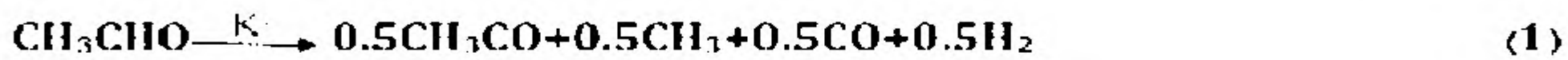


سوالات استخدای: مهندسی احتراق

۱- تفکیک استالدئید نسبت به آلدئید از درجه اول است و انرژی فعال سازی کلی آن 251.2 kcal/mole است. فرض کنید که زنجیر فرضی زیر مکانیسم تفکیک آلدئید باشد:



در این شرایط:

(الف) نوع واکنش زنجیری و مولکولاریته چهار واکنش را فهرست کنید.

(ب) نشان دهید که از این مراحل واکنش، یک واکنش شیمیایی درجه اول نسبت به استالدئید به دست می آید.

(پ) انرژی فعال سازی واکنش ۲ را تخمین بزنید. فرض کنید

$$E_1 = 335 \text{ kcal/mole} \text{ و } E_3 = 42.9 \text{ kcal/mole} \text{ و } E_4 = 20.9 \text{ kcal/mole}$$

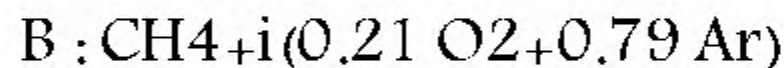
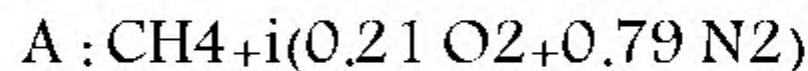
(ت) آیا مقدار E_2 به دست آمده در این مکانیسم فرضی مقدار معقولی برای مرحله ۲ است؟

توجه: E_1 بسیار بزرگتر از E_2 ، E_3 و E_4 است.

۲- هرگاه منواکسید کربن در یک سیستم واکنش کننده وجود داشته باشد امکان تبدیل آن به دی اکسید کربن طبق واکنش تعادلی $2\text{CO} \leftrightarrow \text{C}_s + \text{CO}_2$ وجود دارد. فرض کنید که چنین تعادلی در شکاف سیلندر یک خودرو یا چندراهه وجود داشته باشد. آیا افزایش دما مقدار کربن موجود را افزایش می دهد یا از آن می کاهد؟ KP را برای واکنش تعادلی تعیین و تاثیر افزایش فشار بر مقدار کربن تشکیل شده را مشخص کنید.

۳- مخلوطی از هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن با نسبت فشار جزئی ۵:۱:۲ (به ترتیب ذکر شده از چپ به راست) منفجر شده و یک موج انفجار ضربه ای ایجاد می کند که با سرعت 1890 m/s منتشر می شود. دما و فشار اولیه به ترتیب 298 K و 1 atm است. با فرض شرایط کاملاً یکنواخت، حداکثر فشار موج انفجار ضربه ای و فشار و دمای آن را درست پس از عبور موج محاسبه کنید. ثابت کنید که U_2 در شرایط چپمن - ژوگه صدق می کند. فرض های معقول این مساله عبارت اند از: تفکیک وجود ندارد، فشار پس از عبور موج بسیار بزرگتر از فشار اولیه است، از جداول دینامیک گاز که برای هوا موجود است می توان برای تحلیل فرآیندهای داخل موجود و گرماهای ویژه مستقل از فشار استفاده کرد.

۴- دو مخلوط (A و B) در شرایط مناسب با شعله لایه ای و موج انفجار ضربه ای منتشر می شوند:



سرعت شعله کدام مخلوط بالاتر است؟ سرعت انفجار ضربه ای کدام یک بالاتر است؟ به طور خلاصه شرح دهید ضریب استوکیومتری λ برای هر دو مخلوط یکسان است.

۵- شواهد تجربی از سرعت سوختن یک کره متخلخل در جریان لایه ای با عدد رینولدز کم تأثیر می کند که سرعت سوختن بر واحد سطح می تواند به صورت زیر بیان شود:

$$\frac{G_f r}{\mu} = \left[\frac{f'(\theta, \beta)}{\sqrt{2}} \right] Re_r^{1/2}$$

آیا یک قطره واقعی از همان سوخت در همان شرایط از قانون d^2 پیروی می کند؟
اگر پاسخ منفی است از چه قانون توانی پیروی می کند؟

۱- سوال پایان فصل ۲

۲- سوال پایانی فصل ۱

۳- سوال پایانی فصل ۳

۴- فصل ۳ صفحه ۹۱-۱۴۷

۵- سوال پایان فصل ۴

۱- مهم ترین نتیجه فیزیکی را در هر یک از حالت های زیر بیان کنید:

الف) انتشار شعله لایه ای

ب) شعله های نفوذی لایه ای

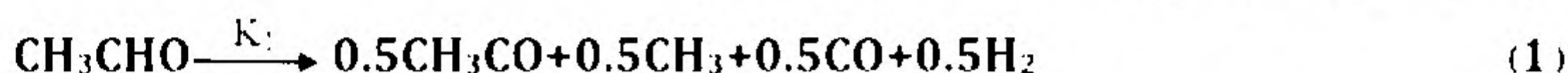
پ) شعله های نفوذی متلاطم

ت) انفجار ضربه ای

ث) شعله های نفوذی قطره

مفهوم فیزیکی پاسخ ها را شرح دهید.

۲- تفکیک استالدئید نسبت به آلدئید از درجه اول است و انرژی فعال سازی کلی آن 250kJ/mol است. فرض کنید که زنجیر فرضی زیر مکانیسم تفکیک آلدئید باشد:



در این شرایط:

(الف) نوع واکنش زنجیری و مولکولاریته چهار واکنش را تعیین کنید.

(ب) نشان دهید درجه کلی واکنش این مراحل نسبت به استالدئید از درجه اول است.

(ج) انرژی فعال سازی واکنش ۲ (E_2) را با فرض $E_1 = 335\text{kJ/mol}$ ، $E_3 = 42\text{kJ/mol}$ و

$E_4 = 21\text{kJ/mol}$ به دست آورید.

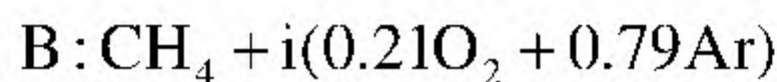
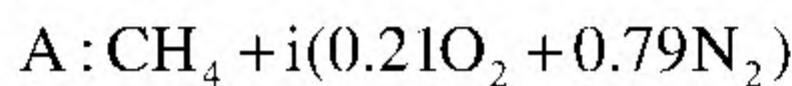
توجه: E_1 بسیار بزرگتر از E_2 ، E_3 و E_4 است.

- ۳- مخلوطی از هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن با نسبت فشار جزئی 5:1:2 (به ترتیب ذکر شده از چپ به راست) منفجر شده و یک موج انفجار ضربه ای ایجاد می کند که با سرعت 1890m/s منتشر می شود. دما و فشار اولیه به ترتیب 292K و 1atm است.
- الف) با فرض شرایط پایا، فشار و دمای موج انفجار ضربه ای را درست پس از عبور موج محاسبه کنید.
- ب) ثابت کنید که u_2 متناسب با سرعت در نقطه C-J است.
- فرض های معقول این مسأله عبارت اند از: تفکیک انجام نمی گیرد. فشار پس از عبور موج بسیار بزرگتر از فشار اولیه است.

$$c = \sqrt{\gamma \frac{R}{MW} T}, \quad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1 + \gamma_2}{\gamma_2}, \quad \gamma = 1.4, \quad R = 8314 \text{ J/kgmol.K}$$

$$MW_{H_2} = 2, \quad MW_{O_2} = 32, \quad MW_{N_2} = 28, \quad MW_{air} = 29$$

- ۴- دو مخلوط (A و B) تحت شرایط مناسب، هم شعله لایه ای و هم موج انفجار ضربه ای ایجاد می کنند.



الف) کدام ترکیب دارای سرعت اشتعال بالاتری است؟

ب) کدام دارای سرعت انفجار بالاتری است؟

ضریب استوکیومتری i برای هر دو مخلوط یکسان است.

- ۵- مونواکسید کربن در یک پس سوز با هوای اضافی در فشار 1atm اکسید می شود تا دی اکسید کربن تولید شود. دمای نهایی 1300K است. با فرض اینکه تجزیه صورت نگیرد، نسبت هوا به سوخت مورد نیاز را تعیین و نتایج را بر مبنای مولی و جرمی گزارش کنید. فرض کنید که هوا محتوی یک مول اکسیژن در مقابل 4 مول نیتروژن باشد و مونواکسید کربن با دمای 298K وارد سیستم شود.

گاز	ΔH_f^0 (kJ/mol)	$H_{T1300}^0 - H_{T298}^0$ (kJ/mol)
O ₂	0	33.37
N ₂	0	31.52
CO ₂	-393.77	50.19
CO	-110.62	-

۱- سوال 10 فصل 4

۲- تمرین 1 فصل 2

۳- سوال 1 فصل 3

۴- تمرین 3 فصل 3

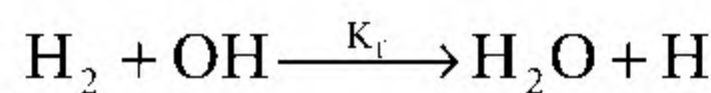
۵- سوال 3 فصل اول

۱- مخلوطی از یک مول N_2 و 0.5 مول O_2 در فشار 0.4atm تا دمای 4000K گرم می شود و مخلوطی تعادلی از N_2 ، O_2 و NO به دست می آید. اگر N_2 و O_2 ابتدا در دمای 298K قرار داشته باشند و مخلوط به صورت پیوسته حرارت داده شود، به ازای یک مول N_2 چه مقدار حرارت لازم است تا دمای نهایی مخلوط به 4000K برسد؟ در 4000K، $\log_{10} K_{p,f(NO)} = -0.524$ می باشد.

گاز	ΔH_f^0 (kJ / mol)	$(H_{T_1}^0 - H_{298}^0)$ (kJ / mol)	$(H_{T_2}^0 - H_{298}^0)$ (kJ / mol)
O_2	0	139.01	0
N_2	0	130.16	0
NO	90.43	132.76	0

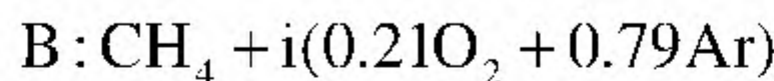
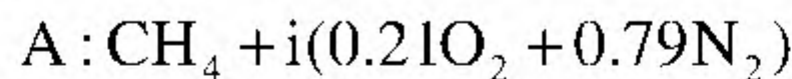
۲- واکنش تجزیه درجه اول ماده A به محصولات ($A \xrightarrow{k} P$) را در نظر بگیرید. زمان نیمه عمر این ماده در دمای ثابت را به دست آورید.

۳- واکنش زیر را در نظر بگیرید:



عبارتی برای سرعت تشکیل بخار آب وقتی تمام رادیکال ها در تعادل جزئی هستند، پیدا کنید.

۴- دو مخلوط (A و B) تحت شرایط مناسب، هم شعله لایه ای و هم موج انفجار ضربه ای ایجاد می کنند.



کدام ترکیب دارای سرعت اشتعال بالاتری است؟ کدام دارای سرعت انفجار بالاتری است؟ ضریب استوکیومتری i برای هر دو مخلوط یکسان است.

$$MW_{Ar} = 40 \text{ gr / grmol} \quad , \quad MW_{N_2} = 28 \text{ gr / grmol}$$

۵- دو اسپری مایع در موتور آزمایش تک سیلندری ارزیابی می شوند. اسپری اول، متانول مایع با عدد انتقال $B = 2.9$ و اسپری دوم، سوخت دیزل معمولی با عدد انتقال $B = 3.9$ است. چگالی دو سوخت در حالت مایع تقریباً یکسان است اما سایر خواص فیزیکی اسپری دیزل به نحوی است که عدد متوسط ساتر آن 1.5 برابر متانول است. هر دو سوخت در هوا می سوزند. کدام اسپری زمان سوختن بزرگتری دارد و چقدر از دیگری طویل تر است؟

١- مسأله 9 فصل 1

٢- تمرين 11 فصل 2

٣- تمرين 9 فصل 2

٤- تمرين 3 فصل 3

٥- تمرين 5 فصل 4

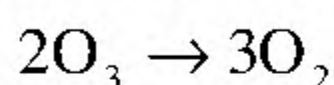
۱- مونواکسید کربن در یک پس سوز با هوای اضافی در فشار 1atm اکسید می شود تا دی اکسید کربن تولید شود. دمای نهایی 1300K است. با فرض اینکه تجزیه صورت نگیرد، نسبت هوا به سوخت مورد نیاز را تعیین و نتایج را بر مبنای مولی و جرمی گزارش کنید. فرض کنید که هوا محتوی یک مول اکسیژن در مقابل 4 مول نیتروژن باشد و مونواکسید کربن با دمای 298K وارد سیستم شود.

گاز	ΔH_f^0 (kJ / mol)	$H_{T1300}^0 - H_{T298}^0$ (kJ / mol)
O ₂	0	33.37
N ₂	0	31.52
CO ₂	-393.77	50.19
CO	-110.62	-

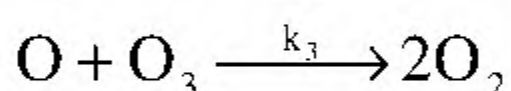
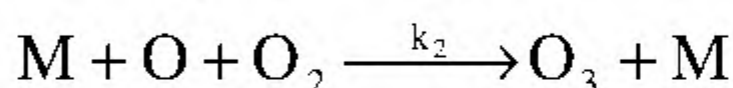
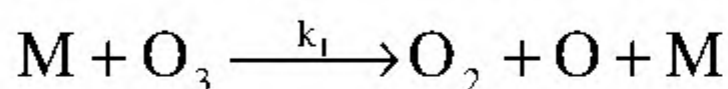
۲- بسیاری از پژوهشگران به تعیین سرعت تجزیه اوزون تشکیل شده در آزمایش هایشان با مخلوط اوزون و اکسیژن علاقه مند بودند. مشاهدات آنها نشان داد که عبارت سرعت را می توان به شکل زیر نوشت:

$$\frac{d[O_3]}{dt} = k_{exp} \left[\frac{[O_3]^2}{[O_2]} \right]$$

معادله ترمودینامیکی کلی تبدیل اوزون به اکسیژن به صورت زیر است:



اثر بازدارندگی اکسیژن باعث شد که بسیاری انتظار داشته باشند که تجزیه، از مکانیسم زنجیری زیر پیروی کند:



الف) اگر مکانیسم های واکنش فرض شده، صحیح باشند و ثابت های سرعت k_2 و k_3 به هم نزدیک اما لزوماً یکسان نباشند، غلظت اولیه اکسیژن بسیار بیشتر از غلظت اولیه اوزون است یا بسیار کمتر از آن؟

ب) درجه کلی مؤثر نتیجه تجربی در این شرایط چیست؟

پ) اگر k_{exp} به صورت تابعی از دما داده می شد، کدام یک از سه ثابت سرعت ابتدایی تعیین می شدند؟ چرا؟

۳- واکنش تجزیه درجه اول ماده A به محصولات ($A \xrightarrow{k} P$) را در نظر بگیرید. زمان نیمه عمر این ماده در دمای ثابت را به دست آورید.

۴- مخلوطی از هیدروژن ، اکسیژن و نیتروژن با نسبت فشار جزئی 5:1:2 (به ترتیب ذکر شده از چپ به راست) منفجر شده و یک موج انفجار ضربه ای ایجاد می کند که با سرعت 1890 m/s منتشر می شود. دما و فشار اولیه به ترتیب 292K و 1atm است.

الف) با فرض شرایط پایا، فشار و دمای موج انفجار ضربه ای را درست پس از عبور موج محاسبه کنید.

ب) ثابت کنید که u_2 متناسب با سرعت در نقطه C-J است.

فرض های معقول این مسأله عبارت اند از: تفکیک انجام نمی گیرد. فشار پس از عبور موج بسیار بزرگتر از فشار اولیه است،

$$c = \sqrt{\gamma \frac{R}{MW} T}, \quad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1 + \gamma_2}{\gamma_2}, \quad \gamma = 1.4, \quad R = 8314 \text{ J/kgmol.K}$$

$$MW_{H_2} = 2, \quad MW_{O_2} = 32, \quad MW_{N_2} = 28, \quad MW_{air} = 29$$

۵- مهم ترین نتیجه فیزیکی را در هر یک از حالت های زیر بیان کنید:

الف) انتشار شعله لایه ای

ب) شعله های نفوذی لایه ای

پ) شعله های نفوذی متلاطم

ت) انفجار ضربه ای

ث) شعله های نفوذی قطره

مفهوم فیزیکی پاسخ ها را شرح دهید.

۱- سوال 3 فصل اول

۲- سوال 3 فصل 2

۳- سوال 10 فصل 2

۴- سوال 1 فصل 3

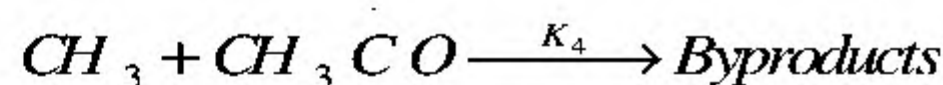
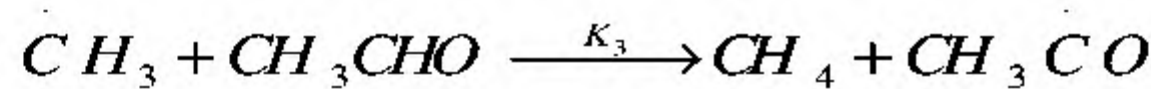
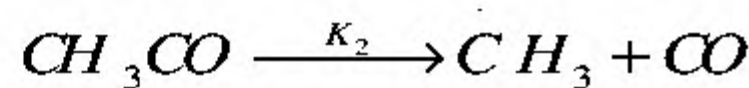
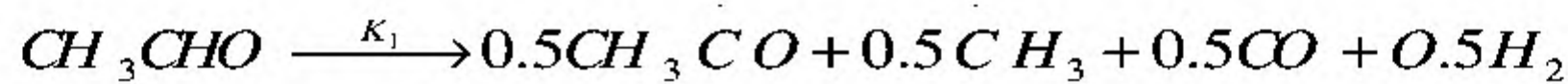
۵- سوال 10 فصل 4

۱- شواهد تجربی در مورد سرعت سوختن یک کره متخلخل در جریان لایه ای با عدد رینولدز پایین ، سرعت سوختن جرم بر واحد سطح را به صورت زیر تایید کرده است:

$$G_f r / \mu = [f'(o, B) / \sqrt{2}] \text{Re}_r^{1/2}$$

آیا یک قطره ی واقعی از همان سوخت در همان شرایط از قانون d^2 پیروی می کند؟ در صورتی که پاسخ منفی است، مشخص کنید از چه قانونی پیروی می کند؟

۲- تجزیه ی آلدئید نسبت به استالدئید از درجه کلی یک و دارای انرژی فعال سازی کلی 250kJ/mol است. فرض کنید مکانیسم تجزیه زنجیر آلدئید به ترتیب زیر است:



در این شرایط :

الف- نوع واکنش زنجیری و مولکولاریته هر یک از چهار واکنش را مشخص کنید.

ب- نشان دهید که درجه کلی واکنش نسبت به استالدئید برابر یک است.

ج- انرژی فعال سازی واکنش ۲ را به ازای $E_1 = 335 \text{kJ/mol}$, $E_3 = 42 \text{kJ/mol}$, $E_4 = 21 \text{kJ/mol}$ تخمین بزنید.

۳- مؤثرترین رقیق کننده یک مخلوط انفجاری برای کاهش یا جلوگیری از انفجار ضربه ای کدام است؟ دی اکسید کربن، هلیوم، نیتروژن یا آرگون؟ بر حسب میزان تأثیر مرتب کنید.

۴- مونواکسید کربن در یک پس سوز با هوای اضافی (1atm) به نحوی به دی اکسید کربن تبدیل می شود که دمای نهائی به 1300K برسد. نسبت هوا _ سوخت لازم را با فرض عدم تجزیه محصولات پایدار تعیین کنید. نتایج را بر مبنای مولی و جرمی بیان کنید. فرض کنید که هوا از یک مول اکسیژن و 4 مول نیتروژن تشکیل شده است. مونواکسید کربن و هوا در 298K وارد سیستم می شوند.

$$M_{\text{air}} = 29 \text{ kg/mol}, \quad M_{\text{CO}} = 28 \text{ kg/mol}$$

گازها	$\Delta H_f^\circ (KJ / mol)$	$H_{T1300}^\circ - H_{298}^\circ (KJ / mol)$
CO_2	-393.77	50.19
CO	-110.62	لازم نیست
O_2	0	33.37
N_2	0	31.52

١- فصل 4 مسأله 9 ص 228

٢- فصل 2 مسأله 2 ص 83

٣- فصل 3 ص 146 مسأله 4

٤- فصل 1 مسأله 3 ص 44

۳،۰۰ نمره

۱- مونواکسید کربن در یک پس سوز با هوای اضافی (1 atm) به نحوی به دی اکسید کربن تبدیل می شود که دمای نهائی به 1300K برسد. نسبت هوا _ سوخت لازم را با فرض عدم تجزیه محصولات پایدار تعیین کنید. نتایج را بر مبنای مولی و جرمی بیان کنید. فرض کنید که هوا از یک مول اکسیژن و 4 مول نیتروژن تشکیل شده است. مونواکسید کربن و هوا در 298K وارد سیستم می شوند.

$$M_{\text{air}} = 29 \text{ kg / mol}, \quad M_{\text{CO}} = 28 \text{ kg / mol}$$

گازها	$\Delta H_f^\circ (KJ / mol)$	$H_{T1300}^\circ - H_{298}^\circ (KJ / mol)$
CO_2	-393.77	50.19
CO	-110.62	لازم نیست
O_2	0	33.37
N_2	0	31.52

۳،۰۰ نمره

۲- مؤثرترین رقیق کننده یک مخلوط انفجاری برای کاهش یا جلوگیری از انفجار ضربه ای کدام است؟ دی اکسید کربن، هلیوم، نیتروژن یا آرگون؟ بر حسب میزان تأثیر مرتب کنید.

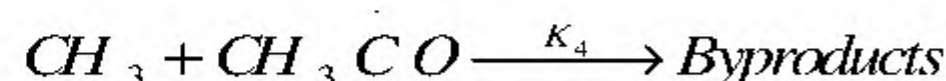
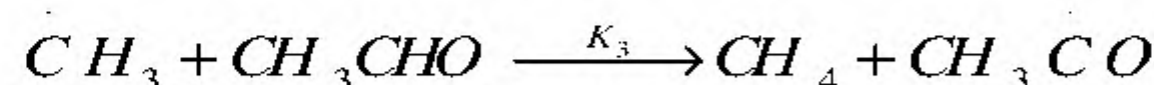
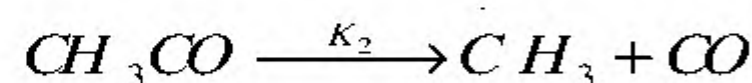
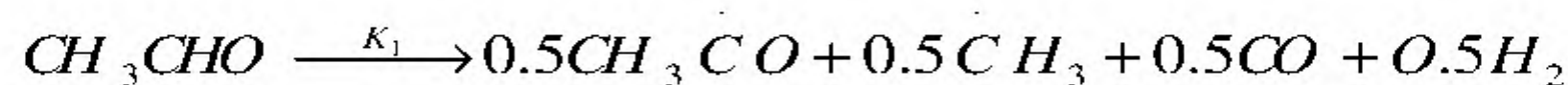
۳،۰۰ نمره

۳- شواهد تجربی در مورد سرعت سوختن یک کره متخلخل در جریان لایه ای با عدد رینولدز پایین ، سرعت سوختن جرم بر واحد سطح را به صورت زیر تایید کرده است:

$$G_f r / \mu = \left[f'(o, B) / \sqrt{2} \right] \text{Re}_r^{1/2}$$

آیا یک قطره ی واقعی از همان سوخت در همان شرایط از قانون d^2 پیروی می کند؟ در صورتی که پاسخ منفی است، مشخص کنید از چه قانونی پیروی می کند؟

۴- تجزیه ی آلدئید نسبت به استالدئید از درجه کلی یک و دارای انرژی فعال سازی کلی 250kJ/mol است. فرض کنید مکانیسم تجزیه زنجیر آلدئید به ترتیب زیر است:



در این شرایط :

الف- نوع واکنش زنجیری و مولکولاریته هر یک از چهار واکنش را مشخص کنید.

ب- نشان دهید که درجه کلی واکنش نسبت به استالدئید برابر یک است.

ج- انرژی فعال سازی واکنش ۲ را به ازای $E_1 = 335\text{kJ/mol}$, $E_3 = 42\text{kJ/mol}$, $E_4 = 21\text{kJ/mol}$ تخمین بزنید.

۳،۰۰ نمره

۱- فصل 1 مسأله 3 ص 44

۳،۰۰ نمره

۲- فصل 3 ص 146 مسأله 4

۳،۰۰ نمره

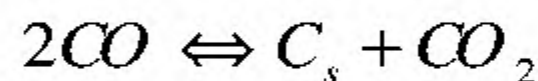
۳- فصل 4 مسأله 9 ص 228

۳،۰۰ نمره

۴- فصل 2 مسأله 2 ص 83

نمره ۲،۴۰

۱- مونو اکسید کربن در یک سیستم واکنش کننده بر طبق واکنش تعادلی زیر به دی اکسید کربن تبدیل می شود:



فرض کنید چنین تعادلی در سیلندر یک اتومبیل یا در اگزوز وجود داشته باشد. آیا افزایش دما مقدار تعادلی کربن موجود را کاهش می دهد یا افزایش؟

مقدار K_p را برای این سیستم تعادلی تعیین و تأثیر افزایش فشار بر مقدار کربن تشکیل شده را مشخص کنید.

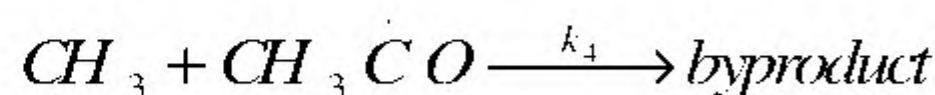
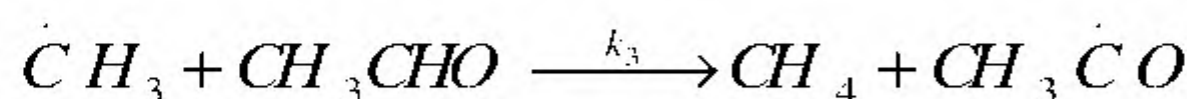
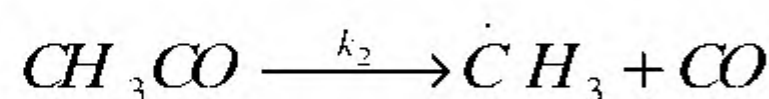
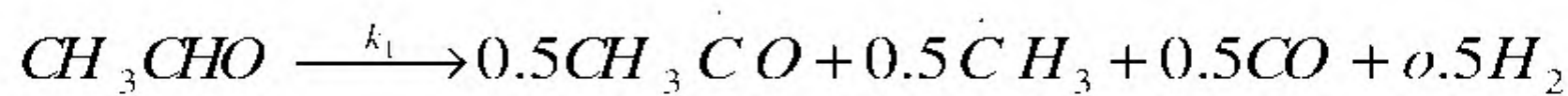
نمره ۲،۴۰

۲- مونو اکسید کربن در یک پس سوز با هوای اضافی (1atm) به نحوی به دی اکسید کربن اکسید می شود که دمای نهایی به 1300K برسد. نسبت هوا- سوخت لازم را با فرض عدم تجزیه محصولات پایدار تعیین کنید. نتایج را بر مبنای مولی و جرمی بیان کنید. فرض کنید که هوا از یک مول اکسیژن و 4 مول نیتروژن تشکیل شده است. مونو اکسید کربن و هوا در 298K وارد سیستم می شوند.

$$M_{air} = 29 \text{ kg / mol}, \quad M_{CO} = 28 \text{ kg / mol}$$

گاز	$\Delta H_f^0 (\text{kJ / mol})$	$H_{T_{1300}}^0 - H_{T_{298}}^0 (\text{kJ / mol})$
CO ₂	-393.77	50.19
CO	-110.62	-
O ₂	0	33.37
N ₂	0	31.52

۳- تجزیه آلدئید نسبت به استالدئید از درجه کلی یک و دارای انرژی فعال سازی کلی 60 kcal / mol است. فرض کنید مکانیسم تجزیه زنجیر آلدئید به ترتیب زیر است:



در این شرایط :

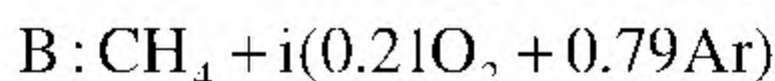
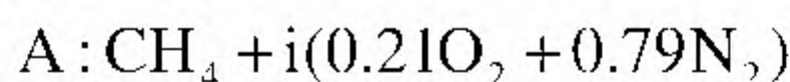
الف) نوع واکنش زنجیری و ملکولاریته هر یک از چهار واکنش را مشخص کنید

ب) نشان دهید که از این مراحل واکنش درجه کلی واکنش نسبت به آلدئید برابر یک است

پ) انرژی فعال سازی واکنش دوم را به ازای $E_1 = 80, E_3 = 10, E_4 = 5 \text{ kcal / mol}$ تخمین بزنید.

توجه: E_1 بسیار بزرگتر از E_2, E_3, E_4 است.

۴- دو مخلوط (A و B) تحت شرایط مناسب، هم شعله لایه ای و هم موج انفجار ضربه ای ایجاد می کنند.



کدام ترکیب دارای سرعت اشتعال بالاتری است؟ کدام دارای سرعت انفجار بالاتری است؟ ضریب استوکیومتری i برای هر دو مخلوط یکسان است.

۵- مهم ترین نتیجه فیزیکی در هریک از موارد زیر چیست؟

الف-انتشار شعله لایه ای

ب-شعله نفوذی لایه ای

ج-شعله نفوذی درهم

ت-انفجار ضربه ای

ث-شعله نفوذی قطره

اهمیت فیزیکی پاسخ ها را بدون ارائه معادله شرح دهید.

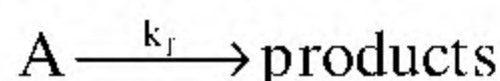
۳،۰۰ نمره

۱- مخلوطی از یک مول N_2 و ۰.۵ مول O_2 در فشار ۰.۴atm تا دمای ۴۰۰۰K گرم می شود و مخلوطی تعادلی از N_2 ، O_2 و NO به دست می آید. اگر N_2 و O_2 ابتدا در دمای ۲۹۸K قرار داشته باشند و مخلوط به صورت پیوسته حرارت داده شود، به ازای یک مول N_2 چه مقدار حرارت لازم است تا دمای نهایی مخلوط به ۴۰۰۰K برسد؟ در ۴۰۰۰K، $\log_{10} K_{p,T(NO)} = -0.524$ می باشد.

گاز	ΔH_f^0 (kJ / mol)	$(H_{T_1}^0 - H_{298}^0)$ (kJ / mol)	$(H_{T_2}^0 - H_{298}^0)$ (kJ / mol)
O_2	0	139.01	0
N_2	0	130.16	0
NO	90.43	132.76	0

۳،۰۰ نمره

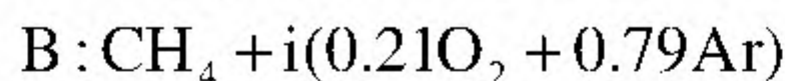
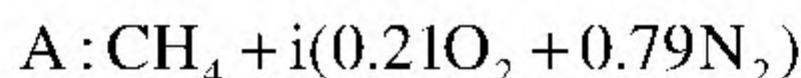
۲- واکنش شیمیایی تجزیه درجه اول ماده A به محصولات را در نظر بگیرید.



نیمه عمر این ماده را در دمای ثابت تعیین کنید.

۳،۰۰ نمره

۳- دو مخلوط (A و B) تحت شرایط مناسب، هم شعله لایه ای و هم موج انفجار ضربه ای ایجاد می کنند.



کدام ترکیب دارای سرعت اشتعال بالاتری است؟ کدام دارای سرعت انفجار بالاتری است؟ ضریب استوکیومتری i برای هر دو مخلوط یکسان است.

۳،۰۰ نمره

۴- فرض کنید قطره های سوخت با اندازه های مختلف در انتهای محفظه احتراق تشکیل می شوند و با سرعت ۳۰m/s همراه با گاز از محفظه خارج می شوند. قطره هایی با قطر ۵۰μm در مدت ۵ms به طور کامل تبخیر می شوند. برای اینکه قطره هایی با قطر ۱۰۰μm پیش از خروج از محفظه احتراق کاملاً تبخیر گردند، کمترین طول مجاز برای محفظه احتراق چه مقدار باید باشد؟

۳،۰۰ نمره

- ۱- مونو اکسید کربن برای تولید دی اکسید کربن در حضور هوای اضافی (1 atm) تا دمای نهایی 1300K در یک محفظه پس سوز تحت فرآیند اکسایش قرار می گیرد. با فرض اینکه تجزیه رخ نمی دهد، نسبت سوخت به هوا را بر پایه هر دو مبنای مولی و جرمی به دست آورید. برای حل مسأله، فرض کنید هوا دارای ترکیبی از یک مول اکسیژن به ازای 4 مول نیتروژن است. مونو اکسید کربن و هوا در 298K وارد سیستم می شوند.

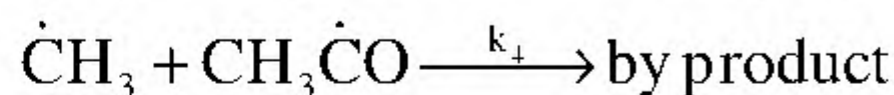
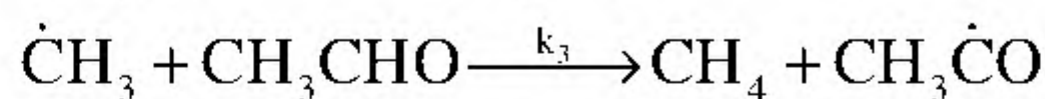
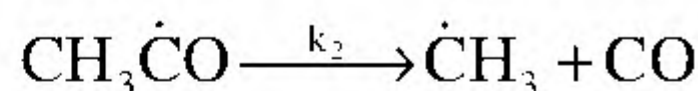
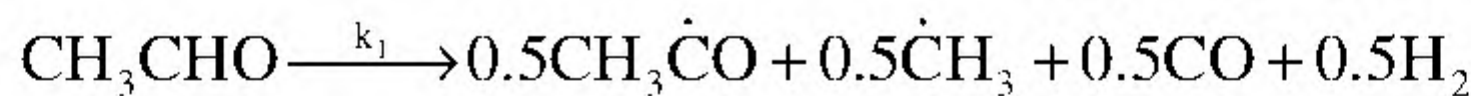
$$\sum_{i \text{ pro}} n_i [(H_{T_i}^0 - H_{298}^0) + (\Delta H_f^0)_{298}] = \sum_{j \text{ react}} n_j [(H_{T_j}^0 - H_{298}^0) + (\Delta H_f^0)_{298}]$$

$$M_{CO} = 28 \text{ kg / kgmol}, \quad M_{air} = 29 \text{ kg / kgmol}$$

گاز	$\Delta H_f^0 (\text{kJ / mol})$	$H_{T_{1300}}^0 - H_{298}^0 (\text{kJ / mol})$
CO ₂	-393.77	50.19
CO	-110.62	-
O ₂	0	33.37
N ₂	0	31.52

۳،۰۰ نمره

- ۲- تجزیه آلدئید نسبت به استالدئید از درجه کلی یک و دارای انرژی فعالسازی کلی 60 kcal / mol است. فرض کنید مکانیسم تجزیه آلدئید به ترتیب زیر است:



در این شرایط:

- (الف) نوع واکنش زنجیری و مولکولاریته هر یک از چهار واکنش را مشخص کنید.
 (ب) نشان دهید که از این مراحل واکنش، درجه کلی واکنش نسبت به استالدئید برابر یک است.
 (ج) انرژی فعالسازی واکنش دوم را اگر $E_4 = 20.9 \text{ kcal / mol}$ ، $E_3 = 41.9 \text{ kcal / mol}$ و $E_1 = 335 \text{ kcal / mol}$ باشد را به دست آورید.

۳،۰۰ نمره

- ۳- اشتعال خود به خود و اشتعال مستقیم را تعریف کنید.

۳،۰۰ نمره

- ۴- مهم ترین نتیجه فیزیکی در هر یک از موارد زیر چیست؟

- (الف) انتشار شعله آرام (ب) شعله نفوذی آرام (ج) شعله نفوذی درهم (د) انفجار
 اهمیت فیزیکی پاسخ ها را شرح دهید. نیازی به بسط معادلات نیست.

۳،۰۰ نمره

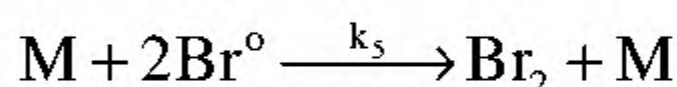
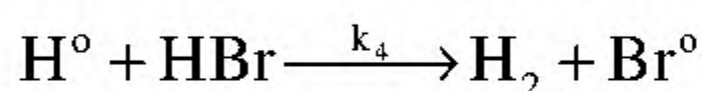
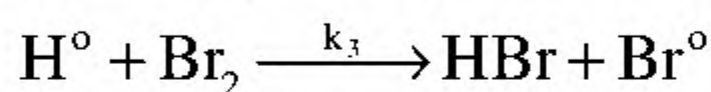
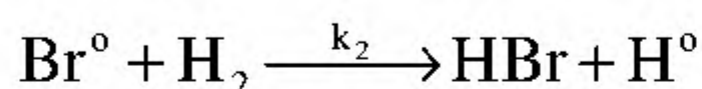
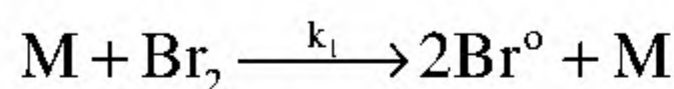
- ۱- مونو اکسید کربن برای تولید دی اکسید کربن در حضور هوای اضافی (1atm) تا دمای نهایی 1300K در یک محفظه پس سوز تحت فرآیند اکسایش قرار می گیرد. با فرض اینکه تجزیه رخ نمی دهد، نسبت سوخت به هوا را بر پایه هر دو مبنای مولی و جرمی به دست آورید. برای حل مسأله فرض کنید که هوا دارای ترکیبی از یک مول اکسیژن به ازای 4 مول نیتروژن است. مونو اکسید کربن و هوا در دمای 298K وارد سیستم می شوند.
- $$M_{\text{air}} = 29 \text{ kg / mol}, \quad M_{\text{CO}} = 28 \text{ kg / mol}$$

گاز	$\Delta H_f^0 (\text{kJ / mol})$	$H_{T_{1300}}^0 - H_{T_{298}}^0 (\text{kJ / mol})$
CO ₂	-393.77	50.19
CO	-110.62	-
O ₂	0	33.37
N ₂	0	31.52

۳،۰۰ نمره

- ۲- نشان دهید سرعت تشکیل HBr طبق واکنشهای زنجیره ای زیر به صورت

$$\frac{d(\text{HBr})}{dt} = \frac{k_{\text{exp}} (\text{H}_2)(\text{Br}_2)^{\frac{1}{2}}}{1 + k'_{\text{exp}}[(\text{HBr})/(\text{Br}_2)]} \text{ می باشد.}$$



۳،۰۰ نمره

- ۳- مؤثرترین رقیق کننده یک مخلوط انفجاری برای کاهش یا جلوگیری از انفجار ضربه ای کدام است؟

دی اکسید کربن، هلیوم، نیتروژن، آرگون

با ذکر دلیل، بر حسب میزان تأثیر مرتب کنید.

۴- شواهد تجربی در بررسی سوختن کره ای متخلخل در شرایط جریان آرام با عدد رینولدز پایین، رابطه زیر را برای سرعت سوختن ماده در واحد سطح تصدیق می کند:

$$\frac{G_r r}{\mu} = [f'(0, B) / \sqrt{2}] Re_r^{1/2}$$

آیا یک قطره واقعی از همان سوخت تحت شرایط مشابه، از قانون d^2 تبعیت می کند؟ اگر خیر، از چه نوع قانونی باید تبعیت کند؟

۱- مسأله 3 فصل 1

۳,۰۰ نمره

۲- فصل 2 ص 76

۳,۰۰ نمره

۳- فصل 5 مسأله 4

۳,۰۰ نمره

۴- مسأله 9 فصل 6

۳,۰۰ نمره

۳،۰۰ نمره

- ۱- متان و هوا در نسبت های استوکیومتری در گرماسنجی با دمای 500K واکنش می دهند. گرمای این واکنش را محاسبه کنید. فرآورده ها به وسیله آب تا دمای محیط 298K خنک می شوند. فشار گرماسنج را در 1atm ثابت فرض کنید اما آب تشکیل شده، میعان می شود.

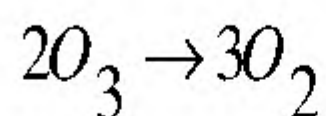
گاز	$\Delta H_f^0 (kJ / mol)$	$H_{T_1}^0 - H_{298}^0 (kJ / mol)$
CH ₄	-74.90	8.21
O ₂	0	6.09
N ₂	0	5.92
H ₂ O (liquid)	-286.04	0
CO ₂	-393.77	0

۳،۰۰ نمره

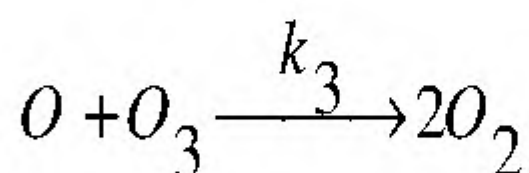
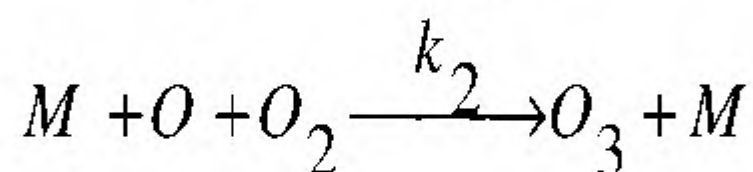
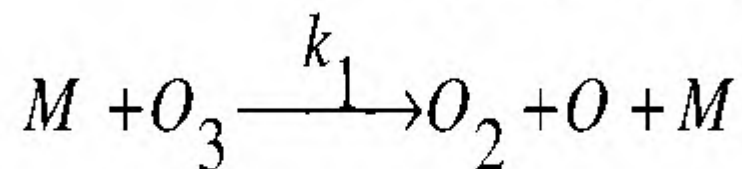
- ۲- بر اساس مشاهدات محققان، سرعت تجزیه اوزون به صورت زیر نوشته می شود:

$$\frac{d(O_3)}{dt} = k \exp \left[\frac{(O_3)^2}{(O_2)} \right]$$

معادله ترمودینامیکی کلی در مورد تبدیل اوزون به اکسیژن بصورت زیر است:



تأثیر بازدارندگی اکسیژن باعث شده است که مکانیسم زنجیری زیر را برای تجزیه در نظر بگیرند:



(الف) اگر مکانیسم زنجیری مفروض، صحیح بوده و ثوابت سرعت k_2 و k_3 تقریباً یکسان باشند، غلظت اولیه

اکسیژن بسیار کمتر از اوزون است یا بیشتر از آن؟

(ب) در این شرایط، درجه کلی مؤثر واکنش چقدر است؟

(ج) اگر $k \exp$ به صورت تابعی از دما مشخص شده باشد، کدامیک از سه ثابت سرعت اولیه تعیین می شوند؟

۳- مؤثرترین گاز برای رقیق سازی ترکیب قابل انفجار برای کمتر شدن یا جلوگیری از احتمال انفجار چه خواهد بود؟

دی اکسید کربن، هلیوم، نیتروژن یا آرگون؟ تأثیرات مورد انتظار را شرح دهید.

۴- شواهد تجربی در بررسی سرعت سوختن کره ای متخلخل در شرایط جریان آرام با عدد رینولدز پایین، رابطه زیر را برای سوختن ماده در واحد سطح تصدیق می کند:

$$\frac{G_f r}{\mu} = [f'(0, B) / \sqrt{2}] \text{Re}_r^{1/2}$$

آیا یک قطره واقعی از همان سوخت تحت شرایط مشابه از قانون d^2 پیروی می کند؟ اگر جواب منفی است، از چه قانونی تبعیت می کند؟

۳،۰۰ نمره

۱- مسأله 1 فصل 1

۳،۰۰ نمره

۲- مسأله 4 فصل 2

۳،۰۰ نمره

۳- مسأله 4 فصل 5

۳،۰۰ نمره

۴- مسأله 9 فصل 6

۳،۰۰ نمره

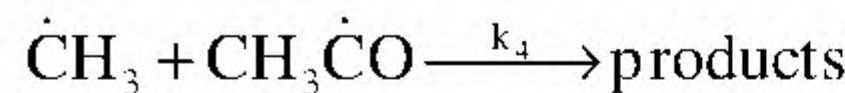
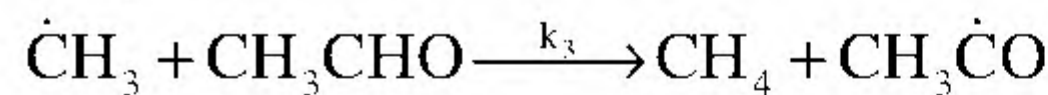
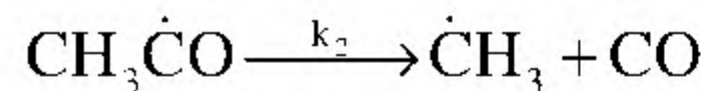
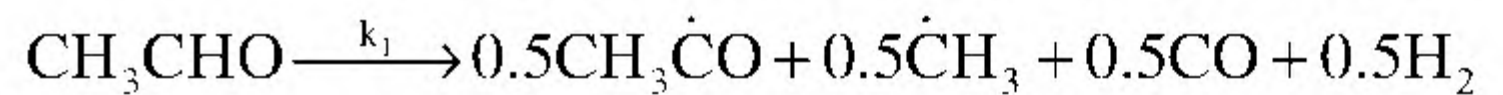
- ۱- مونو اکسید کربن برای تولید دی اکسید کربن در حضور هوای اضافی (1 atm) تا دمای نهایی 1300K در یک محفظه پس سوز تحت فرآیند اکسایش قرار می گیرد. با فرض اینکه تجزیه رخ نمی دهد، نسبت سوخت به هوا را بر پایه هر دو مبنای مولی و جرمی بدست آورید. برای حل مسأله فرض کنید که هوا دارای ترکیبی از یک مول اکسیژن به ازای 4 نیتروژن است. مونو اکسید کربن و هوا در دمای 298K وارد سیستم می شوند.

$$M_{\text{air}} = 29 \text{ kg / mol}, \quad M_{\text{CO}} = 28 \text{ kg / mol}$$

گاز	$\Delta H_f^0 (\text{kJ / mol})$	$H_{1300}^0 - H_{298}^0 (\text{kJ / mol})$
CO ₂	-393.77	50.19
CO	-110.62	-
O ₂	0	33.37
N ₂	0	31.52

۳،۰۰ نمره

- ۲- تجزیه آلدئید نسبت به استالدئید از درجه کلی یک و دارای انرژی فعالسازی کلی 60 kcal / mol است. فرض کنید مکانیسم تجزیه زنجیر آلدئید به ترتیب زیر است:



(الف) نوع واکنش زنجیری و مولکولاریته هر یک از چهار واکنش را مشخص کنید.

(ب) نشان دهید که درجه کلی واکنش نسبت به استالدئید برابر یک است.

(ج) انرژی فعالسازی واکنش 2 (E₂) را به ازای E₁ = 80، E₃ = 10 و E₄ = 5 kcal / mol بدست آورید.

۳،۰۰ نمره

- ۳- مؤثرترین رقیق کننده یک مخلوط انفجاری برای کاهش یا جلوگیری از انفجار ضربه ای کدام است؟ دی اکسید کربن، هلیوم، نیتروژن یا آرگون؟ بر حسب میزان تأثیر مرتب کنید.

۳،۰۰ نمره

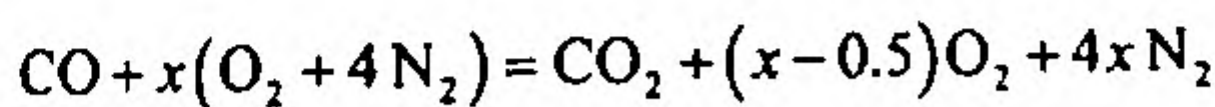
- ۴- یک موتور موشک با سوخت اکسید اتیلن بخشی از یک نیروگاه است که در آن گازهای درهم خروجی از موشک در پس سوز با هوای القاء شده واکنش می دهند. سطح خروجی موتور موشک 8 cm² است. پس از آزمایش مشخص شده که لازم است تا طول پس سوز 42.3% کاهش داده شود. اگر بازده احتراق پس سوز یکسان بماند، قطر خروجی موشک جدید چقدر باید باشد تا این میزان کاهش بوجود آید؟ موشک جدید با همان فشار و محفظه و نسبت سطح عمل می کند. چند موشک جدید برای حفظ قدرت اولیه نیروگاه لازم است؟

نمره ۳،۰۰

۱- فرض می‌کنیم شرایط بی‌دررو برقرار است. با این فرض، معادله (۱-۱۰) کتاب می‌تواند استفاده شود. برای محاسبه ترکیب اولیه‌ای که دمای شعله بی‌دررو $T_2 = 1300\text{ K}$ را نتیجه می‌دهد در حالتی که $H_{T_2}^0 = H_{298}^0$ است، این معادله برای حالت کلی تعمیم می‌یابد، با در نظر گرفتن $Q = 0$ معادله اصلاح شده به صورت زیر بازنویسی می‌شود.

$$\sum_{i \text{ prod}} n_i \left[(H_{T_2}^0 - H_{298}^0) + (\Delta H_f^0)_{298} \right]_i = \sum_{j \text{ react}} n_j \left[(H_{T_1}^0 - H_{298}^0) + (\Delta H_f^0)_{298} \right]_j \quad (1)$$

در این معادله T_1 و T_2 به ترتیب دمای فرآورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها هستند. از آنجا که دما برای واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها بدست آمده ($T_1 = 298\text{ K}$ و $T_2 = 1300\text{ K}$)، مسئله به پیدا کردن x در واکنش زیر که در معادله (۱) صدق می‌کند ساده می‌شود:



از جایگزینی این مقدار در معادله (۱):

$$\begin{aligned} & 1(-393.77 + 50.19)_{\text{CO}_2} + \frac{2x-1}{2}(0.0 + 33.37)_{\text{O}_2} + 4x(0.0 + 31.52)_{\text{N}_2} \\ & - 1(-110.62 + 0.0)_{\text{CO}} - x(0.0 + 0.0)_{\text{O}_2} + 4x(0.0 + 0.0)_{\text{N}_2} = 0.0 \\ & \rightarrow -343.58 + 33.37x - 16.69 + 126.08x + 110.62 = 0.0 \\ & \rightarrow 159.45x = 249.65 \\ & \rightarrow x = 1.566 \end{aligned}$$

بنابراین عدد نهایی تعداد مول‌های هوای مورد نیاز برای واکنش با یک مول از CO، $1.566(1 + 4) = 7.83 \text{ moles}$ است که نسبت $\frac{A}{F}$ بر یک پایه مولی محاسبه شده است) همچنین نسبت هوا به سوخت بر پایه جرمی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$AF = \frac{m_{\text{air}}}{m_{\text{fuel}}} = \frac{7.83 \text{ moles of air} \times 29 \text{ kg/mol}}{1 \text{ mole of CO} \times 28 \text{ kg/mol}}$$

$$AF = 8.11 \frac{\text{kg هوا}}{\text{kg موکسید کربن}}$$

نمره ۳،۰۰

۲- مسأله ۲ فصل ۲

نمره ۳،۰۰

۳- مسأله ۴ فصل ۵

$$Y_{FT} \sim r_j$$

شعاع درونی مشعل را می توان از سطح محاسبه کرد:

$$A_j = \pi r_j^2$$

$$r_j = \left(\frac{8}{\pi} \right)^{1/2} = 1.60 \text{ cm}$$

سپس شعاع جدید سوزنده محاسبه می شود:

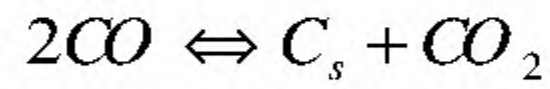
$$(1 - 0.423) 1.60 = 0.92 \text{ cm}$$

سپس تعداد پرتابه بدست می آید:

$$m = \frac{P_{j1} v_{j1} \frac{\pi}{4} (1.6)^2}{P_{j2} v_{j2} \frac{\pi}{4} (0.92)^2} = \frac{(1.6)^2}{(0.92)^2} = 3.02$$

3 پرتابه مورد نیاز است.

۱- مونو اکسید کربن در یک سیستم واکنش کننده در یک سیستم واکنش تعادلی زیر به دی اکسید کربن تبدیل می شود؟

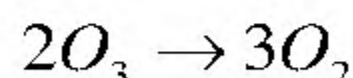


فرض کنید چنین تعادلی در سیلندر یک اتومبیل یا در آگروز وجود داشته باشد، آیا افزایش دما مقدار کربن موجود را کاهش می دهد با افزایش؟ مقدار K_p را برای این سیستم تعادلی تعیین و تأثیر افزایش فشار بر مقدار کربن تشکیل شده را مشخص کنید.

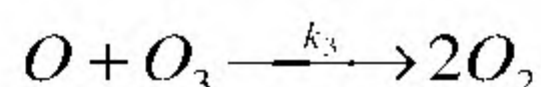
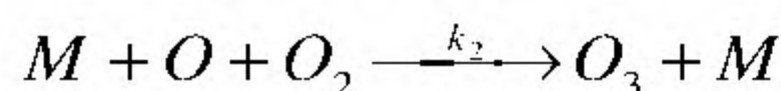
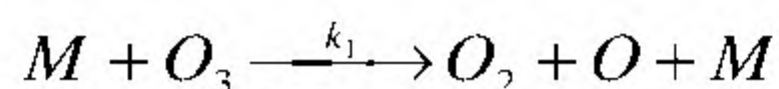
۲- بسیاری از محققان اولیه که به تعیین سرعت تجزیه اوزون علاقه مند بودند، آزمایش های خود را در حضور اوزون و اکسیژن انجام دادند. از مشاهدات آنها به عبارت سرعت به صورت زیر نوشته شد:

$$d(O_3)/dt = k_{\text{exp}} [(O_3)^2 / (O_2)]$$

معادله ترمودینامیکی کلی در مورد تبدیل اوزون به اکسیژن به صورت زیر است:



تأثیر بازدارندگی اکسیژن باعث شد که مکانیسم زنجیری زیر را برای تجزیه در نظر بگیرند:



الف) اگر مکانیسم زنجیری مفروض صحیح باشد و ثوابت سرعت k_2 و k_3 تقریباً یکسان بود، غلظت اولیه اکسیژن بسیار کمتر از اوزون می شد با بسیار بیشتر از آن؟

ب) در این شرایط درجه کلی مؤثر نتایج تجربی چیست؟

پ) اگر k_{exp} به صورت تابعی از دما مشخص می شد، کدامیک از سه ثابت سرعت اولیه تعیین می شدند؟ چرا؟

ت) برای تعیین ثوابت سرعت ابتدایی چه نوع آزمایش اضافی باید انجام شود؟

۳- مخلوطی از هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن به ترتیب با نسبت فشارهای جزئی 2:1:5 موج انفجار ضربه ای تولید می کند که با سرعت 1890m/s به حرکت در می آید. دما و فشار اولیه مخلوط به ترتیب 292K و 1atm است.

الف) با فرض حالت پایدار، فشار و دما را درست پس از عبور موج محاسبه کنید.

ب) ثابت کنید که u_2 سرعت در نقطه $C-J$ است.

فرض کنید تفکیک صورت نمی گیرد و فشار پس از عبور موج بسیار بزرگتر از فشار اولیه است.

$$MW_{H_2} = 2\text{kg/kgmol}, \quad MW_{O_2} = 32\text{kg/kgmol}, \quad MW_{N_2} = 28\text{kg/kgmol}, \quad MW_{\text{air}} = 29\text{kg/kgmol}$$

$$R = 8314\text{J/kgmol.K}, \quad \gamma = 1.4, \quad \frac{1}{\rho_2} = \frac{\gamma_2}{(1+\gamma_2)} \frac{1}{\rho_1}, \quad u_1 = \frac{(1+\gamma_2)}{\gamma_2} \sqrt{\gamma_2 \frac{R}{MW_2} T_2}$$

۴- یک موتور موشک با سوخت اکسید اتیلن بخشی از یک نیروگاه است که در آن گازهای درهم خروجی از موشک در پس سوز با هوای القاء شده واکنش می دهند. سطح خروجی موتور موشک 8cm^2 است. پس از آزمایش مشخص شده که لازم است تا طول پس سوز 42.3% کاهش داده شود. اگر بازده احتراق پس سوز یکسان بماند قطر خروجی موشک چقدر باید باشد تا این میزان کاهش بوجود آید؟ موشک جدید با همان فشار و محفظه و نسبت سطح، عمل می کند. چند موشک جدید برای حفظ قدرت اولیه نیروگاه لازم است؟

۵- اختلاف بین انفجارهای زنجیری و حرارتی را به اختصار شرح دهید؟

۲,۴۰ نمره

۱- فصل 1 مسأله 6

۲,۴۰ نمره

۲- فصل 2 مسأله 4

۲,۴۰ نمره

۳- فصل 5 مسأله 1

۲,۴۰ نمره

۴- فصل 6 مسأله 2

۲,۴۰ نمره

۵- تمرین پایان فصل

۲،۸۰ نمره

۱- ثابت تعادل K_p در دمای 1000K را برای واکنش زیر تعیین کنید.

$$2CH_4 \leftrightarrow 2H_2 + C_2H_4$$

$$\Delta G_{CH_4}^{\circ} = 19.492 \text{ kJ / mol}$$

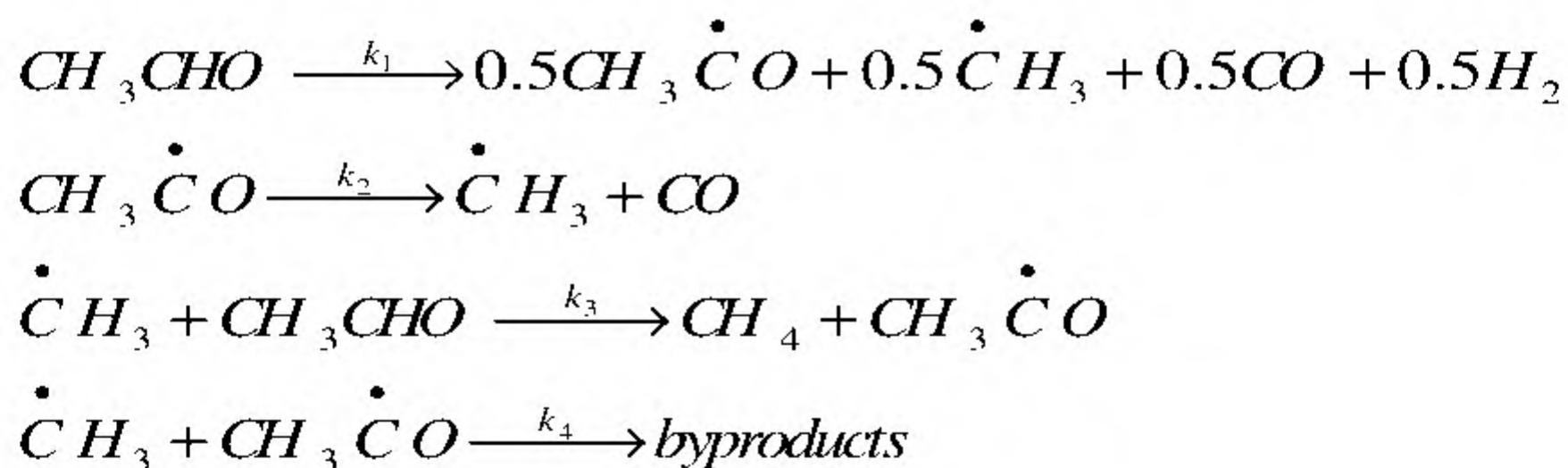
$$\Delta G_{H_2}^{\circ} = 0$$

$$\Delta G_{C_2H_4}^{\circ} = 119.122 \text{ kJ / mol}$$

$$R = 8314 \text{ J / mol / K}$$

۲،۸۰ نمره

۲- فرض کنید مکانیسم تجزیه آلدئید به ترتیب زیر است. نشان دهید درجه کلی این واکنش نسبت به آلدئید از درجه یک است.



۳- مخلوطی از هیدروژن ، اکسیژن و نیتروژن با نسبت جزئی 5:1:2 موج انفجار ضربه ای تولید می کند که با سرعت 1890 m/s به حرکت در می آید. دما و فشار اولیه مخلوط به ترتیب 292 K و 1 atm است. با فرض حالت پایدار، حداکثر فشار موج انفجار ضربه ای و فشار و دما را درست پس از عبور موج محاسبه کنید. ثابت کنید که u_2 سرعت در نقطه C-J است. فرض های معقول این مسأله عبارت اند از : تفکیک صورت نمی گیرد. فشار پس از عبور موج بسیار بزرگ تر از فشار اولیه است. می توان از جداول ترمودینامیک موجود برای هوا در تحلیل فرایند های داخل موج استفاده کرد و ظرفیت های گرمایی ویژه مستقل از فشار هستند.

$$\gamma = 1.4$$

$$R = 8314 \text{ J / kgmol .K}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{2\gamma M_1^2 - (\gamma - 1)}{\gamma + 1}$$

$$C = \sqrt{\gamma \frac{R}{MW} T}$$

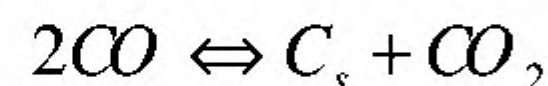
$$MW_{H_2} = 2 \text{ kg / kgmol} , MW_{N_2} = 28 \text{ kg / kgmol} ,$$

$$MW_{O_2} = 32 \text{ kg / kgmol} , MW_{H_2O} = 18 \text{ kg / kgmol}$$

۴- انفجار ضربه ای را تعریف کرده و پارامتر های مهم در شعله های نفوذی لایه ای و درهم را بیان کنید.

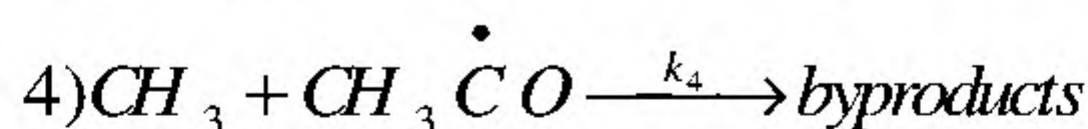
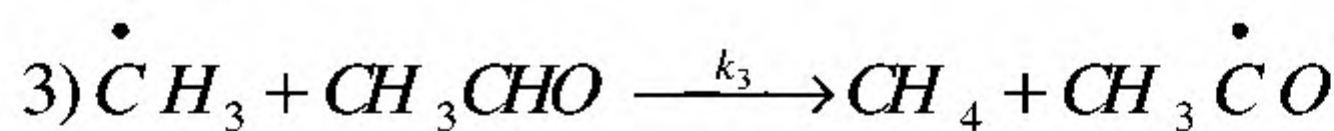
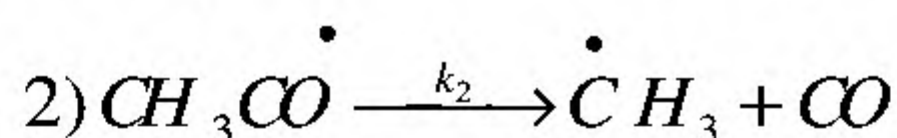
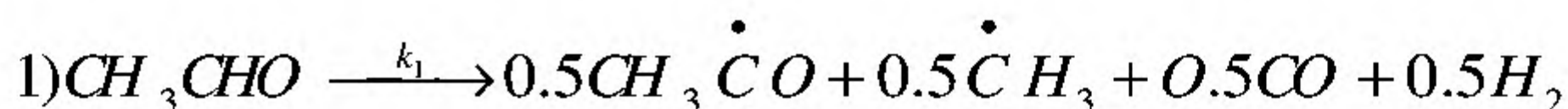
۵- اختلاف بین انفجار های زنجیری و حرارتی را به اختصار شرح دهید.

۱- منو اکسید کربن در یک سیستم واکنش کننده بر طبق واکنش تعادلی زیر به دی اکسید کربن تبدیل می شود:



فرض کنید چنین تعادلی در سیلندر یک اتومبیل یا در اگزوز وجود داشته باشد، آیا افزایش دما مقدار کربن موجود را کاهش می دهد یا افزایش؟ مقدار K_p را برای این سیستم تعادلی تعیین و تأثیر افزایش فشار بر مقدار کربن تشکیل شده را مشخص کنید.

۲- تجزیه آلدئید نسبت به استالدئید از درجه کلی یک و دارای انرژی فعال سازی کلی 251.2 kcal/mol است. فرض کنید مکانیسم تجزیه زنجیر آلدئید به ترتیب زیر است.



در این شرایط :

الف- نوع واکنش زنجیری و ملکولاریته هر یک از چهار واکنش را مشخص کنید.

ب- نشان دهید که از این مراحل واکنش درجه کلی واکنش نسبت به استالدئید برابر با یک است.

پ- انرژی فعال سازی واکنش ۲ را به ازای

$$E_1 = 335 \text{ kcal/mol}$$

$$E_3 = 42.9 \text{ kcal/mol}$$

$$E_4 = 20.9 \text{ kcal/mol}$$

تخمین بزنید.

توجه: E_1 بسیار بزرگتر از E_2, E_3, E_4 است.

۲،۸۰ نمره

۳- مؤثرترین رقیق کننده یک مخلوط انفجاری برای کاهش یا جلوگیری از انفجار ضربه ای کدام است. دی اکسید کربن، هلیوم، نیتروژن یا آرگون؟ بر حسب میزان تأثیر مرتب کنید.

۲،۸۰ نمره

۴- انفجار ضربه ای را تعریف کنید و مهم ترین نتیجه فیزیکی در هر یک از موارد زیر چیست؟

الف = انتشار شعله لایه ای

ب - شعله های نفوذی در هم

ج - شعله های نفوذی قطره

۲،۸۰ نمره

۵- اندازه بحرانی برای ذخیره کردن یک پیشران جامد در دمای 325K برابر با 4m است. اگر انرژی فعال سازی مخلوط واکنش کننده جامد 185kJ / mol باشد، اندازه بحرانی در دمای 340K چقدر خواهد بود؟

۲,۸۰ نمره	۱- فصل اول صفحه 59
۲,۸۰ نمره	۲-
۲,۸۰ نمره	۳- صفحه 369
۲,۸۰ نمره	۴- صفحه 365
۲,۸۰ نمره	۵- صفحه 504

- ۱- مونو اکسید کربن در یک پس سوز با هوای اضافی (1atm) به نحوی به دی اکسید کربن اکسید می شود که دمای نهایی به 1300K می رسد. نسبت هوا - سوخت لازم را با فرض عدم تجزیه محصولات پایدار تعیین کنید. نتایج را بر مبنای مولی و جرمی بیان کنید. فرض کنید که هوا از یک مول اکسیژن و 4 مول نیتروژن تشکیل شده است. مونو اکسید کربن و هوا در 298K وارد سیستم می شوند.

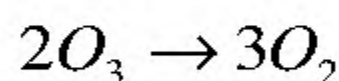
$$M_{CO} = 28 \text{ kg / kmol}, \quad M_{air} = 29 \text{ kg / kmol}$$

گازها	$\Delta H_f^0 (\text{KJ / mol})$	$H_{1300}^0 - H_{298}^0 (\text{KJ / mol})$
CO ₂	-393.77	50.19
CO	-110.62	لازم نیست
O ₂	0	33.37
N ₂	0	31.52

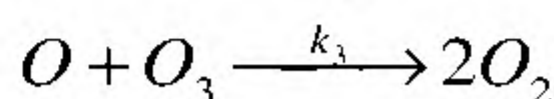
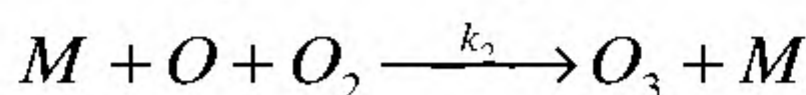
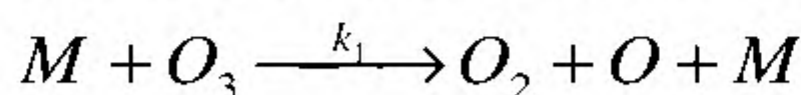
۲- بسیاری از محققان اولیه که به تعیین سرعت تجزیه اوزون علاقه مند بودند، آزمایش های خود را در حضور اوزون و اکسیژن انجام دادند. از مشاهدات آنها عبارت سرعت به صورت زیر نوشته شد:

$$d(O_3)/dt = k_{\text{exp}} [(O_3)^2 / (O_2)]$$

معادله ترمودینامیکی کلی در مورد تبدیل اوزون به اکسیژن به صورت زیر است:



تأثیر بازدارندگی اکسیژن باعث شد که مکانیسم زنجیری زیر را برای تجزیه در نظر بگیرند:



الف- اگر مکانیسم زنجیری مفروض صحیح باشد و ثوابت سرعت k_2 و k_3 به هم نزدیک اما لزوماً یکسان

نبودند. غلطت اولیه اکسیژن بسیار کمتر از اوزون می شد با بسیار بیشتر از آن؟

ب- در این شرایط درجه کلی مؤثر نتایج تجربی چیست؟

پ- اگر k_{exp} به صورت تابعی از دما مشخص می شد، کدامیک از سه ثابت سرعت اولیه تعیین می شدند؟ چرا؟

ت- برای تعیین ثوابت سرعت ابتدایی چه نوع آزمایش اضافی باید انجام شود؟

۳- مخلوطی از هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن به ترتیب با نسبت فشارهای جزئی 5:1:2 موج انفجار ضربه ای

تولید می کند که با سرعت 1890m/s به حرکت در می آید. دما و فشار اولیه مخلوط به ترتیب 292K و

1atm است. با فرض حالت پایدار، حداکثر فشار موج انفجار ضربه ای و فشار و دما را درست پس از عبور موج

محاسبه کنید. ثابت کنید که u_2 سرعت در نقطه C-J است. فرض های معقول این مسئله عبارت اند از:

تفکیک صورت نمی گیرد، فشار پس از عبور موج بسیار بزرگ تر از فشار اولیه است، می توان از جداول

دینامیک گاز موجود برای هوا در تحلیل فرایندهای داخل موج استفاده کرد و ظرفیت های گرمایی ویژه مستقل

از فشار هستند.

$$\gamma = 1.4, \quad R = 8314 \frac{\text{J}}{\text{kgmol.K}}, \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{2\gamma M_1^2 - (\gamma - 1)}{\gamma + 1}, \quad C = \sqrt{\gamma \frac{R}{MW} T}$$

$$MW_{H_2} = 2 \frac{\text{kg}}{\text{kgmol}}, \quad MW_{N_2} = 28 \frac{\text{kg}}{\text{kgmol}}, \quad MW_{O_2} = 32 \frac{\text{kg}}{\text{kgmol}}, \quad MW_{H_2O} = 18 \frac{\text{kg}}{\text{kgmol}}$$

۴- مهم ترین نتیجه فیزیکی در هر یک از موارد زیر چیست؟

الف- انتشار شعله لایه ای

ب- شعله های نفوذی لایه ای

پ- انفجار ضربه ای

اهمیت فیزیکی پاسخ ها را شرح دهید ولی معادله ای ارائه نکنید.

۵- اختلاف بین انفجار های زنجیری و حرارتی را به اختصار شرح دهید.

۱- فصل اول صفحه 58

۲,۸۰ نمره

۲- فصل 2 صفحه 95 و 96

۲,۸۰ نمره

۳- فصل 5 صفحه 390 و 391

۲,۸۰ نمره

۴- فصل 6 صفحه 465

۲,۸۰ نمره

الف) $s_L \sim \sqrt{\alpha RT}$ که در آن α ضریب نفوذ حرارتی است

سرعت شعله لایه ای با سرعت واکنش و ضریب نفوذ حرارتی گونه های گازی متناسب است

ب) $Y_{F,L} \sim Q$ که در آن Q دبی حجمی است.

ارتفاع شعله نفوذی لایه ای با دبی حجمی سوخت متناسب است.

پ) $u_1 \approx \sqrt{\frac{T_2}{MW_2}}$ که زیروند شرایط C-J را مشخص می کند

سرعت انفجار ضربه ای نقطه J-C بالایی با ریشه دوم دما زیاد و با ریشه دوم وزن مولکولی محصولات کاهش می یابد.

۵- فصل 7

۲,۸۰ نمره

در یک انفجار زنجیری ، شاخه دار شدن زنجیر به حدی زیاد است که واکنش کننده ها به صورت آنی و بدون توجه به دما مصرف می شوند. در یک انفجار حرارتی واکنش کننده ها خود را گرم می کنند به نحوی که دما به صورت نمایی افزایش می یابد و انفجار ایجاد می کند.

۲،۰۰ نمره

۱- مونواکسید کربن برای تولید دی اکسید کربن در حضور هوای اضافی (1 atm) تا دمای نهایی 1300K در یک محفظه پس سوز تحت فرآیند اکسایش قرار می گیرد. با فرض اینکه تجزیه رخ نمی دهد، نسبت سوخت به هوا را بر پایه هر دو مبنای مولی و جرمی به دست آورید. برای حل این مسأله فرض کنید که هوا دارای ترکیبی از یک مول اکسیژن به ازای چهار مول نیتروژن است. مونواکسید کربن و هوا در دمای 298K وارد سیستم می شوند. همچنین فرض کنید که شرایط بی دررو حاکم است.

$$\Delta H = -Q_p = \sum_{i \text{ prod}} n_i \left[\left(H_{T_2}^0 - H_{298}^0 \right) + \left(\Delta H_f^0 \right)_{298} \right]_i - \sum_{j \text{ react}} n_j \left[\left(H_{T_1}^0 - H_{298}^0 \right) + \left(\Delta H_f^0 \right)_{298} \right]_j$$

$$M_{air} = 29 \text{ kg / kgmol}, \quad M_{CO} = 28 \text{ kg / kgmol}$$

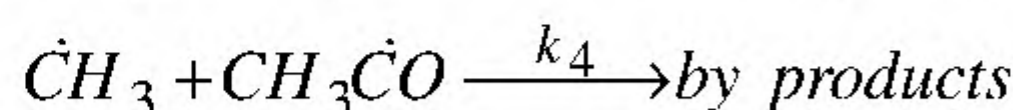
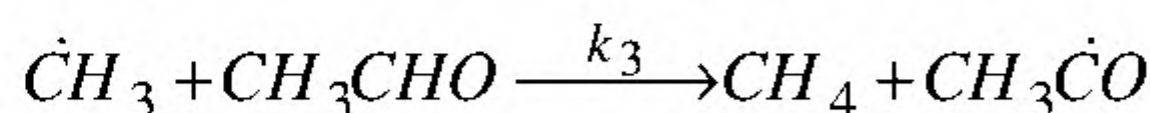
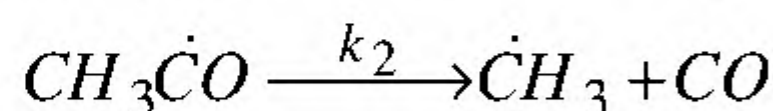
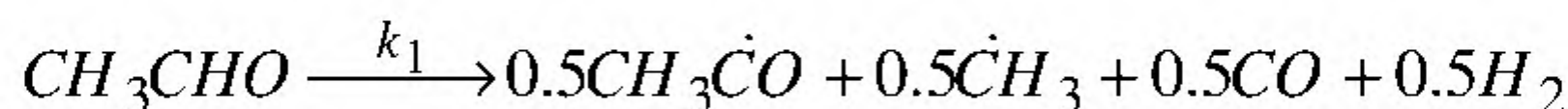
Gases	ΔH_f^0 (kJ / mol)	$H_{T_{1300}}^0 - H_{T_{298}}^0$ (kJ / mol)
CO ₂	-393.77	50.19
CO	-110.62	-
O ₂	0	33.37
N ₂	0	31.52

۲،۰۰ نمره

۲- ثابت تعادل K_p در 1000K را برای واکنش $2\text{CH}_4 \leftrightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_4$ تعیین کنید. در 1000K داده های زیر موجود است.

$$\log K_{p,f}(\text{CH}_4) = -1.018, \quad \log K_{p,f}(\text{C}_2\text{H}_4) = -6.222, \quad \log K_{p,f}(\text{H}_2) = 0$$

۳- تجزیه آلدئید نسبت به استالدئید از درجه کلی یک و دارای انرژی فعال سازی کلی 60 kcal/mol است. فرض کنید مکانیسم تجزیه زنجیر آلدئید به ترتیب زیر است:



الف- نوع واکنش زنجیری و مولکولاریته هر یک از چهار واکنش را مشخص کنید.

ب- نشان دهید که از این مراحل واکنش درجه کلی واکنش نسبت به استالدئید برابر با یک است.

۴- مخلوطی از هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن به ترتیب با نسبت فشارهای جزئی $2:1:5$ موج انفجار ضربه ای تولید می کند که با سرعت 1890 m/s به حرکت در می آید. دما و فشار اولیه مخلوط به ترتیب 292 K و 1 atm است. با فرض حالت پایدار، حداکثر فشار موج انفجار ضربه ای و فشار و دما را درست پس از عبور موج محاسبه کنید. ثابت کنید که u_2 سرعت در نقطه $C-J$ است. فرض های معقول این مسأله عبارت اند از: تفکیک صورت نمی گیرد. فشار پس از عبور موج بسیار بزرگ تر از فشار اولیه است، می توان از جداول دینامیک موجود برای هوا در تحلیل فرآیند های داخل موج استفاده کرد و ظرفیت های گرمایی ویژه مستقل از فشار هستند.

$$\gamma = 1.4, \quad R = 8314 \text{ J/kgmol.K}, \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{2\gamma M_1^2 - (\gamma - 1)}{\gamma + 1}, \quad C = \sqrt{\gamma \frac{R}{MW} T}$$

$$MW_{H_2} = 2 \text{ kg/kgmol}, \quad MW_{N_2} = 28 \text{ kg/kgmol}, \quad MW_{O_2} = 32 \text{ kg/kgmol}, \quad MW_{H_2O} = 18 \text{ kg/kgmol}$$

۵- مهم ترین نتیجه فیزیکی در هر یک از موارد زیر چیست؟

الف- انتشار شعله لایه ای ب- شعله های نفوذی لایه ای ج- شعله های نفوذی درهم ت- انفجار ضربه

ای ث- شعله های نفوذی قطره

اهمیت فیزیکی پاسخ ها را شرح دهید ولی معادله ای ارائه نکنید.

۶- آیا زمان اشتعال قطره مایع به شدت، تحت تأثیر اندازه قطره است؟ توضیح دهید.

۲،۰۰ نمره

۷- واکنش شیمیایی تجزیه درجه اول ماده A به محصولات را در نظر بگیرید و زمان نیمه عمر این ماده را در دمای ثابت تعیین کنید.

۲،۰۰ نمره

<u>۲,۰۰</u> نمره	۱- صفحه ۵۸
<u>۲,۰۰</u> نمره	۲- صفحه ۵۹
<u>۲,۰۰</u> نمره	۳- صفحه ۹۵
<u>۲,۰۰</u> نمره	۴- صفحه ۳۹۰
<u>۲,۰۰</u> نمره	۵- صفحه ۴۶۵
<u>۲,۰۰</u> نمره	۶- صفحه ۵۰۳
<u>۲,۰۰</u> نمره	۷- صفحه ۹۷

۲,۰۰۰ نمره

۱- ثابت تعادل K_p در 1000 K را برای واکنش $2CH_4 \rightleftharpoons 2H_2 + C_2H_4$ تعیین کنید.

$$\Delta G_{CH_4}^{\circ} = 19.492\text{ kJ/mol},$$

$$\Delta G_{H_2}^{\circ} = 0,$$

$$\Delta G_{C_2H_4}^{\circ} = 119.122\text{ kJ/mol},$$

$$R = 8314\text{ J/mol.K}$$

۲,۰۰۰ نمره

۲- آنتالپی احتراق و ارزش حرارتی اکتان مایع (C_8H_{18}) در دمای 25°C و فشار 1 atm را با استفاده از مقادیر آنتالپی تشکیل تعیین کنید. آب موجود در محصولات را مایع فرض کنید (آنتالپی تشکیل عناصر در حالت پایدار صفر است).

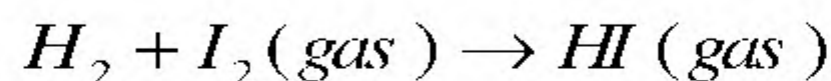
$$h_{f,CO_2}^{\circ} = -393520\text{ kJ/kmol},$$

$$h_{f,H_2O(l)}^{\circ} = -285830\text{ kJ/kmol},$$

$$h_{f,C_8H_{18}}^{\circ} = -249950\text{ kJ/kmol}$$

۲,۰۰۰ نمره

۳- انرژی فعال سازی تجزیه HI گازی به H_2 و I_2 (گازی) 185.5 kJ/Kmol است. اگر $\Delta H_{f,298}^{\circ}$ برای HI برابر با -5.65 kJ/mol باشد، E_a برای واکنش زیر چقدر است.



۲,۰۰۰ نمره

۴- مؤثرترین رقیق کننده یک مخلوط انفجاری برای کاهش یا جلوگیری از انفجار ضربه ای کدام است؟ دی اکسید کربن، هلیوم، نیتروژن یا آرگون؟ بر حسب میزان تأثیر مرتب کنید.

۲,۰۰۰ نمره

۵- مهم ترین نتیجه فیزیکی در هر یک از این موارد چیست؟

الف- انتشار شعله لایه ای

ب- انفجار ضربه ای

۶- اختلاف بین انفجارهای زنجیری و حرارتی را به اختصار شرح دهید.

۲,۰۰ نمره

۷- اندازه بحرانی برای ذخیره کردن یک پیشران جامد در دمای 325 K برابر با $4m$ است. اگر انرژی فعال سازی مخلوط واکنش کننده جامد 185 kJ / mol باشد، اندازه بحرانی در دمای 340 K چقدر خواهد بود؟

۲,۰۰ نمره

<u>۲,۰۰</u> نمره	۱- صفحه ۳۹
<u>۲,۰۰</u> نمره	۲- فصل اول ص ۶۰
<u>۲,۰۰</u> نمره	۳- تمرین صفحه ۹۷
<u>۲,۰۰</u> نمره	۴- صفحه ۳۶۷ تا ۳۷۳
<u>۲,۰۰</u> نمره	۵- فصل ۶
<u>۲,۰۰</u> نمره	۶- صفحه ۴۷۲ تا ۴۷۵
<u>۲,۰۰</u> نمره	۷- صفحه ۴۸۰ تا ۴۹۴