷- گزینه «۴» من، به دلیل اینکه برنامه‌ریز بسیار دقیقی هستم، باید همه چیز را تحت نظر داشته باشم. بنابراین در زندگی من هرگز چیزی

بدون برنامه‌ریزی (فی‌البداهه) اتفاق نمی‌افتد.

- (۱) توجیه، دلیل آوردن (۲) تظاهر، وانمود (۳) اتفاق، تصادف، تقارن (۴) بدون برنامه، خودبخودی



۱۸- گزینه ۲» خیابان‌های شهر ما در حال حاضر هم ترافیک سنگینی دارد و ساخت پاساژ این مشکل را بدتر خواهد کرد.

- (۱) خنثی کردن، مختل کردن (۲) بدتر کردن، تشدید کردن (۳) حفظ کردن، نگه داشتن (۴) استخراج کردن، بهره‌برداری کردن

۱۹- گزینه ۱» فیلم «برخورد نزدیک از نوع سوم» داستان اولین برخورد بین موجودات فضایی و موجودات زمینی را روایت می‌کند.

- (۱) زمینی، دنیوی، خاکی (۲) غالب، مسلط (۳) باهوش، ماهر (۴) مهربان، خوش‌برخورد

توجه: در گزینه (۳) واژه ingenious به معنی «باهوش، ماهر، ماهرانه» است که از واژه genius به معنای «نبوغ، ذکاوت» گرفته شده. اکثر داوطلبان این واژه را با واژه ingenuous به معنی «صاف‌وساده، بی‌ریا» اشتباه می‌گیرند.

۲۰- گزینه ۴» همه افراد با ساخت فرودگاه موافق هستند، اما در مورد مکان ساخت آن اختلاف نظر شدیدی وجود دارد.

- (۱) یک‌شکل، یک‌دست (۲) سوداگر، سودمند، کاربردی (۳) منحصربه‌فرد (۴) متفق‌القول، به‌اتفاق‌آرا

توجه: لغت unanimous معمولاً با واژگان consent, agreement, decision, vote و ... می‌آید.

بخش سوم: درک مطلب

دو متن زیر را بخوانید و از بین گزینه‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) گزینه‌ای را انتخاب کنید که برای هر سؤال بهترین پاسخ باشد. آنگاه پاسخ‌تان را روی پاسخنامه علامت بزنید.

متن ۱:

با رشد و پیاده‌سازی تکنولوژی بالقوه VR (واقعیت مجازی) در ده سال آینده زندگی انسان به شدت دستخوش یک سری تغییرات می‌شود. در مورد میزان تأثیر VR و سرعت گسترش آن در جامعه همچنان اختلاف نظر وجود دارد. با این حال بسیاری از متخصصین اعتقاد دارند که تا سال ۲۰۳۰ (و شاید حتی زودتر) VR به اندازه کافی توسعه پیدا کرده و به بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی انسان تبدیل خواهد شد. در حال حاضر ۴۰ میلیون نفر هدست VR دارند و انتظار می‌رود در ۳ سال آینده این تعداد دو برابر شود. تا سال ۲۰۲۵ به احتمال زیاد به نقطه‌ای می‌رسیم که تقریباً ۲۰۰ میلیون کاربر از وسایل ویدئویی VR یا همان HMD (نمایشگر سه‌بعدی که بر روی سر قرار می‌گیرد) استفاده کنند.

هدف نهایی این هدست‌ها، خلق یک فضای مجازی سه بعدی و ۳۶۰ درجه است تا کاربر بتواند بدون نیاز به تلویزیون، کامپیوتر یا پرده سینما از تماشای برنامه‌های مختلف لذت ببرد. در این تکنولوژی دو LCD وجود دارد که هر کدام مخصوص یک چشم است. این LCDها تصاویر فرستاده شده توسط کامپیوتر یا وسیله مشابه دیگر (از طریق کابل HDMI) یا تصاویر موجود بر روی صفحه نمایش موبایل هوشمند وصل شده به بخش جلویی هدست را نمایش می‌دهند. لنزهای قرار گرفته در داخل HMD و در حد فاصل بین چشم کاربر و صفحه نمایش LCD، ضروری هستند زیرا اختلاف طبیعی میان چیزی را که دو چشم انسان به‌طور همزمان می‌بینند از بین می‌برند.

از طریق این لنزها، تصاویر دوبعدی صفحه نمایش قابل مشاهده می‌باشند، که این امر نهایتاً باعث ایجاد یک تصویر مناسب برای هر چشم می‌شود. با ترکیب تصاویر دوبعدی، تصاویری سه‌بعدی ایجاد می‌شوند که بسیار شبیه دنیای واقعی هستند. HDM همچنین از سامانه «head tracking» استفاده می‌کند که مشابه سامانه پرواز هواپیما است و سه مقیاس اوج، زاویه نوانش و غلت را روی محورهای X، Y و Z دنبال می‌کند. به عبارت دیگر، وقتی سر کاربر به طرف بالا، پایین، چپ یا راست حرکت می‌کند، VR این حرکات را دنبال کرده و از این طریق کاربر می‌تواند محیط اطراف خود را ببیند.

۲۱- گزینه ۱» جواب این سؤال در جمله ابتدایی متن پیدا می‌شود:

For the next ten years, various aspects of society could be going through enormous change as **Virtual Reality (VR) technology moves towards fully operational and interactive implementation of its potential.**

قسمت بلدشده جمله بالا نشان می‌دهد که تکنولوژی VR هنوز به طور کامل و به آن اندازه که پتانسیل دارد، پیاده‌سازی نشده.

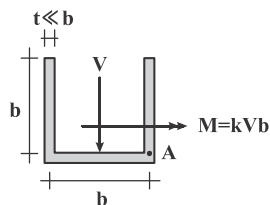
در این گزینه لغت materialize یعنی «تحقق یافتن، به یک واقعیت تبدیل شدن»

preoccupied در گزینه (۲) یعنی «مشغول، درگیر، مجذوب» / integral یعنی «ضروری، جدایی‌ناپذیر»

سؤالات مهندسی عمران - سازه

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک جامدات (مقاومت مصالح، تحلیل سازه‌ها)، دینامیک سازه - تئوری الاستیسته)

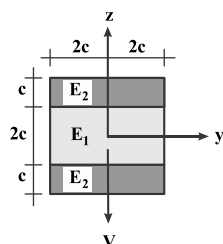
کله ۱- بزرگ‌ترین مقدار اصلی تنش در نقطه A، چند برابر $\frac{V}{bt}$ است؟



$$(1) \frac{1}{2}(k + \sqrt{1 + k^2}) \quad (2) \frac{3}{4}(k + \sqrt{1 + k^2})$$

$$(3) \frac{1}{2}(k + \sqrt{4 + k^2}) \quad (4) \frac{3}{4}(k + \sqrt{4 + k^2})$$

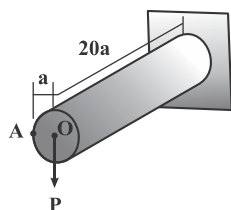
کله ۲- در تیر مرکب نشان داده شده $E_1 = 2E_2$ است. مقطع تحت تأثیر نیروی برشی V قرار دارد. نسبت بزرگ‌ترین تنش برشی τ_{xz} پدید آمده در ناحیه تیره رنگ (ناحیه ۲) به بیشینه مقدار همین مؤلفه تنش که در کل مقطع ایجاد می‌شود، کدام است؟



$$(1) \frac{3}{8} \quad (2) \frac{3}{7}$$

$$(3) \frac{3}{4} \quad (4) \frac{6}{7}$$

کله ۳- استوانه نشان داده شده توخالی و از ماده‌ای با نسبت پواسون $\nu = \frac{1}{3}$ ساخته شده است. اگر بار P به جای نقطه O در نقطه A اعمال شود، جابه‌جایی نقطه محل اثر بار (با صرف‌نظر از اثر نیروی برشی) چند درصد افزایش می‌یابد؟



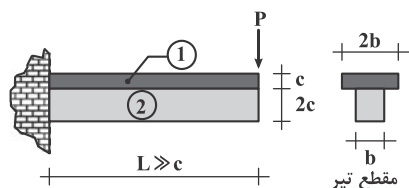
$$(1) 375\%$$

$$(2) 75\%$$

$$(3) 1\%$$

$$(4) 2\%$$

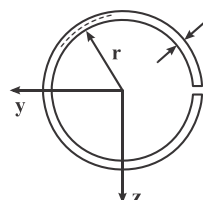
کله ۴- در تیر نشان داده شده، در سطح تماس بین ناحیه ۱ و ۲ امکان لغزش بدون اصطکاک وجود دارد، البته بدون اینکه هیچ جدایش عمودی در آن سطح رخ دهد. نسبت بزرگ‌ترین تنش خمشی پدید آمده در ناحیه ۱ به بزرگ‌ترین تنش خمشی ایجاد شده در ناحیه ۲ تحت بارگذاری نشان داده شده کدام است؟ (فرض شود بین مدول یانگ این دو ناحیه رابطه $E_1 = 2E_2$ برقرار است.)



$$(1) 2 \quad (2) 1$$

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

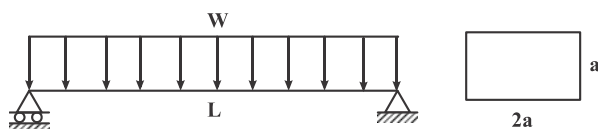
کله ۵- فاصله‌ی مرکز برش حلقه‌ی جدار نازک باز نشان داده شده تا مرکز آن حلقه، چه ضریبی از شعاع حلقه است؟



$$(1) 1/5 \quad (2) 2$$

$$(3) 2/5 \quad (4) 3$$

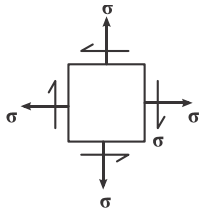
کله ۶- در تیر شکل زیر، مقدار شدت بار W چه ضریبی از $\frac{a^2 \times \sigma_y}{L^2}$ باشد تا در وسط دهانه، ۵۰ درصد از مقطع تیر وارد ناحیه پلاستیک گردد؟ (تنش تسلیم مصالح σ_y فرض گردد.)



$$(1) \frac{11}{3} \quad (2) \frac{11}{6}$$

$$(3) \frac{11}{8} \quad (4) \frac{11}{24}$$

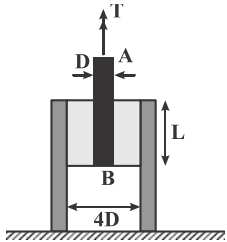
۷- المان تنش مسطح شکل زیر چه مقدار دوران نماید تا نسبت تنش عمودی در دو صفحه متعامد دوران داده شده برابر با ۳ شود؟



$$(۱) \frac{1}{3} \sin^{-1}\left(\frac{1}{3}\right) \quad (۲) \frac{1}{3} \sin^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$$

$$(۳) \sin^{-1}\left(\frac{1}{3}\right) \quad (۴) \sin^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$$

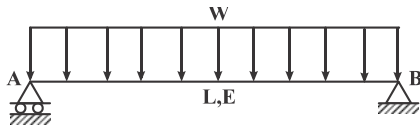
۸- در شکل زیر یک حلقه لاستیکی با مدول برشی G ، قطعه صلب مدور AB به قطر D را به قطعه استوانه‌ای صلب دیگری با قطر داخلی $4D$ متصل کرده است. زاویه پیچش قطعه AB چه ضربی از $\frac{T}{\pi L G D^2}$ است؟



$$(۱) \frac{15}{2} \quad (۲) \frac{15}{4}$$

$$(۳) \frac{15}{8} \quad (۴) \frac{15}{16}$$

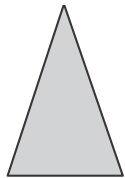
۹- مقطع تیر شکل زیر دارای ارتفاع ثابت h است و پهنای آن از صفر در تکیه‌گاه A به صورت خطی تا b_0 در تکیه‌گاه B تغییر می‌کند. شیب منحنی تغییر شکل تیر در تکیه‌گاه B چه ضربی از $\frac{WL^3}{Eb_0 h^3}$ است؟



$$(۱) 2 \quad (۲) 1/5$$

$$(۳) 1 \quad (۴) 0/5$$

۱۰- در مقطع شکل زیر، نسبت لنگر خمشی تسلیم مقطع به لنگر خمشی تمام پلاستیک آن کدام است؟



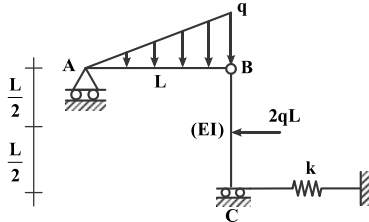
$$(۱) \frac{2-\sqrt{2}}{8} \quad (۲) \frac{2-\sqrt{2}}{4}$$

$$(۳) \frac{2+\sqrt{2}}{8} \quad (۴) \frac{2+\sqrt{2}}{4}$$

۱۱- لنگرهای گیرداری یک تیر به طول $4m$ و صلبیت خمشی EI تحت لنگر خمشی گسترده یکنواخت به شدت $30 \frac{kN.m}{m}$ چند $kN.m$ است؟

$$(۱) \text{ صفر} \quad (۲) 15 \quad (۳) 30 \quad (۴) 40$$

۱۲- در سازه شکل زیر، مقدار سختی فنر (k) چه ضربی از $\frac{EI}{L^3}$ باشد تا انرژی ارتجاعی خمشی این سازه به ۳ برابر مقدار حداقل خود برسد؟



(میله AB صلب است.)

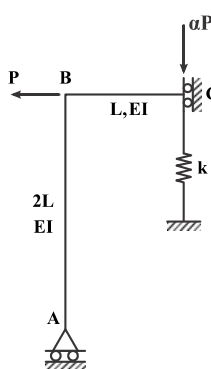
$$(۱) 3$$

$$(۲) 6$$

$$(۳) 12$$

$$(۴) 18$$

۱۳- اگر در سازه زیر تغییر مکان تکیه‌گاه غلتکی A برابر با $\frac{PL^3}{9EI}$ باشد، نیروی فنر به سختی $k = \frac{2EI}{L^3}$ کدام است؟



$$(۱) \frac{P}{27}$$

$$(۲) \frac{2P}{27}$$

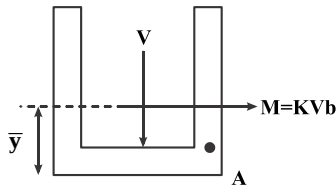
$$(۳) \frac{P}{9}$$

$$(۴) \frac{4P}{27}$$

پاسخنامه مهندسی عمران - سازه

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک جامدات (مقاومت مصالح، تحلیل سازه‌ها)، دینامیک سازه - تئوری الاستیسته)

۱- گزینه «۱» برای تعیین بزرگ‌ترین مقدار تنش اصلی در نقطه A باید ابتدا مؤلفه‌های تنش قائم و تنش برشی را در این نقطه تعیین نمود. بردار لنگر خمشی در امتداد تار خنثی بوده و تار خنثی نیز از مرکز سطح مقطع عرضی می‌گذرد.



$$\bar{y} = \frac{A_1 \bar{y}_1 + A_2 \bar{y}_2}{A_1 + A_2} = \frac{bt \times 0 + 2(bt) \frac{b}{2}}{bt + 2bt} = \frac{b}{3}$$

$$\tau_A = \frac{VQ_A}{It} \quad Q_A = A\bar{y} = (bt) \frac{b}{3} = \frac{b^2 t}{3}$$

مقدار تنش برشی در نقطه A:

$$I = \frac{bt^3}{12} + bt \left(\frac{b}{3} \right)^2 + 2 \left[\frac{tb^3}{12} + (bt) \left(\frac{b}{3} - \frac{b}{3} \right)^2 \right] = \frac{tb^3}{3}$$

$$\tau_A = \frac{V \times \frac{b^2 t}{3}}{\frac{tb^3}{3} \times 2t} = \frac{V}{2bt}$$

$$\tau_A = \frac{MC_A}{I} = \frac{kVb \times \frac{b}{3}}{\frac{tb^3}{3}} = \frac{kV}{bt}$$

مقدار تنش خمشی در نقطه A:

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\text{ave}} + R = \frac{\sigma_A}{3} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_A}{3} \right)^2 + \tau_A^2}$$

اما بیشترین مقدار تنش قائم اصلی در این نقطه مساوی است با:

$$\Rightarrow \sigma_{\max} = \frac{kV}{2bt} + \sqrt{\left(\frac{kV}{2bt} \right)^2 + \left(\frac{V}{2bt} \right)^2} = \frac{V}{bt} \left[\frac{k}{2} + \sqrt{\left(\frac{k}{2} \right)^2 + \left(\frac{1}{2} \right)^2} \right] \Rightarrow \sigma_{\max} = \frac{V}{bt} \left[\frac{1}{2} (k + \sqrt{1 + k^2}) \right]$$

$$\tau = \frac{V \sum_{i=k}^n A_i E_i y_i}{t \sum_{i=1}^n E_i I_i}$$

۲- گزینه «۴» در بارگذاری عرضی بر روی تیرهای مرکب مقدار تنش برشی در هر نقطه از مقطع عرضی توسط رابطه مقابل تعیین می‌شود:

براساس رابطه فوق نسبت $\frac{V}{t \sum_{i=1}^n E_i I_i}$ در هر نقطه از مقطع تیر ثابت می‌باشد بنابراین نسبت بزرگ‌ترین تنش برشی در ناحیه تیره‌رنگ به بزرگ‌ترین تنش

$$\frac{\tau_r}{\tau_{\max}} = \frac{\sum_{i=k}^n A_i E_i y_i}{\sum_{i=1}^n A_i E_i y_i} = \frac{A_r E_r y_r}{A_1 E_1 y_1 + A_r E_r y_r} \Rightarrow \frac{\tau_r}{\tau_{\max}} = \frac{(4c^2)(2E_1) \frac{rc}{2}}{(4c^2)E_1 \times \frac{c}{2} + (4c^2)(2E_1) \times \frac{rc}{2}} = \frac{12}{14} = \frac{6}{7}$$

برشی در مقطع تیر برابر است با:

۳- گزینه «۳» اگر بار P از نقطه O به نقطه A منتقل شود خیز ایجاد شده در نقطه A ناشی از دو عامل خواهد بود: ۱- خیز ناشی از لنگر خمشی ۲- خیز ناشی از لنگر پیچشی.

$$\Delta_1 = \frac{Pl^3}{3EI} = \frac{P(2 \circ a)^3}{3E \left(\frac{\pi}{4} a^4 \right)} = \frac{32 \circ \circ \circ P}{3\pi aE} \quad (1)$$

۱) خیز ناشی از لنگر خمشی (Δ_1):

$$\Delta_2 = a \times \Phi = a \times \frac{TL}{GJ} \Rightarrow \Delta_2 = a \times \frac{Pa \times 2 \circ a}{E \left(\frac{\pi}{2} a^4 \right)} = \frac{32 \circ P}{3\pi aE} \quad (2)$$

۲) خیز ناشی از لنگر پیچشی (Δ_2):

$$\frac{\Delta_2}{\Delta_1} \times 100 = \frac{32 \circ P}{3\pi aE} \times 100 = 1$$

با توجه به خواسته مسأله می‌توان نوشت:

۴- گزینه «۲» چون بین دو جنس امکان لغزش وجود دارد بنابراین می توان آن ها را مانند دو تیر مجزا در نظر گرفت که هریک حول تار خنثی خود خم می شوند. از طرفی طبق توضیح صورت مسأله که عدم جدایش عمودی سطح تماس را خاطرنشان می کند، خیز مقطع انتهایی دو تیر برابر خواهد بود و می توان آن ها را مانند دو فنر موازی مورد بررسی قرار داد.

$$\Delta_1 = \Delta_2 \Rightarrow \frac{P_1}{K_1} = \frac{P_2}{K_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{K_1}{K_2} \quad (1)$$

$$K = \frac{rEI}{L^3} \xrightarrow{(1)} \frac{P_1}{P_2} = \frac{E_1 I_1}{E_2 I_2} = \frac{rE_1}{E_2} \times \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = r \times \frac{\frac{rbc^3}{12}}{\frac{b(r c)^3}{12}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2} \quad (2)$$

$$\frac{\sigma_{\max 1}}{\sigma_{\max 2}} = \frac{\frac{M_1 C_1}{I_1}}{\frac{M_2 C_2}{I_2}} = \frac{M_1}{M_2} \times \frac{C_1}{C_2} \times \frac{I_2}{I_1} = \frac{P_1}{P_2} \times \frac{r}{C} \times \frac{\frac{rbc^3}{12}}{\frac{b(r c)^3}{12}}$$

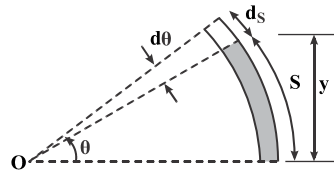
نسبت تنش خمشی حداکثر در دو تیر برابر است با:

$$\xrightarrow{(2)} \frac{\sigma_{\max 1}}{\sigma_{\max 2}} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 4 = 1$$

۵- گزینه «۲» جریان برشی ایجاد شده در مقطع یک گشتاور پیچشی معادل Ve ایجاد می کند. با گشتاورگیری حول مرکز مقطع می توان نوشت:

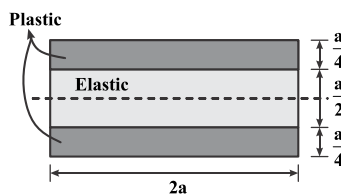
$$\Sigma M_O = Ve \Rightarrow Ve = \int R dF = \int R q ds = \int R \frac{VQ}{I} ds \Rightarrow e = \frac{R}{I} \int Q ds \quad (1)$$

$$I = \frac{\pi}{4} [(R+t)^4 - R^4] \xrightarrow{\text{با صرف نظر کردن از جملات توان بالای ۴ به دلیل کوچکی}} I = \pi R^3 t \quad (2)$$



$$Q = \int y dA = \int_0^\theta R \sin \theta \times R t d\theta = -R^2 t [\cos \theta]_0^\theta \Rightarrow Q = R^2 t (1 - \cos \theta) \quad (3)$$

$$(1) \text{ و } (2) \text{ و } (3) \Rightarrow e = \frac{R}{\pi R^3 t} \int_0^\pi R^2 t (1 - \cos \theta) R d\theta \Rightarrow e = 2R$$



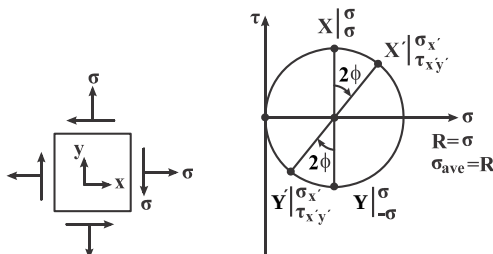
۶- گزینه «۱» با توجه به آنکه ۵۰ درصد از مقطع عرضی در وسط دهانه وارد ناحیه پلاستیک شده بنابراین دو نوار پلاستیک در بالا و پایین مقطع مطابق شکل خواهیم داشت.

اکنون می توان گشتاور خمشی ناشی از توزیع تنش خمشی را در دو ناحیه الاستیک و پلاستیک محاسبه و با یکدیگر جمع نمود.

$$M = 2 \times \left\{ \left(\frac{a}{4} \times 2a \right) \sigma_y \times \left(\frac{a}{4} + \frac{a}{4} \right) + \left(\frac{a}{4} \times 2a \right) \times \frac{1}{2} \sigma_y \times \left(\frac{2}{3} \times \frac{a}{4} \right) \right\} \Rightarrow M = \frac{11}{24} a^3 \sigma_y$$

$$\frac{WL^2}{8} = \frac{11}{24} a^3 \sigma_y \Rightarrow W = \frac{11}{3} \frac{a^3 \sigma_y}{L^2} \quad \text{می باشد، در نتیجه می توان نوشت:} \quad \frac{WL^2}{8} \quad \text{از طرفی حداکثر لنگر خمشی ایجاد شده در تیر ساده تحت بار گسترده برابر}$$

۷- گزینه «۲» دایره موهر المان نشان داده شده به صورت زیر می باشد:



$$\begin{cases} \sigma_{x'} = \sigma_{ave} + R \sin 2\phi \\ \sigma_{y'} = \sigma_{ave} - R \sin 2\phi \end{cases} \xrightarrow{\text{طبق فرض مسأله}} \sigma_{x'} = 3\sigma_{y'}$$

$$\Rightarrow \sigma_{ave} + R \sin 2\phi = 3\sigma_{ave} - 3R \sin 2\phi \Rightarrow 4R \sin 2\phi = 2\sigma_{ave}$$

$$\Rightarrow 4\sigma \sin 2\phi = 2\sigma \Rightarrow \sin 2\phi = \frac{1}{2} \Rightarrow \phi = \frac{1}{2} \sin^{-1} \left(\frac{1}{2} \right)$$

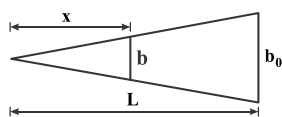
۸- هیچ کدام از گزینه ها صحیح نیست. میله AB صلب است، برای محاسبه پیچش لازم است مقدار آن از رأس A نسبت به یک تکیه گاه ثابت

$$\phi_{AB} = \frac{T \cdot l}{G \cdot J} = \frac{T \cdot l}{G \cdot \frac{\pi}{32} ((4D^4 - D^4))} = \frac{32 \cdot T \cdot l}{G \cdot \pi D^4 (256 - 1)} \Rightarrow \phi = \frac{T \cdot l}{G \cdot \pi \cdot D^4} \times \frac{32}{255}$$

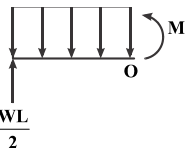
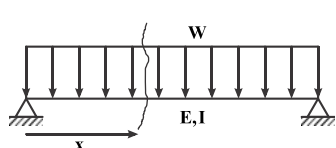
(دیواره داخلی پیستون) به صورت مقابل محاسبه گردد:

سازمان سنجش گزینه (۴) را به عنوان پاسخ اعلام کرده است، ولی با توجه به توضیحات فوق، هیچ کدام از گزینه ها صحیح نیست.

۹- گزینه «۳» با توجه به آنکه عرض مقطع از تکیه‌گاه A به تکیه‌گاه B به صورت خطی تغییر می‌کند بنابراین ممان اینرسی I نیز در طول تیر تغییراتی خطی خواهد داشت.



$$b = b_0 \frac{x}{L} \Rightarrow I = I_0 \frac{x}{L}$$



$$\sum M_O = 0 \Rightarrow M = \frac{WL}{2}x - \frac{Wx^2}{2}$$

اکنون با کمک معادله دیفرانسیل زیر می‌توان معادله خیز تیر را به دست آورده و سپس مقدار شیب را در تکیه‌گاه B محاسبه کرد.

$$EIy'' = M \Rightarrow y'' = \frac{M}{EI} = \frac{W}{2E} \left(\frac{Lx}{I} - \frac{x^2}{I} \right) = \frac{W}{2E} \left(\frac{Lx}{I_0 \frac{x}{L}} - \frac{x^2}{I_0 \frac{x}{L}} \right) \Rightarrow y'' = \frac{W}{2E} \left(\frac{L^2}{I_0} - \frac{xL}{I_0} \right) \Rightarrow y' = \frac{W}{2E} \left(\frac{L^2 x}{I_0} - \frac{x^2 L}{2I_0} \right) + C_1$$

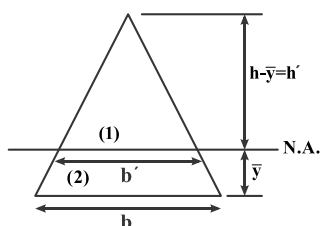
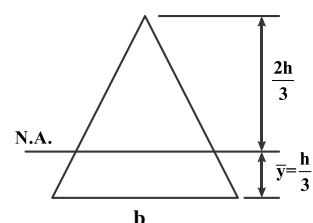
$$\Rightarrow y = \frac{W}{2E} \left(\frac{L^2 x^2}{2I_0} - \frac{x^3 L}{6I_0} \right) + C_1 L + C_2$$

شرایط مرزی: $x=0 \Rightarrow y=0 \Rightarrow C_2 = 0$

$$x=L \Rightarrow y=0 \Rightarrow \frac{W}{2E} \left(\frac{L^2}{2I_0} - \frac{L^3}{6I_0} \right) + C_1 L = 0 \Rightarrow C_1 = -\frac{WL^2}{6EI_0}$$

$$\theta_B = y' \Big|_{x=L} = \frac{W}{2E} \left(\frac{L^2 \times L}{I_0} - \frac{L^3 \times L}{2I_0} \right) - \frac{WL^2}{6EI_0} = \frac{WL^3}{12EI_0}$$

$$I_0 = \frac{b_0 h^3}{12} \Rightarrow \theta_B = \frac{WL^3}{12E \times \frac{b_0 h^3}{12}} = \frac{WL^3}{Eb_0 h^3}$$



۱۰- گزینه «۳» در مقطع مثلثی آغاز تسلیم در رأس فوقانی مثلث رخ داده که بیشترین فاصله را از تار خنثی دارد. مقدار لنگر خمشی آغاز تسلیم برابر است با:

$$\sigma_{\max} = \frac{MC}{I} \Rightarrow M_y = \sigma_y \frac{I}{C} = \sigma_y \frac{\frac{bh^3}{12}}{\frac{h}{3}} \Rightarrow M_y = \sigma_y \times \frac{bh^2}{24}$$

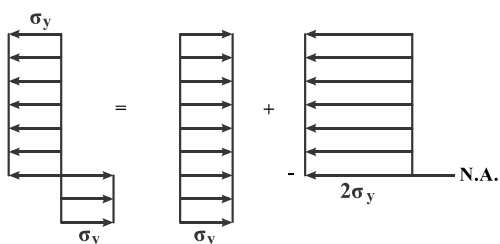
در هنگامی که کل مقطع وارد فاز پلاستیک می‌شود موقعیت تار خنثی به گونه‌ای خواهد بود که سطح مقطع به دو بخش با مساحت مساوی تقسیم گردد.

$$A_1 = A_2 = \frac{A}{2} \Rightarrow \frac{A_1}{A} = \left(\frac{h'}{h} \right)^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow h' = \frac{\sqrt{2}}{2} h ; b' = \frac{\sqrt{2}}{2} b$$

برای ساده‌تر شدن محاسبات توزیع تنش به صورت زیر لحاظ می‌گردد.

$$M_P = \frac{bh}{2} \times \sigma_y \times \frac{2h}{3} - A_1 \times 2\sigma_y \times \frac{2h'}{3} \Rightarrow M_P = \frac{bh^2}{3} \sigma_y - \frac{bh}{4} \times 2\sigma_y \times \frac{2}{3} \times \frac{\sqrt{2}}{2} h = \frac{bh^2}{3} \sigma_y \left(\frac{1}{3} - \frac{\sqrt{2}}{6} \right) = \frac{2-\sqrt{2}}{6} bh^2 \sigma_y$$

$$\Rightarrow \frac{M_y}{M_P} = \frac{\frac{bh^2}{24} \sigma_y}{\frac{2-\sqrt{2}}{6} bh^2 \sigma_y} = \frac{1}{4(2-\sqrt{2})} \times \frac{2+\sqrt{2}}{2+\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{M_y}{M_P} = \frac{2+\sqrt{2}}{8}$$

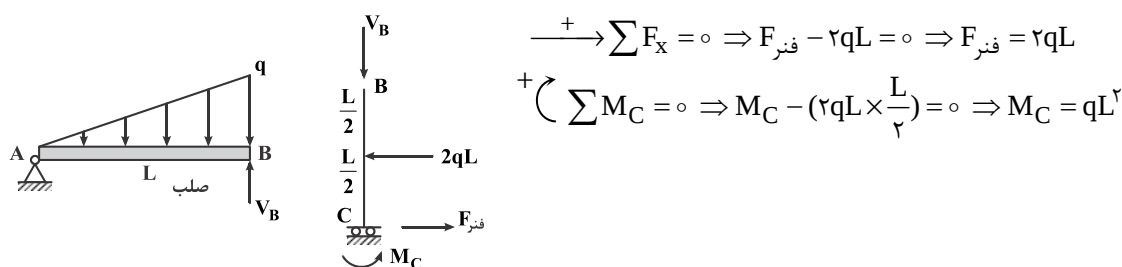


۱۱- گزینه «۱» برای تعیین لنگرهای گیرداری تیر دو سر گیردار تحت اثر لنگر خمشی گسترده می‌توان از روش رسم خط تأثیر در تیرهای نامعین استفاده نمود. ابتدا قید لنگر را در تکیه‌گاه A حذف کرده و با اعمال دوران واحد در این نقطه نمودار خط تأثیر لنگر رسم می‌شود.

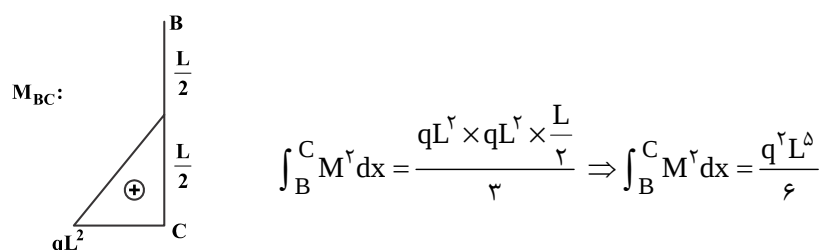


با توجه به اینکه ارتفاع خط تأثیر در نقاط A و B برابر صفر است بنابراین مقدار لنگر در نقاط A و B نیز برابر با صفر می‌باشد: $M_A = M_B = 0$

۱۲- گزینه «۳» ابتدا مقدار انرژی خمشی سازه را به دست می‌آوریم. برای این منظور قاب را از نقطه B جدا کرده و با در نظرگیری قسمت BC داریم:



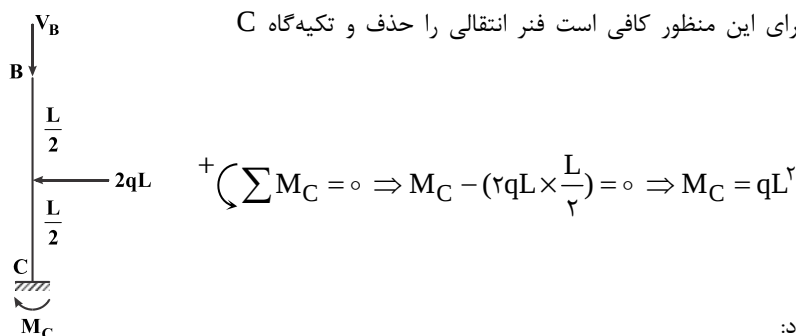
حال نمودار لنگر خمشی برای قسمت BC را رسم می‌نماییم:



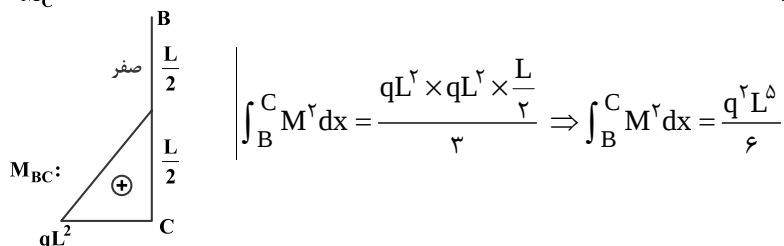
دقت داشته باشید به علت صلب بودن قسمت AB از رسم نمودار لنگر خمشی قسمت AB صرف‌نظر می‌کنیم. بنابراین مقدار انرژی خمشی سازه برابر است با:

$$U = \int \frac{M^x dx}{EI} + \sum \frac{F^y}{K} \Rightarrow U = \int_A^B \frac{M^x dx}{EI} + \int_B^C \frac{M^x dx}{EI} + \frac{F_{\text{فتر}}}{K} \Rightarrow U = 0 + \left(\frac{q^2 L^5}{6} \times \frac{1}{EI} \right) + \frac{(2qL)^2}{K} \Rightarrow U = \frac{q^2 L^5}{12EI} + \frac{2q^2 L^2}{K}$$

در ادامه مقدار حداقل انرژی خمشی سازه را تعیین می‌کنیم. برای این منظور کافی است فنر انتقالی را حذف و تکیه‌گاه C را به صورت گیردار فرض نماییم. پس داریم:



بنابراین نمودار لنگر خمشی قسمت BC به صورت زیر رسم می‌شود:



پس مقدار حداقل انرژی خمشی سازه برابر است با:

$$U_{\min} = \int \frac{M^x dx}{EI} = \int_A^B \frac{M^x dx}{EI} + \int_B^C \frac{M^x dx}{EI} \Rightarrow U_{\min} = 0 + \left(\frac{q^2 L^5}{6} \times \frac{1}{EI} \right) = \frac{q^2 L^5}{12EI}$$

حال با توجه به صورت سؤال، مقدار K به صورت زیر به دست می‌آید:

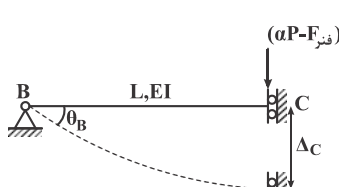
$$U = 2U_{\min} \Rightarrow \frac{q^2 L^5}{12EI} + \frac{2q^2 L^2}{K} = 2 \left(\frac{q^2 L^5}{12EI} \right) \Rightarrow \frac{q^2 L^5}{6EI} = \frac{2q^2 L^2}{K} \Rightarrow K = \frac{12EI}{L^3}$$

۱۳- گزینه «۲» با توجه به شکل و صورت سؤال، تغییر شکل سازه به صورت زیر رسم می‌شود:

به علت اینکه قسمت AB فاقد لنگر خمشی است ($M_B = 0$)، بنابراین تغییر شکل AB به صورت خطی است و با توجه به پیوسته بودن قسمت AB، مقدار θ_B برابر است با:

$$\theta_B = \frac{\Delta_A}{L_{AB}} \Rightarrow \theta_B = \frac{\frac{PL^3}{9EI}}{2L} = \frac{PL^2}{18EI}$$

حال برای محاسبه مقدار نیروی فنر ابتدا قسمت BC را بررسی می‌کنیم:

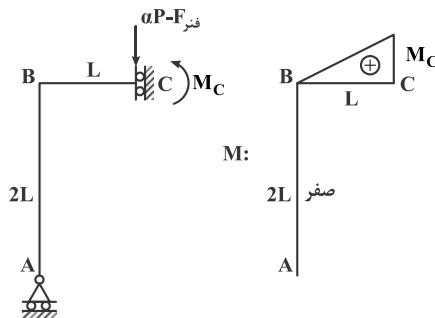


$$\theta_B = \frac{(\alpha P - F_{\text{فنر}})L^2}{2EI} \quad \theta_B = \frac{PL^2}{18EI} \rightarrow$$

$$\frac{PL^2}{18EI} = \frac{(\alpha P - F_{\text{فنر}})L^2}{2EI} \Rightarrow F_{\text{فنر}} = \alpha P - \frac{P}{9}$$

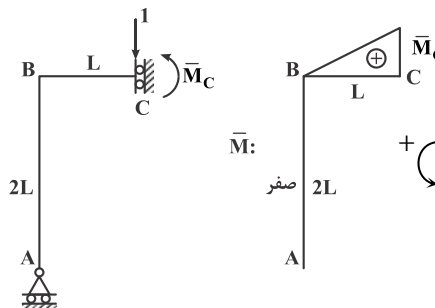
سپس مقدار تغییر مکان نقطه C را به دست می‌آوریم. برای این منظور با استفاده از روش کار مجازی و با توجه به اینکه تغییر مکان نقطه C برابر با تغییر مکان فنر است داریم:

نمودار لنگر خمشی تحت بارگذاری اصلی:



$$+ \left(\sum M_B = 0 \Rightarrow M_C - [(\alpha P - F_{\text{فنر}}) \times L] = 0 \Rightarrow M_C = (\alpha P - F_{\text{فنر}})L \right)$$

نمودار لنگر خمشی تحت بارگذاری واحد:



$$+ \left(\sum M_B = 0 \Rightarrow \bar{M}_C - (1 \times L) = 0 \Rightarrow \bar{M}_C = L \right)$$

بنابراین با استفاده از رابطه کار مجازی می‌توان نوشت:

$$\Delta_C = \Delta_{\text{فنر}} \Rightarrow \int_A^C \frac{M \bar{M} dx}{EI} = \frac{F_{\text{فنر}}}{K} \Rightarrow \int_A^B \frac{M \bar{M} dx}{EI} + \int_B^C \frac{M \bar{M} dx}{EI}$$

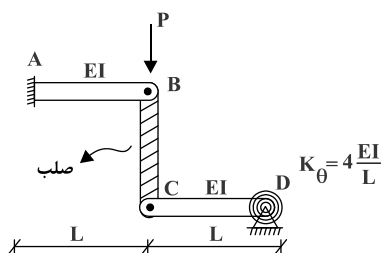
$$= \frac{F_{\text{فنر}}}{K} \Rightarrow 0 + \frac{M_C \times \bar{M}_C \times L}{2EI} = \frac{F_{\text{فنر}}}{K} \Rightarrow \frac{[(\alpha P - F_{\text{فنر}}) \times L] \times L \times L}{2EI} = \frac{F_{\text{فنر}}}{K} \Rightarrow F_{\text{فنر}} = \frac{2\alpha P}{5}$$

در نهایت مقدار نیروی فنر برابر است با:

$$\alpha P - \frac{P}{9} = \frac{2\alpha P}{5} \Rightarrow \alpha = \frac{5}{27}$$

$$F_{\text{فنر}} = \frac{2\alpha P}{5} = \frac{2 \times \frac{5}{27} \times P}{5} \Rightarrow F_{\text{فنر}} = \frac{2P}{27}$$

۱۳- جابه‌جایی نقطه B، بر حسب $\frac{PL^3}{EI}$ کدام است؟



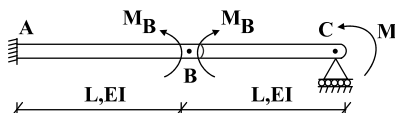
(۱) $\frac{33}{7}$

(۲) $\frac{7}{33}$

(۳) $\frac{10}{33}$

(۴) $\frac{1}{10}$

۱۴- برای آنکه انرژی پتانسیل سازه حداقل شود، مقدار M_B بر حسب M کدام است؟ (می‌دانیم که نقطه B مفصل است.)



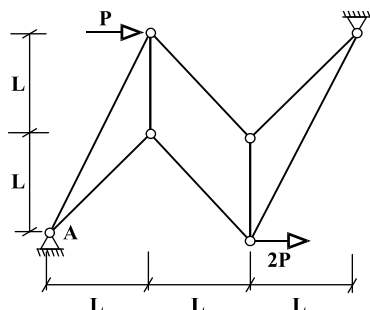
(۲) ۱

(۱) صفر

(۴) $\frac{1}{4}$

(۳) $\frac{1}{2}$

۱۵- در خرابای داده شده، واکنش افقی تکیه‌گاه A بر حسب P کدام مورد است؟



(۱) $1/2$

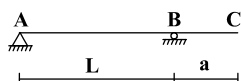
(۲) $1/4$

(۳) $1/6$

(۴) $1/8$

دینامیک سازه

۱۶- با توجه به معیارهای مؤثر بر رفتار دینامیکی تیر ABC با سختی خمشی ثابت EI، اگر تکیه‌گاه ساده A به یک تکیه‌گاه گیردار تبدیل شود، مقدار سختی قائم تیر در نقطه C و در نقطه وسط دهانه AB، به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟



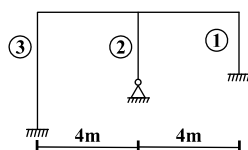
(۲) کاهش - افزایش

(۱) افزایش - کاهش

(۴) کاهش - کاهش

(۳) افزایش - افزایش

۱۷- در سازه قابی مطابق شکل، اتصال ستون‌ها به سقف صلب، گیردار بوده (اتصال صلب) و سختی جانبی خمشی آنها یکسان و ثابت برابر EI است. اگر ارتفاع ستون‌ها به صورت $h_1 = 1/2 h_2 = 1/5 h_3$ و وزن کل سقف ثابت و برابر w باشد، پریود ارتعاش آزاد جانبی سازه، فقط در صورت کاهش طول دهانه سمت چپ به ۳ متر، حدوداً چقدر تغییر می‌کند؟



(۱) به نسبت $\frac{3}{4}$ کاهش می‌یابد.

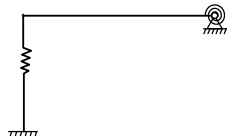
(۲) به نسبت $\frac{3}{4}$ افزایش می‌یابد.

(۳) تغییر نمی‌کند.

(۴) باتوجه به تغییر سختی جانبی هر دو قاب، ممکن است کاهش یا افزایش یابد.

۱۸- یک تیر افقی صلب به طول L و جرم کل M در یک سر خود به تکیه‌گاه ساده به علاوه یک فنر چرخشی به سختی K_θ و در سر دیگر بر روی یک تکیه‌گاه ارتجاعی قائم به سختی K_L تکیه دارد. اگر تیر در نوسان دینامیکی و در رفتار الاستیک، دارای زاویه θ در تکیه‌گاه ساده خود باشد، جرم

اینرسی معادل در معادله ارتعاش آزاد بر حسب درجه آزادی θ در صورتی که سختی معادل برابر $\frac{2(K_L^2 + K_\theta)}{ML^2}$ باشد چقدر است؟



(۲) M

(۱) ۱

(۴) $\frac{ML^2}{12}$

(۳) $\frac{ML^2}{3}$

۱۹- در راستای برآورد مشخصات رفتار دینامیکی یک سازه با مدل تحلیلی معادل یک درجه آزادی و در ثبت دامنه ارتعاش آزاد آن، تعداد حدوداً شش سیکل نوسان برای کاهش ۴۰ درصدی دامنه ارتعاش، شمارش می‌شود. اگر شتاب ثقل برابر $\frac{10}{9} \text{ m/s}^2$ و $\pi \approx 3$ فرض شوند، میرایی معادل سازه تقریباً

چند درصد برآورد می‌شود؟ (راهنمایی: $\text{Ln}1/4 \approx 0/34$ ، $\text{Ln}1/67 \approx 0/51$ ، $\text{Ln}2/5 \approx 0/92$ و $\text{Ln}1/86 \approx 0/62$)

۲/۵ (۴)

۱/۷ (۳)

۱/۴ (۲)

۱/۰ (۱)

۲۰- در تحلیل دینامیکی سیستم‌های ارتجاعی با مدل تحلیلی معادل یک درجه آزادی تحت اثر نیروی هارمونیک با فرکانس زاویه‌ای Ω و دامنه نیرویی P ، اگر فرکانس ارتعاش آزاد سیستم و β نسبت Ω به ω باشد، میزان ضریب بزرگنمایی دینامیکی D به ترتیب در سه حالت $\beta \ll 1$ ، $\beta \gg 1$ و $\beta = 1$ به کدام عامل بیشتر وابسته (به آن حساس) است؟

(۴) جرم، سختی و میرایی

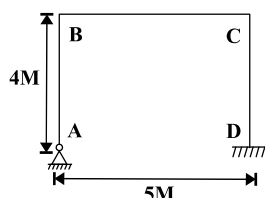
(۳) جرم، میرایی و سختی

(۲) سختی، جرم و میرایی

(۱) سختی، میرایی و جرم

۲۱- در قاب فلزی مطابق شکل زیر، ارتفاع دو ستون برابر و اینرسی هریک از آنها برابر 1920 cm^4 بوده و وزن کل تیر صلب سقف برابر 10^3 kN است. $\text{Ln}1/86 \approx 0/62$ قاب تحت اثر تغییر مکان زلزله افقی معادل $E(t) = 0/5 \sin(2/1t)$ سانتی‌متر قرار گیرد، لنگر حداکثر وارده به هریک از ستون‌های AB و CD به ترتیب از نظر مقدار عددی تقریباً برابر 36° و 144° برآورد می‌شوند. واحد مقیاس سنجش این مقادیر لنگر کدام است؟

شتاب ثقل برابر $\frac{10}{9} \text{ m/s}^2$ ، درصد میرایی برابر ۵٪ و مدول ارتجاعی مصالح برابر $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 10^6 \times 2$ فرض شوند.



kN.m (۱)

ton.cm (۲)

N.cm (۳)

kg.m (۴)

۲۲- در کنترل آزمایشگاهی رفتار دینامیکی یک برج مخبراتی با مدل ساده معادل یک درجه آزادی در نوسان جانبی، سه آزمایش به شرح زیر انجام گرفته است؟

۱- اعمال نیروی افقی استاتیکی در نوک برج برابر 36° N که باعث ایجاد تغییر مکان افقی در رأس برج برابر ۲ سانتی‌متر شد.

۲- با اعمال یک نیروی افقی هارمونیک در نوک برج، برابر $P(t) = 3^\circ \cos(1/5t)$ بر حسب کیلوگرم و بررسی نتایج حاصل از آزمایش، درصد میرایی حدود ۲۵٪ تخمین زده شد.

۳- در آزمایش سوم، نیروی افقی هارمونیک به مشخصات $F(t) = 45 \sin(3t)$ بر حسب کیلوگرم در رأس مدل اعمال و رفتار دینامیکی مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس نتایج حاصل از این سه آزمایش، حداکثر تغییر مکان افقی نوک برج در آزمایش سوم، حدوداً چند سانتی‌متر تخمین زده می‌شود؟

(وزن متمرکز معادل مؤثر سازه در انتهای نوک آن برابر ۲ تن و شتاب ثقل برابر $\frac{10}{9} \text{ m/s}^2$ در نظر گرفته می‌شوند).

۹ (۴)

۷ (۳)

۵ (۲)

۳ (۱)

۲۳- یک مخزن هوایی آب با مدل تحلیلی ساده معادل SDF (در جهت افقی) دارای وزن مؤثر معادل متمرکز در انتهای خود برابر 525 ton و سختی

مؤثر معادل جانبی برابر $21^\circ \frac{\text{ton}}{\text{m}}$ است. اگر این مخزن به صورت تصادفی در محل وزن متمرکز خود، تحت اثر یک نیروی ضربه‌ای افقی با تابع ریاضی

مثلاً متساوی‌الساقین با دامنه نیرویی (ارتفاع تابع) برابر 15 ton قرار گیرد و حداکثر تغییر مکان افقی جرم متمرکز انتهایی آن حدوداً $10/7$ سانتی‌متر اندازه‌گیری شود، با استفاده از اطلاعات مندرج در جدول طیفی زیر، به ترتیب، مدت تداوم بارگذاری ضربه‌ای و لحظه وقوع تغییر مکان حداکثر، بر حسب ثانیه چقدر است؟

(در جدول، D ضریب بزرگنمایی دینامیکی، t_d مدت تداوم بارگذاری (ثانیه)، T پریود ارتعاش آزاد سازه (ثانیه)، t_m لحظه مربوط به وقوع تغییر مکان

حداکثر بوده و میرایی ناچیز $\frac{10}{9} \text{ m/s}^2$ و $g = 10^\circ$ و $\pi \approx 3$ فرض شوند).

t_d/T	۰/۵	۱/۰	۱/۵	۲/۰	۲/۵	۳/۰	۳/۵	۴/۰
D	۱/۳	۱/۵	۱/۳	۱/۰	۱/۰۵	۱/۱۸	۱/۱۲	۱/۰
t_m/t_d	۰/۱	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۶۵	۰/۶	۰/۵۵	۰/۵

۲/۱ و ۳ (۱)

۱/۸ و ۳ (۲)

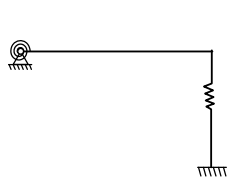
۲/۱ و ۴/۵ (۳)

۱/۸ و ۴/۵ (۴)

۲۴- یک برج روشنایی با مدل تحلیلی معادل یک درجه آزادی، دارای وزن معادل مؤثر برابر $۷۷/۲ \text{ lb}$ در انتهای خود و سختی جانبی معادل مؤثر برابر $۸ \times 10^6 \frac{\text{lb}}{\text{in}}$ است. برای تحلیل دینامیکی این برج به روش عددی گام به گام با فرض شتاب خطی در هر گام زمانی ثابت در برابر یک نیروی پریودیک با زمان تناوب برابر ۲ ثانیه، مدت زمان هر گام برحسب ثانیه، چقدر می‌تواند باشد؟

(۱) $۰/۲ \leq \Delta t \leq ۰/۱۷$ (۲) $۰/۴ \leq \Delta t \leq ۰/۳۴$ (۳) $\Delta t \leq ۰/۱۷$ (۴) $\Delta t \leq ۰/۳۴$

۲۵- یک تیر صلب افقی به جرم M و طول L مطابق شکل توسط یک تکیه‌گاه قائم ارتجاعی به سختی K و یک تکیه‌گاه ساده تقویت‌شده توسط یک قید چرخشی به سختی K_θ نگهداری می‌شود. اگر تغییر مکان چرخشی تیر در حالت ارتعاش آزاد به صورت $\theta(t) = a \sin(\omega t)$ فرض شود (θ زاویه چرخش تیر در تکیه‌گاه ساده بوده که کوچک فرض می‌شود و ω فرکانس زاویه ارتعاش آزاد تیر و t متغیر زمان است)، دامنه a در رابطه انرژی جنبشی حداکثر تیر و در رابطه پریود طبیعی ارتعاش آزاد آن، به ترتیب چگونه ظاهر می‌شود؟



(۱) a^2 و $\sqrt{\frac{M}{KL^2 + K_\theta}}$ (۲) a^3 و ظاهر نمی‌شود.

(۳) a^3 و $\sqrt{\frac{M}{KL^2 + K_\theta}}$ (۴) a^2 و ظاهر نمی‌شود.

۲۶- اگر در بررسی رفتار دینامیکی یک سازه سه درجه آزادی، ماتریس جرم به صورت $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ و ماتریس سختی به صورت $\begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \end{bmatrix}$

تعیین شده باشند، یکی از فرکانس‌های زاویه‌ای این سازه، چه مقداری می‌تواند داشته باشد؟

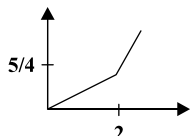
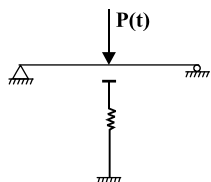
(۱) $\sqrt{2}$ (۲) $\sqrt{3}$ (۳) ۲ (۴) ۳

۲۷- پایه فلزی ستونی یک برج مخابراتی به ارتفاع $H = ۱۵ \text{ m}$ دارای مقطع ثابت حلقوی به قطر ۵۰ سانتی‌متر و ضخامت ۳ سانتی‌متر است. برای تحلیل دینامیکی این ستون به روش یک درجه آزادی تعمیم داده شده (Generalized SDF)، جرم معادل مؤثر پیوسته m^* ، در صورتی که تابع مکانی موردنظر در رفتار ارتعاش جانبی آن به صورت $\psi(z) = \frac{z^2}{H^2}$ (H ارتفاع ستون و z محور قائم در راستای ارتفاع هستند) باشد، چند $\frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$ برآورد

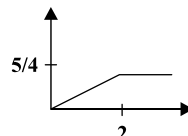
شود؟ (وزن مخصوص فولاد مصرفی $۸ \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$ ، $g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و $\pi \approx ۳$ فرض شود).

(۱) ۶۸ (۲) ۸۸ (۳) ۱۰۸ (۴) ۱۲۸

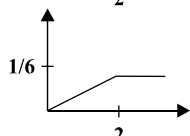
۲۸- یک تیر ساده افقی به طول ۵ متر و سختی خمشی ثابت برابر $۷ \times 10^9 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$ مطابق شکل در وسط دهانه خود تحت اثر نیروی دینامیکی $P(t)$ قرار می‌گیرد. یک کنترل‌کننده تغییر مکان قائم ارتجاعی با سختی $۱۱۱۲ \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$ در زیر وسط تیر به فاصله ۲ سانتی‌متر قرار دارد. اگر مقدار نیروی دینامیکی به اندازه‌ای باشد که تیر در رفتار دینامیکی خود با کنترل‌کننده، تماس داشته باشد، منحنی رفتاری سازه کدام صورت است؟ (محور افقی بیانگر تغییر مکان برحسب سانتی‌متر و محور قائم بیانگر نیرو برحسب تن می‌باشند).



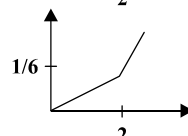
(۲) شیب خط دوم برابر $۳/۸$



(۱) شیب خط دوم برابر صفر

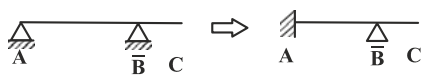


(۴) شیب خط دوم برابر صفر

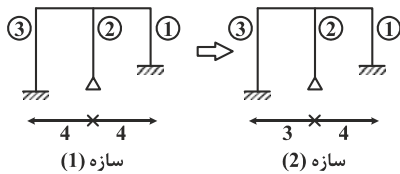


(۳) شیب خط دوم برابر $۲/۸$

دینامیک سازه



۱۶- گزینه «۳» با تبدیل تکیه‌گاه A از مفصلی به گیردار، درجه نامعینی سازه افزایش می‌یابد و افزایش درجه نامعینی سازه منجر به افزایش سختی سازه می‌شود.

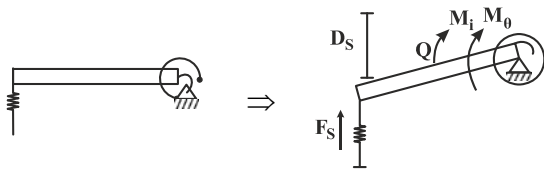


$$k_1 = k_2$$

۱۷- گزینه «۳» توجه داشته باشید که در صورت سؤال به این اشاره شده که تیر صلب است، بنابراین کوچک و یا بزرگ شدن دهانه تأثیری بر سختی سازه ندارد.

چون سختی سازه تغییر نمی‌کند، پریود آن نیز تغییر نمی‌کند.

۱۸- گزینه «۱» برای نوشتن معادله مشخصه یک تغییر زاویه به اندازه θ با سرعت $\dot{\theta}$ و شتاب $\ddot{\theta}$ به تیر صلب وارد می‌کنیم و نیروها و لنگرهای ایجادشده در اثر آن را می‌یابیم.



$$F_s = kD_s = kL\theta$$

$$M_i = I_\alpha \ddot{\theta} = \frac{ML^2}{3} \ddot{\theta}$$

$$M_\theta = k_\theta \theta$$

$$\sum M = 0$$

معادله تعادل را مدل مفصل می‌نویسیم:

$$\frac{ML^2}{3} \ddot{\theta} + (kL^2 + k_\theta)\theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + \frac{(kL^2 + k_\theta)}{ML^2} \theta = 0$$

با تقسیم بر $\frac{ML^2}{3}$ داریم:

در این معادله ضریب θ سختی معادل است و ضریب $\ddot{\theta}$ جرم معادل که برابر با ۱ است.

$$\zeta = \frac{1}{2\pi j} \ln \frac{u_i}{u_{i+j}}$$

۱۹- گزینه «۲» معادله حاکم بر کاهش دامنه نوسان به شرح مقابل است:

$$j=6 \quad u_{i+j} = (1 - 0.4)u_i = 0.6u_i \quad \Rightarrow \zeta = \frac{1}{2\pi \times 6} \ln \frac{u_i}{0.6u_i} = 1/4\%$$

۲۰- گزینه «۴» سه حالت کنترل‌کننده داریم:

میرایی کنترل‌کننده است.

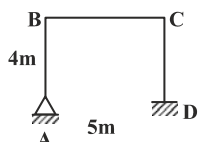
سختی کنترل‌کننده است.

جرم کنترل‌کننده است.

$$\beta \approx 1 \Rightarrow \rho = \frac{P_o}{k} \times \frac{1}{2\zeta} = \frac{P_o}{c\omega}$$

$$\beta \leq 1 \Rightarrow \rho \approx \frac{P_o}{k}$$

$$\beta \geq 1 \Rightarrow \rho \approx \frac{P_o}{k} \times \frac{\omega^2}{\Omega^2} = \frac{P_o}{m\Omega^2}$$



$$E(t) = 0.5 \sin(2/1t) \text{ cm}$$

۲۱- گزینه «۴»

$$I = 192 \text{ cm}^2 \quad w = 10^3 \text{ kN}$$

$$E = 2 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \zeta = 0.05$$

$$E(t) = 0.5 \times 10^{-2} \sin(2/1t) \text{ m}$$

شتاب زلزله مشتق مرتبه دوم جابه‌جایی است.

$$E''(t) = -0.022/5 \sin(2/1t) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$k = \frac{3EI}{L^3} + \frac{12EI}{L^3} = \frac{15EI}{L^3}$$

سختی کل سازه:

$$k = \frac{15 \times 2 \times 10^7 \times 1920}{(400)^3} = 9000 \frac{N}{cm} = 9 \times 10^5 \frac{N}{m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{9 \times 10^5}{1 \times 10^5}} = 3 \frac{rad}{s} \quad \beta = \frac{\Omega}{\omega} = \frac{2/1}{3} = 0.67$$

$$u_{dyn} = \frac{P_o}{k} D = \frac{0.22 \times 10^5}{9 \times 10^5} = \frac{1}{\sqrt{(1 - 0.67^2)^2 + (2 \times 0.67 \times 0.5 \times 0.67)^2}} \Rightarrow u_{dyn} = 0.47 cm$$

جابه‌جایی دینامیکی سازه:

$$M_1 = \frac{k_1}{k} \times L \times F = \frac{3}{15} \times 4 \times 9000 \times 0.47 = 3426.7 N.m$$

$$3426.7 N.m \approx 3422 kg.m$$

مطابق با گزینه (۴)

$$k = \frac{F}{\Delta} = \frac{360}{0.02} = 18000 \frac{N}{m}$$

۲۲- گزینه «۲» براساس آزمایش اول می‌توانیم میزان سختی سازه را محاسبه کنیم.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{18000}{2000}} = 3 \frac{rad}{s}$$

جرم سازه ۲ تن است، بنابراین فرکانس زاویه سازه برابر است با:

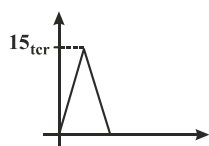
در آزمایش دوم $\zeta = 25\%$ شد.

میزان جابه‌جایی حداکثر در آزمایش سوم:

$$F(t) = 45 \sin(3t) kg$$

$$\Delta_{max} = \frac{P_o}{k} D = \frac{450}{18000} \times \frac{1}{2 \times 0.25} = 0.05 m = 5 cm$$

۲۳- گزینه «۱» جابه‌جایی استاتیکی معادل:



$$u_{st} = \frac{15}{210} = 7/1 cm$$

$$D = \frac{u_{Dyn}}{u_{st}} = \frac{10/7}{7/1} = 1/5$$

$$D = 1/5, \quad \frac{t_d}{T} = 1, \quad \frac{t_m}{t_d} = 0.5$$

براساس جدول:

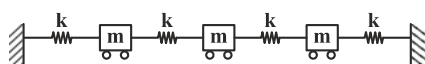
$$T.2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, \quad 2 \times 3 \sqrt{\frac{52/5}{210}} = 3 s \Rightarrow t_d = 3, \quad t_m = 2/1$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

۲۴- گزینه «۳» شرط همگرایی در شتاب خطی: $\Delta t \leq \frac{T}{10}$ ، تنها گزینه (۳) در این محدوده است:

۲۵- گزینه «۴» انرژی جنبشی همواره توان ۲ سرعت است و پیوند سازه جزء مشخصات مکانیکی سازه است و به بارگذاری ارتباط ندارد.

۲۶- گزینه «۱» براساس ماتریس جرم و سختی می‌توان شکل سازه را حدس زد:

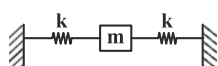


$$m = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad k = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$k = 1$$

$$m = 1$$

از آنجا که سازه متقارن است، می‌توان آن را معادل کرد.



$$k = 1$$

$$m = 1$$

$$\bar{K} = 2k = 2$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{2}$$

۲۷- گزینه «۳» براساس تابع شکل داریم:

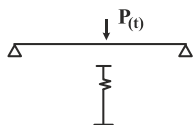
$$m^* = \int_0^H \bar{m}(\psi)^r dz$$

$$\bar{m} = \rho \times A$$

$$A = 2R\pi t = 2 \times 0.25 \times 3 \times 0.03 = 0.045 \text{ m}^2$$

$$\rho = \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} = \frac{1000 \text{ kgf}}{\text{m}^3} = \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} \Rightarrow \bar{m} = 1000 \times 0.045 = 45 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$m^* = \int_0^H \bar{m} \left(\frac{Z^r}{H^r} \right)^r dz = \bar{m} \frac{Z^{\Delta}}{\Delta H^{\Delta}} \Big|_0^H = \bar{m} \frac{H}{\Delta} = 45 \times \frac{15}{5} = 135 \text{ kg}$$



۲۸- گزینه «۲» رفتار سازه غیرخطی است و پس از رسیدن خیز به ۲ سانتی‌متر سختی سازه افزایش می‌یابد. بنابراین گزینه‌های (۱) و (۴) نادرست هستند.

$$k = \frac{48EI}{L^3} = \frac{48 \times 7 \times 10^9}{(500)^3} = 2688 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

سختی تیر:

$$F = k\Delta = 2688 \times 2 = 5376 \text{ ton}$$

نیرو در ۲ cm برابر است با:

$$\bar{k} = k + k_s = 2688 + 11112 = 13800 \frac{\text{ton}}{\text{cm}}$$

سختی پس از ۲ cm برابر است با:

$$\{\phi_1\}^T [M] \{\phi_r\} = 0$$

۲۹- گزینه «۴» شرط تعامد باید در گزینه درست برقرار باشد:

$$\left\{ \begin{matrix} 1 \\ 0.7 \\ 0.3 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0.3 \\ -1.4 \\ 2 \end{matrix} \right\} = 0$$

این معادله تنها در گزینه (۴) برقرار است.

$$\det(k - mw_i^2) = 0$$

۳۰- گزینه «۳» برای پیدا کردن فرکانس زاویه‌ای می‌بایست معادله مقابل حل شود:

$$\det \begin{bmatrix} 1000 - w_1^2 & -1000 & 0 \\ -1000 & 24000 - 2w_1^2 & -1600 \\ 0 & -1600 & 40000 - 2w_1^2 \end{bmatrix} = 0$$

$$(1000 - w_1^2) \left((24000 - 2w_1^2)(40000 - 2w_1^2) - (-1600)^2 \right) + 1000 \times (-1000 \times (40000 - 2w_1^2)) = 0$$

$$w_3 = 50 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

با حل معادله داریم:

تئوری الاستیسیته

۳۱- گزینه «۳» در تانسور چرخشی به‌ازای هر جابه‌جایی در اندیس‌ها یک منفی به پشت تانسور اضافه می‌شود. در گزینه (۳) داریم:

$$\varepsilon_{ijk} = -\varepsilon_{kji} = -(-\varepsilon_{jki}) + \varepsilon_{jki}$$

۳۲- گزینه «۱» برای آنکه یک تانسور صفحه‌عاری از تنش داشته باشد، می‌بایست دترمینان آن برابر صفر شود.

$$\det \begin{bmatrix} 0 & 2 & 5 \\ 2 & \sigma_{22} & 2 \\ 5 & 2 & 0 \end{bmatrix} = 0 \times (\sigma_{22} \times 0 - 2 \times 2) - 2 \times (2 \times 0 - 2 \times 5) + 5 \times (2 \times 2 - 5 \times \sigma_{22}) = 0$$

$$\sigma_{22} = 1/6$$