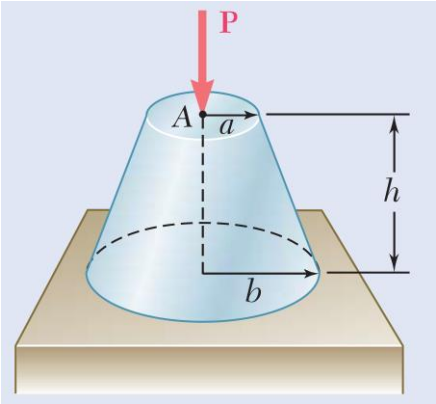
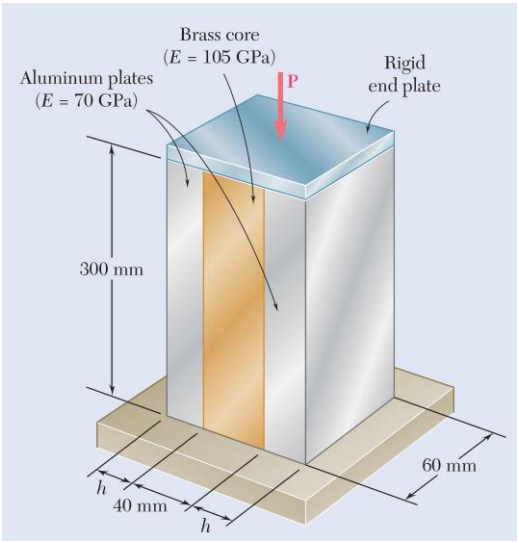
مسایل برای حل فصل دوم

تنش و کرنش، بارگذاری محوری

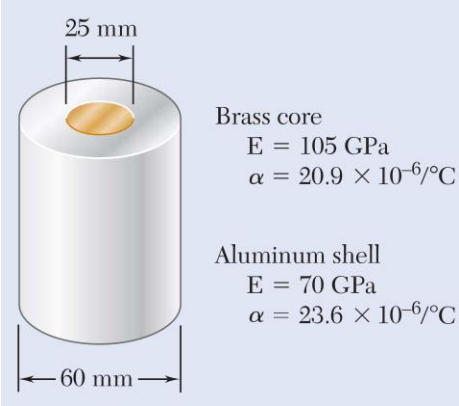
۱- بار عمودی P در مرکز A بخش بالایی ستون همگن مخروط مدور به ارتفاع h، شعاع حداقل a و شعاع حداکثر b اعمال شده است. اگر مدول الاستیسیته‌ی ماده E و در نظر نگرفتن اثر وزن، خیز نقطه‌ی A را تعیین کنید. اگر وزن در نظر گرفته شود و چگالی حجمی ستون γ باشد، در این حالت تغییرمکان قائم نقطه‌ی A را به دست آورید.



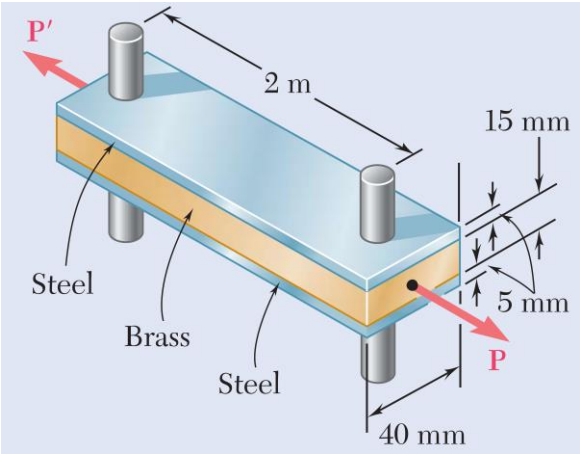
۲- یک نیروی محوری مرکزی به اندازه‌ی P مساوی ۴۵۰ کیلونیوتن به یک بلوک کامپوزیتی نشان داده شده به انتهای یک ورق صلب اعمال شده است. فرض کنید که h مساوی ۱۰ میلی‌متر باشد، در این‌صورت تنش قائم را در ورق‌های آلومینیومی و هسته‌ی برنجی تعیین کنید.



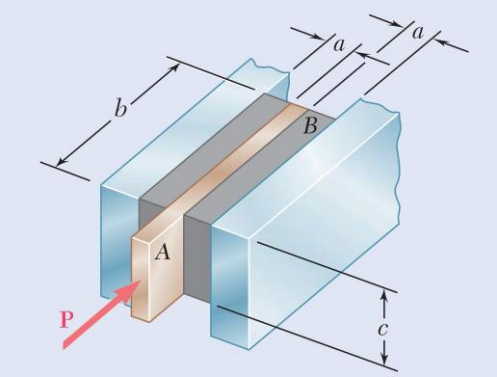
۳- پوسته‌ی آلومینیومی به طور کامل به یک هسته‌ی برنجی چسبیده و در درجه حرارت ۱۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در حالت بدون تنش مونتاژ شده است. با در نظر گرفتن تنها تغییرفرم‌های محوری، تنش در آلومینیوم را هنگامی‌که درجه حرارت به ۱۹۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، تعیین کنید.



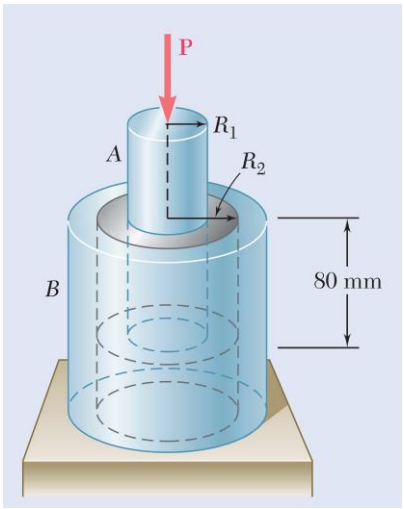
۴- دو میله‌ی فولادی (مدول الاستیسیته‌ی ۲۰۰ گیگاپاسکال و ضریب انبساط خطی ۰/۰۰۰۰۱۱۷ بر درجه‌ی سانتی‌گراد) برای تقویت میله‌ی برنجی (مدول الاستیسیته‌ی ۱۰۵ گیگاپاسکال و ضریب انبساط خطی ۰/۰۰۰۰۲۰۹ بر درجه‌ی سانتی‌گراد) مورد استفاده قرار گرفته‌اند که در معرض بار P مساوی ۲۵ کیلونیوتن قرار گرفته‌اند. هنگامی‌که میله‌های فولادی ساخته می‌شوند، فاصله‌ی بین مراکز سوراخ‌ها که بر روی پین‌ها فیت می‌شوند، ۰/۵ میلی‌متر کوچک‌تر از ۲ متر مورد نیاز است. میله‌های فولادی سپس داخل کوره قرار داده می‌شوند تا افزایش طول پیدا کنند، طوری که این میله‌ها دقیقاً بر روی پین‌ها فیت شوند. پس از ساخت، درجه حرارت در میله‌های فولادی تا درجه حرارت اتاق افت می‌کند. تعیین کنید: الف) افزایش دما که برای فیت کردن میله‌های فولادی بر روی پین‌ها مورد نیاز است، ب) تنش در میله‌ی برنجی بعد از اینکه بار بر روی آن اعمال می‌گردد.



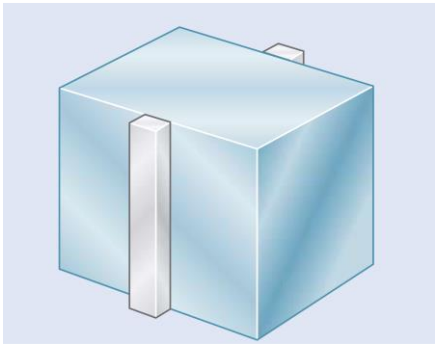
۵- دو بلوک لاستیکی با مدول صلبیت (G) ۱۲ مگاپاسکال به تکیه‌گاه‌های صلب و ورق AB چسبیده‌اند. فرض کنید که c برابر ۱۰۰ میلی‌متر و نیروی P مساوی ۴۵ کیلونیوتن باشد، کوچک‌ترین ابعاد مجاز b , a بلوک‌ها را تعیین کنید، اگر تنش برشی در لاستیک از مقدار ۱/۴ مگاپاسکال فراتر نرود و خیز ورق حداقل برابر ۵ میلی‌متر باشد. اگر مدول صلبیت ۱۰ مگاپاسکال لحاظ گردد، همچنین مقدار c به ۱۲۵ میلی‌متر افزایش یابد، آنگاه بیشینه بار مجاز نیروی اعمالی و کوچک‌ترین ضخامت مجاز a بلوک را تعیین کنید، اگر تنش برشی در لاستیک از مقدار ۱/۵ مگاپاسکال فراتر نرود و خیز ورق حداقل برابر ۶ میلی‌متر باشد.



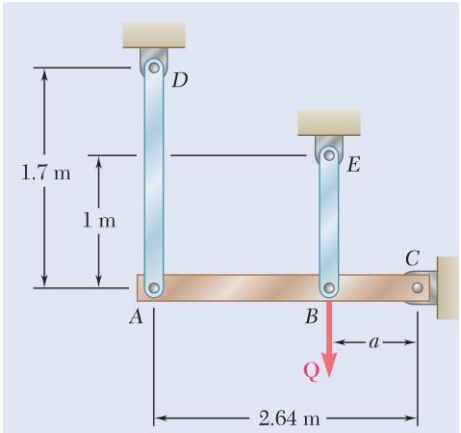
۶- الف) یک تکیه‌گاه جذب ارتعاش شامل میله‌ی A به شعاع R_1 مساوی ۱۰ میلی‌متر و تیوب B به شعاع R_2 مساوی ۲۵ میلی‌متر به یک استوانه‌ی لاستیکی توخالی به طول ۸۰ میلی‌متر و مدول صلبیت G برابر ۱۲ مگاپاسکال متصل شده است. اگر خیز از مقدار ۲/۵۰ میلی‌متر فراتر نرود، بزرگترین مقدار نیروی مجاز اعمالی P را بیابید. ب) اگر مدول صلبیت استوانه‌ی لاستیکی توخالی ۱۰/۹۳ مگاپاسکال در نظر گرفته شود، با این فرض که نیروی اعمالی ۱۰ کیلونیوتن، خیز ۲ میلی‌متر را در میله‌ی A ایجاد نماید، آنگاه نسبت شعاع تیوب به شعاع میله را تعیین کنید.



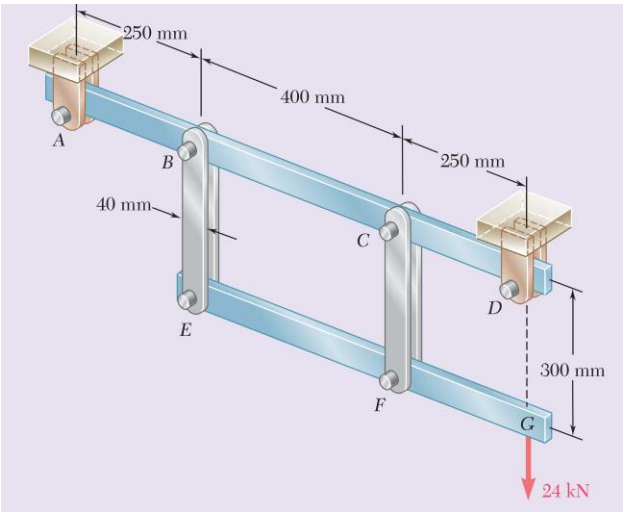
۷- میله‌های باریک آلومینیومی از دو طرف مطابق شکل به یک ورق فولادی ضخیم چسبیده‌اند. در حالت اولیه، درجه حرارت ۷۰ درجه‌ی فارنهایت و تمام تنش‌ها صفر هستند. فرض کنید که درجه حرارت به آرامی تا دمای T_2 افزایش و سپس تا دمای T_1 کاهش می‌یابد. مطلوب است محاسبه‌ی: الف) بالاترین دمای T_2 که بر روی برآیند تنش پسماند بی‌تاثیر است. ب) دمای T_2 که نتیجه‌ی آن ایجاد تنش پسماند به میزان ۵۸ کیلوپوند براینچ مربع در آلومینیوم می‌باشد. تنش‌های کوچک در ورق را ناچیز بگیرید. ضریب انبساط حرارتی برای آلومینیوم و فولاد را به ترتیب ۰/۰۰۰۰۱۲۸ و ۰/۰۰۰۰۰۶۵ بر درجه فارنهایت می‌باشد. همچنین فرض نمایید که آلومینیوم دارای خاصیت الاستوپلاستیک بوده و مدول الاستیسیته‌ی آن ۱۰/۹ مگاپوند بر اینچ مربع و تنش تسلیم آن ۵۸۰۰۰ پوند بر اینچ مربع می‌باشد.



۸- میله‌ی صلب ABC توسط دو میله‌ی AD , BE یکسان (مقطع عرضی مستطیل شکل با ابعاد ۳۷/۵ در۶ میلی‌متر از جنس فولاد با خاصیت الاستوپلاستیک دارای مدول الاستیسیته‌ی ۲۰۰ گیگاپاسکال و تنش تسلیم ۲۵۰ مگاپاسکال) پشتیبانی می‌شود. اندازه‌ی نیروی **Q** اعمالی در نقطه‌ی B به تدریج از صفر تا ۲۶۰ کیلونیوتن افزایش می‌یابد. فرض کنید که a برابر ۰/۶۴۰ متر باشد. مطلوب است: الف) تعیین مقدار تنش قائم در هر میله، ب) محاسبه‌ی خیز حداکثر در نقطه‌ی B.



۹- هر چهار میله‌ی عمودی به دو عضو افقی صلب از جنس آلومینیوم دارای مدول الاستیسیته‌ی ۷۰ گیگاپاسکال و مقطع عرضی مستطیل یکسان به ابعاد ۱۰ در ۴۰ میلی‌متر متصل شده‌اند. برای بارگذاری نشان‌داده شده، خیز در نقاط G, F, E را تعیین کنید.



۱۰- یک مخروط ناقص جامد مطابق شکل در معرض نیروی محوری **P** قرار گرفته است. تغییرطول واقعی مخروط برابر است با: $\frac{PL}{2\pi Ec^2}$ ، با جایگزین کردن مخروط ناقص با n دایره‌ی مدور به ضخامت یکسان، یک برنامه‌ی کامپیوتری بنویسید که بتواند تغییرطول مخروط ناقص را محاسبه نماید. درصد خطا را در حالت‌های که تعداد دایره‌ها به ترتیب برابر ۶، ۱۲ و ۶۰ می‌باشد با حالت واقعی محاسبه نمایید.