

آزمون در خانه ترمودینامیک

ساعت ۹ الی ۱۲

زمستان ۱۳۹۹

نکات مهم:

الف: مدت امتحان سه ساعت است.

ب: استدلال‌های خود را به صورت کاملاً مرتب و منظم، بدون خط خوردگی، بدون آدرس دادن به صفحات دیگر و به صورت روشن همراه با جملات رابط فارسی بنویسید. یک مجموعه از روابط ریاضی پشت سر هم بدون آنکه ارتباط آنها را با هم روشن کرده باشید، استدلال محسوب نمی‌شود. به یاد داشته باشید که روشن کردن مفاهیم و خط سیر استدلال وظیفه نویسنده است نه خواننده.

ج) فقط استفاده از کتاب منبع یا درسنامه مجاز است. ضمناً مشورت با دیگران اخلاقاً قابل قبول نیست. (د) سامانه ساعت ۱۲:۱۵ بسته خواهد شد و بعد از آن امکان ارسال وجود ندارد. (۱۵ دقیقه فرصت ارسال) (ه) به انتخاب خود، ۶ سوال از ۹ سوال را انتخاب کرده و حل کنید. اگر بیشتر از ۶ سوال در پاسخنامه موجود باشد، ۶ سوال اولیه انتخاب خواهد شد.

سوال یک

در زیر ۳ معادله آمده است که معادلات اساسی یک سری سیستم‌های ترمودینامیکی هستند. بعضی از این معادلات از اصول ۲، ۳ و ۴ ترمودینامیک تبعیت نمی‌کنند. در مورد برقراری شرایط اصول هر یک از معادلات اساسی بحث و استدلال کنید.

$$S = \left(\frac{R^2 \theta}{v_0^3} \right) V^3 / NU \quad (1)$$

$$S = \left(\frac{R^3}{v_0 \theta^2} \right) [N^2 V U^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$S = NR \ln(UV / N^2 R \theta v_0) \quad (3)$$

سوال دو

برای یک سیستم با معادله زیر، سه معادله حالت بیابید و به سوالات زیر پاسخ دهید.

$$\frac{S}{R} = \frac{UV}{N} - \frac{N^3}{UV} \quad (۴)$$

الف) نشان دهید که معادلات حالت در نمایش انتروپی، توابع همگن مرتبه صفر هستند.
 ب) معادله حالت مکانیکی را بیابید. $(P = P(T, v))$
 ج) نشان دهید که دما همواره مثبت است.

سوال سه

یک سیستم از معادلات زیر پیروی می‌کند

$$P = -\frac{NU}{NV - 2AVU} \quad (۵)$$

و

$$T = 2C \frac{\sqrt{UV}}{N - 2AU} e^{AU/N} \quad (۶)$$

معادله اساسی سیستم را بیابید.

سوال چهار

گرما و کار انتقالی در هر مرحله از یک چرخه کارنو را برای حالتی که سیستم کمکی یک سیلندر خالی (تنها شامل تابش الکترومغناطیسی) است را محاسبه کنید. مرحله اول مشابه قبل یک انبساط از V_A به V_B است. تمام نتایج را برحسب V_A ، V_B ، T_h و T_c گزارش کنید. همچنین نشان دهید که نسبت کار کل و گرمای مرحله اول با بازده کارنو مطابقت دارد.

سوال پنج

برای یک سیستم خاص (با اندازه ۱ مول) کمیت $(v+a)f$ تابعی از دما $(= Y(T))$. در اینجا v حجم مولی، f انرژی هلمهولتز مولی، a یک ثابت و $Y(T)$ بیانگر یک تابع ناشناخته از دماست. میدانیم که ظرفیت گرمایی مولی به صورت

$$c_v = b(v)T^{\frac{1}{2}}, \quad (۷)$$

است که در آن $b(v)$ یک تابع نا مشخص از v است.
 الف) $Y(T)$ و $b(v)$ را بدست آورید.

ب) سیستم از یک حالت اولیه (T_0, v_0) به حالت (T_f, v_f) برده شده است. یک منبع گرمایی با دمای T_r در اختیار داریم که میتوان به عنوان منبع کار از آن استفاده کرد. حداکثر کاری که میتوان به این منبع کار برگشت پذیر انتقال داد چقدر است؟

سوال شش

یک سوراخ در دیواره بین دو زیر سیستم یکسان از نظر شیمیایی باز شده است. هر کدام از زیرسیستم ها در برهمکنش با یک منبع فشار با فشار P^r است. از اصل انتالپی کمینه استفاده کنید تا نشان دهید در تعادل $T^{(1)} = T^{(2)}$ و $\mu^{(1)} = \mu^{(2)}$.

سوال هفت

$\left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_{T,N}$ را برحسب پارامترهای استاندارد c_P ، α ، κ_T ، T و P محاسبه کنید.

سوال هشت

رابطه‌ی زیر را اثبات کنید و با استفاده از آن تحذب F نسبت به V را مشخص کنید.

$$\left(\frac{\partial^2 F}{\partial V^2}\right)_T = \frac{\frac{\partial^2 U}{\partial S^2} \frac{\partial^2 U}{\partial V^2} - \left(\frac{\partial^2 U}{\partial S \partial V}\right)^2}{\frac{\partial^2 U}{\partial S^2}} \quad (8)$$

سوال نه

فرض کنید x کسر مولی فاز جامد در یک سیستم دوفازه مایع-جامد باشد. در حالتی که حجم کل ثابت است دما تغییر می‌کند. نرخ تغییرات x یعنی $\frac{dx}{dT}$ را به دست آورید. فرض کنید که برای هر دو فاز پارامترهای استاندارد c_P و κ_T ، α ، v را می‌دانیم.