

ترمودینامیک و مکانیک آماری

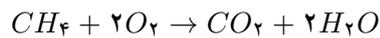
امتحان میان ترم

۶ اردیبهشت ماه ۱۳۸۹

شماره ی دانشجویی:

نام و نام خانوادگی:

۱. (۳ نمره) در این مساله می خواهیم توان گرمایش یک اجاق گاز خانگی را تخمین بزنیم. گاز شهری حاوی گاز متان است (CH_4)، فشار گاز شهر در لوله های خانه برابر با $1/017$ اتمسفر است. به صورت ساده می توان فرض کرد اجاق گاز خانگی، متان را از یک سوراخ با قطر تقریباً یک میلیمتر عبور می دهد و این گاز پس از عبور از این سوراخ به سرشعله رفته و در آن جا می سوزد. واکنش سوختن گاز متان هم به صورت زیر است:



- (الف) اگر گاز به صورت آرام و تعادلی از این سوراخ بیرون بیاید سرعت گاز هنگام خارج شدن از سوراخ چقدر است؟ می توانید فرض کنید که در این فرآیند گاز فرصت ندارد با محیط هم دما شود و طی یک فرآیند بی دررو از سوراخ بیرون می آید (جرم مولی گاز متان $16gr$ است).
- (ب) حالا با استفاده از سرعت به دست آمده در قسمت قبل و قطر سوراخ، حجم گاز خارج شده در واحد زمان چقدر است؟ مقدار مول گاز خارج شده در واحد زمان را نیز محاسبه کنید.
- (ج) با استفاده از جدول ۱ که در آن آنتالپی ترکیبات شیمیایی قرار دارد، گرمای سوختن یک مول متان را بدست آورید.

| ماده | $H/KJmol$ |
|--------|-----------|
| CH_4 | -۷۴/۸ |
| CO_2 | -۳۹۳ |
| H_2O | -۲۴۲ |
| O_2 | ۰ |

جدول ۱: آنتالپی ترکیبات شیمیایی به ازای هر مول

- (د) اکنون با استفاده از دو قسمت قبل توان گرمایش گاز را بیابید.
- (ه) با استفاده از گرمای واکنش اجاق گاز یک کتری دو لیتری حاوی آب طی چه زمانی از 20 درجه ی سانتیگراد می جوشد. آیا این عدد منطقی است؟ (گرمای ویژه ی آب $C = 4/2 KJ / \frac{kgK}{mol}$ و چگالی آن $\rho = 1000 kg/m^3$ است).
- (و) فرض کنید قرمه سبزی را بار گذاشته اید و می خواهید به مدت دو ساعت بیرون بروید، گاز را در کمترین شعله اش قرار می دهید که با این کار توان گرمایش آن در حدود یک دهم توان گرمایش پیشینه ی آن می شود که به دست آورده اید. چه مقدار آب باید در خورشتان باشد تا هنگام بازگشت با بوی سوختگی مواجه نشوید؟ (گرمای نهان تبخیر آب $l_v = 2260 KJ/kg$ است).

۲. (۳ نمره) یک گاز تک اتمی از معادله‌ی حالت واندروالس پیروی می‌کند.

$$p = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 a}{V^2} \quad (1)$$

و ظرفیت گرمایی آن در حد حجم‌های بسیار بزرگ ($V \rightarrow \infty$) برابر با $c_V = 3/2 nR$ است.

- (الف) ثابت کنید که ظرفیت گرمایی (c_V) این گاز مستقل از حجم است.
 (ب) با استفاده از نتیجه‌ی به دست آمده آنتروپی گاز بر حسب دما و حجم ($S(T, V)$) را به دست بیاورید (آنتروپی می‌تواند با یک عدد ثابت دلخواه جمع شود).
 (ج) انرژی درونی گاز بر حسب دما و حجم را به دست بیاورید (این انرژی می‌تواند با هر عدد دلخواه ثابتی جمع شود).
 (د) دمای گاز وقتی از حجم V_1 و دمای T_1 به حجم V_2 به صورت بی‌دررو فشرده می‌شود چقدر است.
 (ه) کار انجام شده در فرآیند قسمت قبل چقدر است؟

۳. (۴ نمره) یک مول گاز ایده‌آل در فشار 1 atm و دمای 298 K قرار دارد. این گاز در چرخه‌ی زیر متحول می‌شود:

- (الف) در حجم ثابت گرما گرفته و دمایش به دو برابر دمای اولیه‌اش می‌رسد.
 (ب) طی یک فرآیند بی‌درروی برگشت پذیر انبساط پیدا کرده و دمایش به مقدار 298 K باز می‌گردد
 (ج) طی یک فرآیند همدمای برگشت پذیر منقبض شده و فشارش به 1 atm باز می‌گردد.

کمیت‌های Q ، W ، ΔU و ΔS را در هر فرآیند و کل چرخه به دست بیاورید.

موفق باشید
 اجتهادی