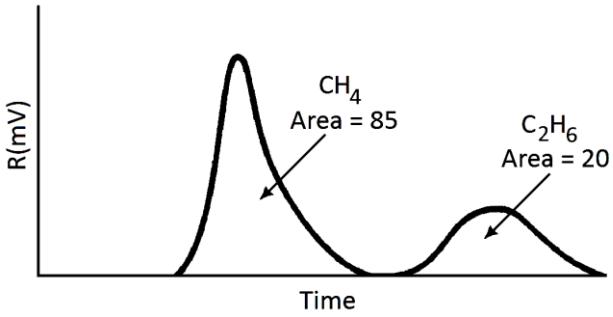
مسئله‌ی ۱:

مخلوط گازی شامل متان، اتان و کربن‌دی‌اکسید به وسیله‌ی کروماتوگراف گازی (GC) و آشکارساز یونش شعله‌ای (FID) مورد آنالیز قرار گرفته است. GC اجزای گاز را جداسازی می‌کند و FID سیگنال‌هایی متناسب با مقادیر هر هیدروکربن (اما نه CO_2) ثبت می‌کند. نتیجه‌ی FID به صورت زیر است:



ناحیه‌ی زیر هر پیک متناسب با تعداد اتم‌های کربن در نمونه است.

این سوخت در یک راکتور احتراق به طور پیوسته سوزانده می‌شود. قرار است نسبت مولی هوا به سوخت 7 به 1 تنظیم شود، اما در مورد این که جریان‌سنج هوا درست کار می‌کند اطمینان نداریم. برای تست کردن آن، یک نمونه‌ی 0.5 مولی از محصول گازی را برداشته و آن را از درون کندانسور (چگالنده)، که تمام آب موجود در نمونه را متراکم می‌کند، عبور می‌دهیم. جرم محصول میعان (که می‌توان آن را آب خالص در نظر گرفت) 1.134 g تعیین شد. گاز خشکی که از کندانسور خارج می‌شود آنالیز شده و مشخص می‌شود که هیدروکربن یا CO ندارد و شامل 11.9 % CO_2 می‌باشد.

- ترکیب درصد مولی سوخت گازی و درصد هوای اضافی (اگر شرط 7 به 1 برقرار باشد) را محاسبه کنید.
- نسبت مولی واقعی هوا به سوخت و در صد هوای اضافی واقعی به کار رفته را محاسبه کنید.

www.ShimiPedia.ir

مسئله‌ی ۲:

کلسیم‌فلورید جامد با سولفوریک اسید واکنش می‌دهد و کلسیم‌سولفات جامد و هیدروژن‌فلورید گازی تشکیل می‌شود. سپس HF در آب حل شده تا هیدروفلوریک اسید تشکیل دهد. یک منبع برای کلسیم فلورید سنگ معدن فلوریت است که حاوی 96.0 % wt CaF_2 و 4.0 % SiO_2 می‌باشد.

در یک فرایند نوعی برای تولید هیدروفلوریک اسید، سنگ معدن فلوریت با محلول آبی 93 % wt سولفوریک اسید، که 15 % بیشتر از مقدار استوکیومتری به کار رفته است، واکنش می‌دهد. نود و نه درصد از سنگ معدن در اسید حل می‌شود. مقداری از HF تشکیل شده با سیلیس طبق فرایند

$$6\ HF + SiO_2 \longrightarrow H_2SiF_6 + 2\ H_2O$$

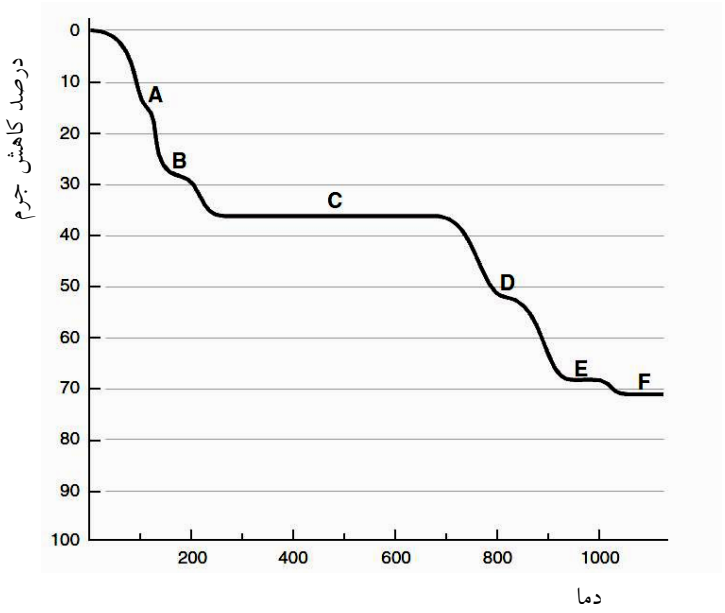
واکنش می‌دهد. سپس هیدروژن فلورید خروجی از راکتور در مقدار کافی آب حل می‌گردد تا هیدروفلوریک اسید 60.0 % wt به دست آید.

- مقدار سنگ معدن فلوریت مورد نیاز برای تولید یک تن اسید را محاسبه کنید.

www.ShimiPedia.ir

مسئله‌ی ۳:

ترموگراویمتری (تجزیه‌ی گرماوزنی) یک روش تجزیه‌ای مبتنی بر حرارت دادن یک ماده و اندازه‌گیری تغییر جرم آن می‌باشد. نمودار مقابل تغییر جرم را در طی حرارت دادن مس(II)سولفات‌پنتاهیدرات نشان می‌دهد.



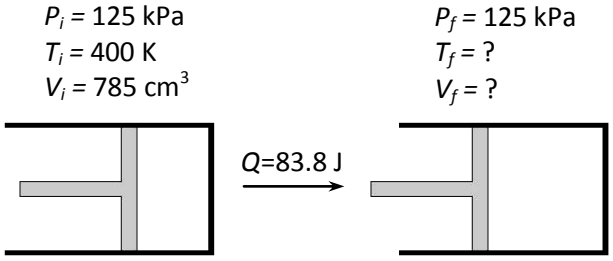
تجزیه هنگامی رخ می‌دهد که شیب بیشترین مقدار خود را دارد و محصولات تجزیه‌ای مختلفی که با **A** تا **F** در نمودار نشان داده شده‌اند بر جای می‌مانند.

- با توجه به نمودار، فرمول‌هایی برای ترکیبات **A**، **B** و **C** پیشنهاد کنید.
- در اثر حرارت دادن **E** یک واکنش ردوکس صورت می‌گیرد و **F** تشکیل می‌شود. **E** و **F** را شناسایی کنید و معادله‌ای برای این واکنش بنویسید.
- ترکیب **D** هنگامی تشکیل می‌شود که دقیقاً نصف **C** تجزیه شده و **E** را تشکیل داده باشد. فرمول تجربی **D** چیست؟

www.ShimiPedia.ir

مسئله‌ی ٤:

یک سیلندر افقی مجهز به یک پیستون بدون اصطکاک حاوی 785 cm^3 بخار در 400 K و 125 kPa است. 83.8 ژول گرما به بخار منتقل می‌شود و موجب بالا رفتن دما و افزایش حجم بخار می‌گردد. یک نیروی بازدارنده‌ی ثابت در طول انبساط به پیستون وارد می‌شود و بنابراین فشار اعمال شده توسط پیستون بر بخار در 125 kPa ثابت می‌ماند.



آنتالپی مخصوص بخار در 125 kPa تقریبا به صورت زیر با دما تغییر می‌کند:

$$\hat{H}\ (J.mol^{-1}) = 34{,}980 + 35.5\ T(K)$$

فرض کنید $\Delta E_k=0$ و $\Delta E_p=0$ و تنها کاری که مبادله می‌شود کار تغییر حجم است.

- مطلوبست محاسبه‌ی T_f، V_f، W و ΔU

www.ShimiPedia.ir

مسئله‌ی ۵:

تجزیه‌ی حرارتی ماده‌ی کریستالی و بی‌رنگ **X** در 450 °C مخلوطی از سه محصول گازی (مخلوط ۱) را با چگالی 40.6 نسبت به هیدروژن به دست می‌دهد. هنگامی که مخلوط ۱ به‌سرعت تا 150 °C سرد شد، محصولی مایع و مخلوط گازی ۲ با چگالی 20.7 نسبت به هیدروژن به دست آمد که حجم این مخلوط 2.279 مرتبه کمتر از حجم مخلوط ۱، اندازه-گیری شده در 450 °C، بود. پس از اینکه مخلوط ۲ تا 30 °C سرد شد از میان اضافی محلول سود عبور داده شد. سپس گازی بی‌رنگ و اشتعال‌ناپذیر با چگالی 16 نسبت به هیدروژن در فاز گازی باقی ماند که حجمش 4.188 مرتبه کمتر از حجم مخلوط ۲، اندازه‌گیری شده در 150 °C، بود.

- فرمول شیمیایی ماده‌ی **X** را مشخص کنید.
- معادلات شیمیایی توصیف‌شده در فوق را بنویسید.
- معادله‌ی واکنشی که طی حرارت دادن **X** در 360-400 °C رخ می‌دهد را بنویسید.

www.ShimiPedia.ir

مسئله‌ی ٦:

نمونه‌ای از نفت سیاه به داخل یک راکتور احتراق تزریق شده و با 25 % هوای اضافی سوزانده می‌شود. این نفت حاوی 87.0 % wt C، 10.0 % H و 3.0 % S است. آنالیز گاز خروجی راکتور فقط حضور N_2، O_2، CO_2، SO_2 و H_2O را نشان می‌دهد. سرعت خروج گوگرددی‌اکسید توسط عبوردادن گاز خروجی، از دستگاه تصفیه‌ی گاز، که در آن قسمت عمده‌ی SO_2 به درون محلولی قلیایی جذب می‌شود، تحت کنترل قرار دارد. گازهای خروجی از دستگاه تصفیه‌ی گاز (تمام N_2، O_2 و CO_2 و مقداری از H_2O و SO_2 وارد شده به این واحد) به داخل دودکش هدایت می‌شوند. دستگاه تصفیه‌ی گاز دارای ظرفیت محدودی است، بنابراین، کسری از گاز خروجی از راکتور مستقیما از طریق یک مسیر فرعی به دودکش منتقل می‌شود.

در یک نقطه در طول انجام فرایند، دستگاه تصفیه‌ی گاز 90 % از SO_2 گازی که به آن تزریق شده را می‌زداید، و در نهایت مخلوط گازی دودکش دارای 612.5 ppm SO_2 در مخلوط خشک می‌باشد. یعنی هر یک میلیون مول گاز خشک دودکش دارای 612.5 مول SO_2 است.

- کسری از گاز خروجی را که مستقیما از طریق مسیر فرعی به دودکش منتقل شده در این نقطه محاسبه کنید.

www.ShimiPedia.ir

مسئله‌ی ۷:

لوله‌ای شیشه‌ای به گنجایش 201.6 mL، در 0 °C و 1 atm، با سه ماده‌ی ساده‌ی گازی با نسبت حجمی $V(A_2): V(B_2): V(C_2) = 1: 3: 5$ پر شد. این مخلوط در 60 °C منفجر شده و این دما برای مدت دو ساعت ثابت نگه داشته شد. پس از آن که لوله را باز کردیم، 0.054 g از ترکیب سفید و مرطوب **D** در آن یافت شد.

- گازها را مشخص کنید. نسبت چگالی بین آن‌ها به صورت $d(A_2): d(B_2): d(C_2) = 16: 19: 1$ می‌باشد.
- فشار درون لوله را پس از انفجار نسبت به فشار اولیه محاسبه کنید.
- معادلات واکنش‌های صورت‌گرفته را بنویسید.
- ماده‌ی **D** را تعیین کنید. می‌دانیم این ماده شامل عناصر **A**، **C** و **E** است و مقدار **E** در آن برابر با 35.9 % جرمی می‌باشد.
- تغییرات جرم **D** را با گذر زمان توضیح دهید. حداکثر جرم ممکن برای **D** را محاسبه کنید.
- در صورت عدم حضور گاز **A** در مخلوط اولیه چه واکنش‌هایی صورت خواهند گرفت؟

www.ShimiPedia.ir

مسئله‌ی ۸:

تیتانیم‌دی‌اکسید به طور گسترده‌ای به عنوان رنگدانه‌ی سفید به کار می‌رود و از یک سنگ معدن که حاوی ایلمنیت ($FeTiO_3$) و فریک‌اکسید (Fe_2O_3) است تولید می‌شود. این سنگ معدن توسط محلول آبی سولفوریک اسید هضم شده و یک محلول آبی از تیتانیل‌سولفات [$(TiO)SO_4$] و فروسولفات ($FeSO_4$) تشکیل می‌دهد. مقداری آب به آن اضافه می‌گردد تا تیتانیل‌سولفات را به H_2TiO_3، که رسوب می‌کند، و H_2SO_4 هیدرولیز کند. سپس رسوب برشته شده، آب خود را از دست می‌دهد و تیتانیم‌دی‌اکسید خالص را بر جای می‌گذارد.

فرض کنید یک سنگ معدن شامل 24.3 % wt Ti با محلول H_2SO_4 % 80، که % 50 بیشتر از مقدار مورد نیاز برای تبدیل تمام ایلمنیت به تیتانیل‌سولفات و تمام فریک‌اکسید به فریک‌سولفات [$Fe_2(SO_4)_3$] به کار رفته، هضم شود و در نظر بگیرید که % 89 از ایلمنیت عملا تجزیه می‌شود.

- جرم‌های مورد نیاز (kg) از سنگ معدن و محلول سولفوریک‌اسید % 80 که برای تولید TiO_2 1000 kg خالص باید به کار رود را محاسبه کنید.

www.ShimiPedia.ir