



تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

سری سوال: یک ۱

عنوان درس: ترمودینامیک و مکانیک آماری

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۳۰۱۹)

استفاده از ماشین حساب مهندسی مجاز است

## سوالات تشریحی

نمره ۱.۷۵

۱- حل

الف)

$$dQ = \left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_V dp + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_P + P\right] dV$$

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial P}\right)_V = \left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_V$$

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_x \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y = -1$$

قضیه ریاضی

داریم

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial \theta}\right)_V \left(\frac{\partial \theta}{\partial V}\right)_P \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_\theta = \left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_V$$

با جایگزاری

$$\beta = \left(\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial \theta}\right)_P, k = -\left(\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial P}\right)_\theta$$

به رابطه اصلی می رسیم.

ب)

$$PV^\gamma = K, W = - \int PdV = - \int KV^{-\gamma} dV = -\frac{KV^{-\gamma+1}}{-\gamma+1}$$

با قرار دادن مقدار P از معادله حالت به رابطه اصلی می رسیم.

نمره ۱.۷۵

۲- حل) فرایند 1 به 2: فرایند همفشار. در فشار ثابت حجم کاهش می یابد بنابراین سیستم

گرما از دست می دهد پس داریم

$$dQ = C_P d\theta, Q_C = \int_{\theta_1}^{\theta_2} C_P d\theta = \int_{V_1}^{V_2} \frac{C_P P_2}{nR} dV = \frac{C_P P_2}{nR} (V_2 - V_1)$$

در فرایند 2 به 3: فرایند هم حجم؛ کار صفر و به دلیل اینکه در حجم ثابت فشار افزایش یافته است پس گرما دریافت کرده است. بنابراین

$$dQ = C_V d\theta, Q_H = \int_{\theta_1}^{\theta_2} C_V d\theta = \int_{P_2}^{P_3} \frac{C_V V_2}{nR} dP = \frac{C_V V_2}{nR} (P_3 - P_2)$$

و فرایند 3 به 1: یک فرایند بی در رو پس انتقال گرما ندارد.

بنابراین بازه گرمایی برابر است با

$$\eta = 1 - \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \frac{\frac{C_P P_2}{nR} (V_2 - V_1)}{\frac{C_V V_2}{nR} (P_3 - P_2)} = 1 - \gamma \frac{V_1/V_2 - 1}{P_3/P_2 - 1}$$



تعداد سوالات: تستی: ۲۰: تشریحی: ۴

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰: تشریحی: ۶۰

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: ترمودینامیک و مکانیک آماری

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۳۰۱۹)

۱۰۷۵ نمره

۳- حل

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -1 \Rightarrow \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_U \left(\frac{\partial V}{\partial U}\right)_T C_V = -1 \Rightarrow$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial Q}{\partial V}\right)_T - P \quad (۲)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial Q}{\partial V}\right)_T - P \quad (۳)$$

$$= T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \quad (۴)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -1 \Rightarrow \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \frac{\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P}{-\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T} = \frac{\beta}{K} \quad (۵)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \frac{-1}{C_V} \left[ \left(\frac{\partial Q}{\partial V}\right)_T - P \right] \quad (۶)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \frac{T \beta}{K} \quad (۷)$$

$$-1 = \frac{-1}{C_V} \left[ \frac{T \beta}{K} - P \right]$$



تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: ترمودینامیک و مکانیک آماری

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) ۱۱۳۰۱۹

۱.۷۵ نمره

-۴ حل

$$Z = \sum_{\text{ترازها}} g_i e^{-\epsilon_i/kT} \Rightarrow Z = \int_0^{\infty} e^{-\epsilon_i/kT}$$

$$\epsilon_i = \frac{h^2}{8m} \left( \frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2} + \frac{n_z^2}{c^2} \right)$$

$$Z = \left[ \int_0^{\infty} e^{-\left(\frac{h^2 n_x^2}{8mkT a^2}\right)} dn_x \right] \left[ \int_0^{\infty} e^{-\left(\frac{h^2 n_y^2}{8mkT b^2}\right)} dn_y \right] \left[ \int_0^{\infty} e^{-\left(\frac{h^2 n_z^2}{8mkT c^2}\right)} dn_z \right]$$

$$Z = \left[ \frac{a}{2} \sqrt{\frac{8mkT}{h^2}} \right] \left[ \frac{b}{2} \sqrt{\frac{8mkT}{h^2}} \right] \left[ \frac{c}{2} \sqrt{\frac{8mkT}{h^2}} \right] = V \left( \frac{a}{2} \sqrt{\frac{8mkT}{h^2}} \right)^{3/2}$$