

## تمرین های سری اول

مهلت تحویل ۵ اسفند ۱۳۸۷

۲۹ بهمن ۱۳۸۷

۱. طول ستون جیوه در یک دماسنج عادی جیوه ای در تماس با آب در نقطه سه گانه آب  $15,00\text{ cm}$  است. اگر طول ستون جیوه را به عنوان خاصیت دما سنجی  $X$  در نظر بگیریم و  $\theta$  دمایی باشد که این دماسنج مشخص می کند. در این صورت

(الف) دما را وقتی طول ستون جیوه  $19,00\text{ cm}$  است محاسبه کنید.

(ب) اگر دقت اندازه گیری  $X$   $0,01\text{ cm}$  باشد آیا این دماسنج می تواند بین نقطه انجماد عادی آب و نقطه سه گانه تفکیک قائل شود؟

۲. (الف) یک قطعه مس در فشار  $1\text{ atm}$  (تقریباً  $100\text{ kPa}$ ) و دمای  $5^\circ\text{C}$  در حجم ثابت نگه داشته شده است. اگر دما به  $10^\circ\text{C}$  افزایش داده شود، فشار نهایی چقدر خواهد بود؟

(ب) اگر قطعه مس با ظرفی با ضریب انبساط حجمی قابل چشم پوشی احاطه شده باشد و این ظرف توانایی تحمل حداکثر  $100\text{ atm}$  فشار را داشته باشد، حداکثر دمایی که سیستم می تواند تحمل کند چقدر است؟ (توجه کنید ممکن است ضریب انبساط حجمی  $\beta$  و ضریب تراکم پذیری در دمای ثابت  $k$  در کتاب های مرجع پیدا نکنید ولی توجه کنید که ضریب انبساط حجمی سه برابر ضریب انبساط خطی  $\alpha$  است و نیز  $k$  عکس مدول یانگ  $B$  می باشد. در این مساله ضریب انبساط حجمی و تراکم پذیری را به طور عملی در بازه  $0^\circ\text{C}$  تا  $20^\circ\text{C}$  ثابت و به ترتیب  $10^{-5}\text{ K}^{-1}$  و  $4,95 \times 10^{-12}\text{ Pa}^{-1}$  و  $6,17 \times 10^{-12}\text{ Pa}^{-1}$  در نظر می گیریم.)

۳. معادله حالت یک ماده کشسان ایده آل به صورت زیر است

$$J = KT \left( \frac{L}{L_0} - \frac{L_0^3}{L^3} \right)$$

که در آن  $K$  یک ثابت و  $L_0$  (مقدار  $L$  در کشش صفر) تنها تابعی از دماست.

(الف) نشان دهید که مدول یانگ در دمای ثابت عبارت است از

$$Y = \frac{J}{A} + \frac{3KTL_0^3}{AL^3}$$

(ب) نشان دهید که مدول یانگ در دمای ثابت در کشش صفر با عبارت زیر داده می شود

$$Y_0 = \frac{3KT}{A}$$

(ج) نشان دهید که ضریب انبساط خطی عبارت است از

$$\alpha = \alpha_0 - \frac{J}{AYT} = \alpha_0 - \frac{1}{T} \frac{L^3/L_0^3 - 1}{L^3/L_0^3 - 2}$$

که در آن  $\alpha_0$  مقدار ضریب انبساط خطی در کشش صفر میباشد، یا

$$\alpha_0 = \frac{1}{L_0} \frac{dL_0}{dT}$$

(د) مقادیر ذیل را برای یک نمونه پلاستیکی در نظر بگیرید:  $A = 1, 333 \times 10^{-2} N/K$ ،  $K = 1, 233 \times 10^{-2} N/m^2$ ،  $Y = 1 \times 10^{-6} m^2$ ،  $\alpha_0 = 5 \times 10^{-4} K^{-1}$ ، و وقتی نمونه تا طول  $L = 2L_0$  کشیده شود، مقادیر  $J$ ،  $Y$  و  $\alpha$  را محاسبه کنید.

۴. (الف) کار لازم برای منبسط کردن یک مول از یک گاز به طور ایستا وار و همدمای از حجم  $v_i$  تا  $v_f$  را در شرایطی که معادله حالت گاز به صورت زیر باشد محاسبه کنید

$$\left(P + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

که در آن  $a$  و  $b$  ثوابت "وان در والس" هستند.

(ب) اگر  $a = 1, 4 \times 10^9 N.m^4/mol$  و  $b = 3, 2 \times 10^{-5} m^3/mol$ ، در انبساط گاز از حجم  $10$  لیتر تا حجم  $4, 2$  لیتر چه مقدار کار در دمای  $20^\circ C$  انجام می شود؟

۵. (الف) کشش در یک سیم به طور ایستا وار و همدمای از  $J_i$  به  $J_f$  افزایش می یابد. اگر طول و سطح مقطع و مدول یانگ در دمای ثابت عملاً ثابت باشند، نشان دهید که کار انجام شده عبارت است از

$$W = \frac{L}{2AY} (J_f^2 - J_i^2).$$

(ب) کشش در یک سیم مسی به طول  $1m$  و سطح مقطع  $1, 001 cm^2$ ، به طور شبه ایستا وار و همدمای در دمای  $20^\circ C$  از  $10$  به  $100 N$  افزایش می یابد. اگر مدول یانگ در این شرایط  $1, 23 \times 10^{11} N/m^2$  باشد چه مقدار کار انجام شده است؟

۶. نشان دهید کار لازم برای باد کردن یک حباب صابون کروی به شعاع  $r$  بطور شبه ایستا و همدمای عبارت است از  $8\pi\gamma r^2$ .

۷. مقداری ماده پارامغناطیس به حجم  $200 cm^3$  در دمای ثابت نگهداشته شده است. میدان مغناطیسی به شکل شبه ایستا وار در دمای ثابت از  $0$  تا  $10^6 A/m$  افزایش می یابد. فرض کنید که قانون کوری در این حوزه صادق است و ثابت کوری بر واحد حجم عبارت است از  $1, 885 K/m^3$ .

(الف) برای این کار در شرایطی که مادهای موجود نیست چه مقدار است؟

(ب) چه مقدار کار لازم است تا مغناطیس شدگی کل ماده در شرایط ذکر شده در دمای  $300 K$  و  $1 K$  تغییر کند.

(ج) چه مقدار کار توسط منبع تغذیه ای که میدان مغناطیسی را تولید می کند انجام می شود تا مغناطیس شدگی ماده را تغییر دهد؟