

در صورتیکه در یک خرپای ساده، تعداد تکیه گاه های موجود بیشتر از حداقل لازم برای تعادل پایدار دستگاه باشد، مجموعه از نظر نیروهای خارجی نامعین است، و تکیه گاه اضافی تشکیل یک قید زاید خارجی را می دهد. و اگر اعضا داخلی بیشتر از مورد نیاز باشد خرپا دارای قید زاید داخلی است و خرپا از نظر داخلی نامعین است.

برای خرپاهایی (صفحه ای) که از نظر داخلی و خارجی معین هستند، رابطه زیر بین تعداد اعضا و مفاصل خرپا برقرار است.

$$m + 3 = 2j$$

$j$  : تعداد مفاصل

$m$  : تعداد عضوهای دو سر مفصل

(با تعداد حداکثر سه عضو تکیه گاهی مجهول، که از نظر خارجی قابل حل باشند.)

شرط ذکر شده برای پایداری خرپا لازم می باشد ولی شرط کافی نیست.

اگر معادله زیر برقرار باشد:

$$m + 3 > 2j$$

تعداد اعضا بیشتر از تعداد معادلات مستقل است و خرپا از نظر داخلی نامعین است و دارای اعضای زاید می باشد.

اگر معادله زیر برقرار باشد:

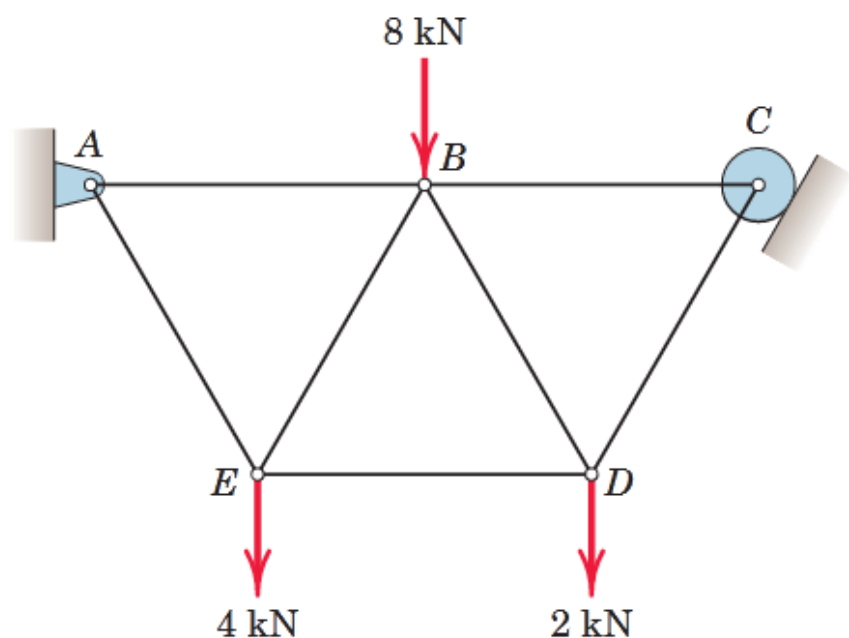
$$m + 3 < 2j$$

در تعداد اعضا داخلی خرپا کمبود وجود دارد و خرپا ناپایدار بوده و تحت اثر بار فرو می ریزد.

(در خرپاهای فضایی شرط معین بودن به این صورت خواهد بود.  $m + 6 = 3j$  )

## تمرین ۱:

نیروهای اعمالی در هر یک از اعضای سازه نمایش داده شده را تعیین کنید.  
مثلت های متوازی الاضلاع برابر می باشند.

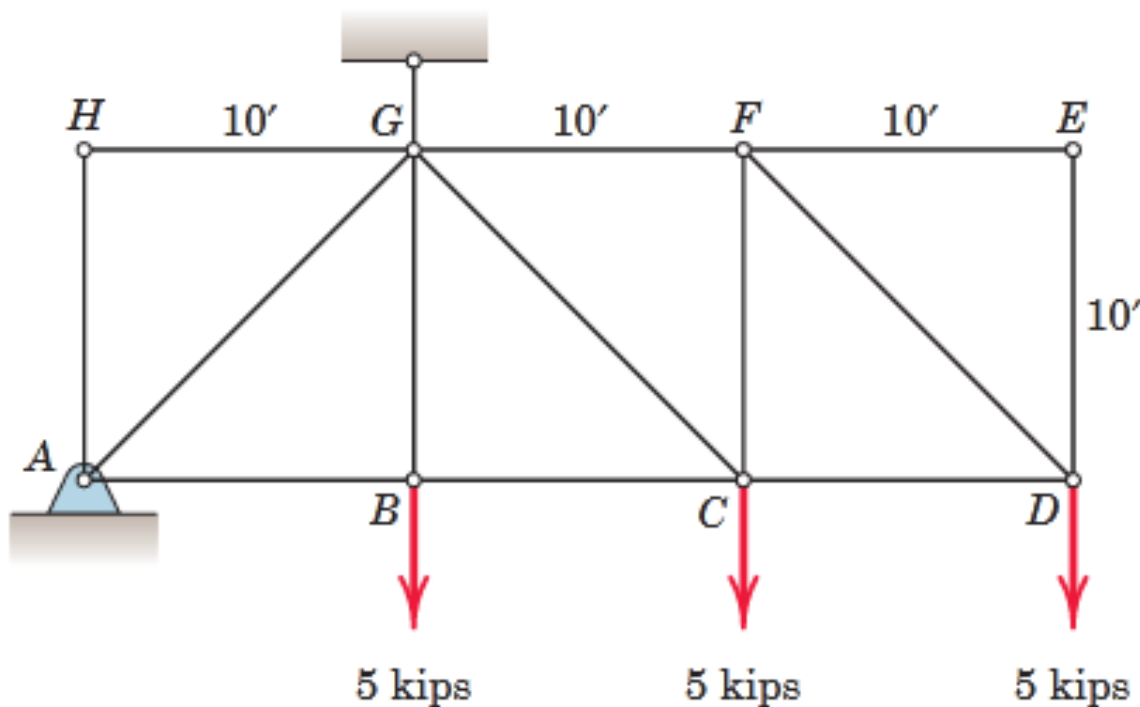


تمرین در کلاس:

الف) سازه چند نیروی تکیه گاهی دارد. آیا قایل حل (از لحاظ خارجی معین) است؟  
ب) معین و یا نامعین بودن سازه را از لحاظ داخلی بررسی نمایید.

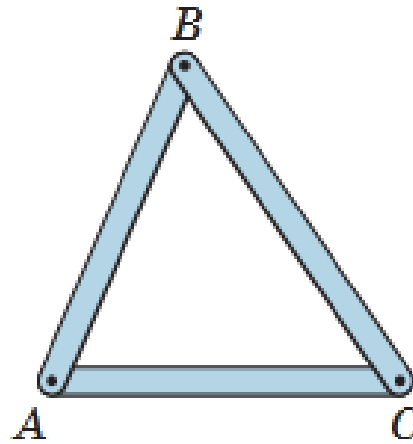
## تمرین ۲:

نیروی موجود در عضو CG در سازه مقابل را محاسبه نمایید.  
تمرین در کلاس: اعضای زاید (اعضایی که نیرویی تحمل نمی کنند.) احتمالی را تعیین نمایید.  
راهنمایی: در نقطه G بجای عضو متصل شده به دیوار نیروی آن را که در راستای عضو مذکور است قرار دهید که با رسم دیاگرام آزاد و نوشتن معادلات تعادل مقدار آن نیرو به دست خواهد آمد.



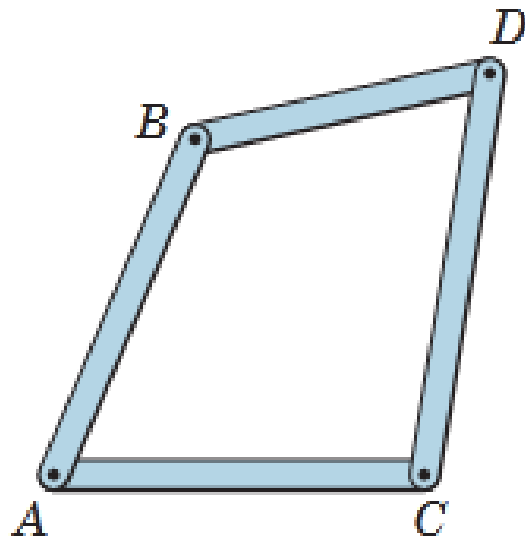
## بخش های تشکیل دهنده خرپا

خرپای مسطح (صفحه ای) دارای زیر مجموعه های بنیادی به شکل مثلث می باشند.  
سه میله که توسط مفصل در انتهایشان به یکدیگر متصل شده اند تشکیل یک قاب صلب را می دهند.  
(سازه صلب تغییر شکل ندارد و یا تغییر شکل آن قابل اغماض است).



---

قاب تشکیل دهنده از چهار عضو یا تعداد بیشتر عضو که پشت سر هم مفصل شده باشند، تشکیل یک چند ضلعی را می دهند که قاب صلب نمی باشد و به آن مکانیسم گویند.



---

قاب غیر صلب یا مکانیسم را می توان از طریق افزودن یک عضو قطری پایدار و صلب نمود.

