

تمرین سری سوم

ترمودینامیک و مکانیک آماری ۱

پاسخ های خود را تا یکشنبه مورخ چهارم خرداد ماه ارسال نمایید

سوال (۱)

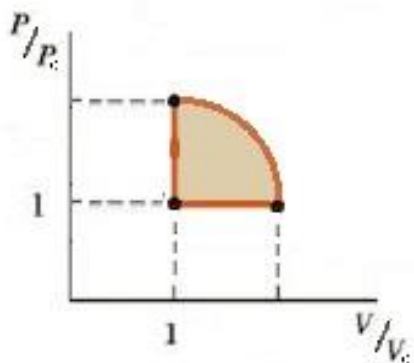
ثابت کنید که بازده هر ماشین گرمایی دلخواه با یک چرخه ترمودینامیکی، کوچک تر یا مساوی است با بازده ماشین کارنویی که بین دو منبع گرمایی با دماهای کمینه و بیشینه چرخه کارنو کار می کند.

سوال (۲)

یک سیستم متشکل از N جسم با ظرفیت گرمایی C_1 تا C_N و دماهای اولیه T_1 تا T_N داریم. سیستم از محیط ایزوله می باشد. ماکسیمم کار ممکن که می توان از این سیستم بدست آورد را حساب کنید در این حالت دماهای نهایی اجسام را بدست آورید.

سوال (۳)

یک ماشین گرمایی با ماده کار گاز کامل تک اتمی در چرخه زیر در نظر بگیرید و به سوالات پاسخ دهید:



الف) نواحی گرماگیر و گرماده را مشخص کنید.

ب) Q_H و Q_C و W را بدست آورید. (منحنی یک ربع دایره است)

ج) η را بدست آورد.

سوال (۴)

در یک آزمایش برای سرد کردن 5 g هلیوم مایع که دمای آن 0.5 K است آن را در تماس با 100 g از یک نمک پارامغناطیس که در دمای پایین تر T_0 است قرار می دهیم. این مجموعه از محیط بیرون ایزوله است. گرمای ویژه‌ی هلیوم مایع و نمک به ترتیب $c_L(T) = aT^3$ و $c_S(T) = bT^{-2}$ است که $a = 20\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-4}$ و $b = 0.1\text{ J kg}^{-1}\text{ K}$. اگر دمای تعادل نهایی هلیوم و نمک 0.4 K باشد:

پ) دمای اولیه‌ی نمک چقدر است؟

ت) تغییر آنروپی کل چقدر است؟

سوال (۵)

اگر برای ذرات یک گاز بعد و بین آنها نوعی نیروی برهم کنش در نظر بگیریم، حالت گاز با معادله‌ی حالت وان دروالس:

$$\left(p + a \frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

توصیف می شود که در آن a و b ثابت اند.

الف) کار انجام شده به وسیله‌ی n مول از این گاز در یک فرآیند برگشت پذیر هم‌دما به دمای T از حجم V_1 به حجم V_2 چقدر است؟

ب) برای یک دستگاه ترمودینامیکی عبارتی برای $\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T$ بر حسب T, V, p و مشتقات آن‌ها به دست آورید. با استفاده از عبارت بدست آمده، بگویید ظرفیت گرمایی در حجم ثابت برای یک گاز وان دروالس تابع کدام یک از کمیت های T و V است.

پ) تغییر آنروپی n مول گاز وان دروالس را از حالت p_0, V_0 و T_0 به حالت های p, V و T بر حسب این پارامترها و ظرفیت گرمایی گاز در حجم ثابت حساب کنید.

ت) تغییر انرژی داخلی n مول گاز وان دروالس را از حالت p_0, V_0 و T_0 به حالت های p, V و T بر حسب این پارامترها و ظرفیت گرمایی گاز در حجم ثابت حساب کنید.

ث) $C_p - C_v$ را بر حسب p ، V و T و سایر ثابت‌ها بدست آورید. C_p و C_v ظرفیت گرمایی n مول گاز وان‌دروالس در فشار و حجم ثابت است.

ج) با فرض ثابت بودن ظرفیت گرمایی در حجم ثابت، در یک فرآیند بی‌دروی گاز وان‌دروالس، علاوه بر معادله‌ی حالت؛ چه رابطه‌ای بین T و V وجود دارد؟

چ) با فرض ثابت بودن ظرفیت گرمایی در حجم ثابت، دمای نهایی n مول گاز وان‌دروالس در یک انبساط آزاد و بی‌دری به‌خلاف حجم و دمای اولیه‌ی V_0 و T_0 به حجم نهایی $2V_0$ چقدر است؟

ح) تغییر آنتروپی گاز در فرآیند برگشت ناپذیر قسمت (چ) چقدر است؟