



لیگ علمی بین المللی پیاپا ایران اسلامی (پایا)

نهمین دوره لیگ علمی بین المللی پیاپا

9th International Scientific Paya League

هووالعلم

دفترچه پیش آزمون و سوالات آزمون مرحله نیمه نهایی (اردیبهشت ۱۳۹۵) پایه های دوم و سوم دبیرستان رشته شیمی

عنوان	صفحه	مدت زمان پاسخ گویی
پیش آزمون ها	۲ - ۱۲	۱۵ دقیقه
سوالات ۱ تا ۱۵ عمومی، سوالات ۱۶ تا ۲۵ اختصاصی براساس پیش آزمون	۱۳ - ۱۶	۶۰ دقیقه

پاسخ گویی به کلیه سوالات به صورت گروهی است. بنابراین توصیه می شود پس از جمع بندی نهایی یکی از اعضای گروه مسؤلیت وارد کردن پاسخ ها در پاسخ برگ را داشته باشد.

به ازای هر ۴ پاسخ اشتباه، امتیاز یک پاسخ صحیح از بین می رود.

- لیگ علمی پایا در مقطع دبیرستان در قالب گروه های ۵ نفره در رشته شیمی برگزار می گردد.
- این مرحله از لیگ علمی پایا شامل پیش آزمون، سوالات عمومی و سوالات پیش آزمون است.
- ۱) در قسمت اول آزمون هر کدام از اعضای گروه باید برگ پیش آزمون مربوط به خود را از دفترچه جدا نموده و به صورت انفرادی مطلب آموزشی (پیش آزمون) خود را در مدت زمان ۱۵ دقیقه مطالعه نمایند و به خاطر بسپارند.
- ۲) قسمت دوم آزمون شامل پاسخ گویی به ۱۵ سوال تستی ۵ گزینه ای از مطالب کتاب های درسی و منابع معرفی شده به دانش آموزان به صورت گروهی می باشد.
- ۳) بخش سوم سوالات، شامل پاسخ گویی به ۱۰ سوال تستی ۵ گزینه ای است که همه اعضای گروه به کمک هم و با استناد به مطالب آموزشی که در بخش قبل مطالعه کرده اند به آن ها پاسخ می دهند.
- تذکر ۱. هر یک از اعضای گروه ملزم به مطالعه یکی از پیش آزمون ها می باشند و در غیر این صورت تخلف در آزمون محسوب می شود.
- تذکر ۲. چنانچه گروهی ۴ نفره باشد یکی از اعضای گروه علاوه بر مطالعه پیش آزمون مربوط به خود مسؤلیت پیش آزمون ۵ را نیز بر عهده دارد.
- تذکر ۳. چنانچه گروهی ۳ نفره باشد یکی از اعضای گروه می تواند مسؤلیت مطالعه پیش آزمون ۴ را برعهده بگیرد و گروه مجاز به مطالعه پیش آزمون ۵ نمی باشد.
- تذکر ۴. هنگام پاسخ گویی به سوالات نیاز به جمع آوری پیش آزمون ها از دانش آموزان نمی باشد.

پیش آزمون ۱

گازهای ایده آل

گازهای ایده آل یک مدل ریاضی برای بررسی گازهای حقیقی است.

قانون بویل:

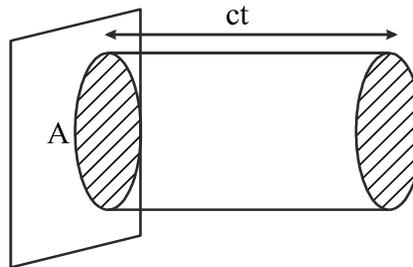
فرض کنیم N مولکول که همه آن‌ها دارای جرم یکسان m هستند در ظرفی استوانه‌ای شکل به حجم V قرار دارند، هدف محاسبه فشار یا نیروی وارده به واحد سطح است که در نتیجه‌ی برخورد مولکول‌ها به سطح دیواره به وجود می‌آید. سه فرض اصلی داریم:

(۱) تمام مولکول‌های ظرف فقط در ۳ جهت اصلی مختصات حرکت می‌کنند.

(۲) همه آن‌ها دارای سرعت یکسان c هستند.

(۳) سطح مقطع استوانه A و ارتفاع آن ct است که c سرعت مولکول‌ها و t زمان کوتاهی است که مولکول‌ها از یک طرف به طرف دیگر می‌رسند.

این استوانه شامل کلیه مولکول‌هایی است که در زمان t به دیواره آن برخورد می‌کنند.



نیروی که هنگام برخورد یک مولکول به دیواره وارد می‌شود:

$$F = ma$$

که a شتاب مولکول‌ها، m جرم آن‌ها و F نیروی وارده به دیواره‌ها است.

$$F = ma \Rightarrow F = m \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{\Delta(mc)}{\Delta t}$$

در نتیجه نیرو همان تغییر اندازه حرکت در واحد زمان است اما وقتی یک مولکول به دیواره ظرف برخورد می‌کند و برمی‌گردد تغییر اندازه حرکت آن از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$\Delta(mc) = -mc - mc = -2mc$$

این مقدار مربوط به تغییر اندازه حرکت مولکول است اما تغییر اندازه حرکت دیواره $2mc = -(-2mc)$ است.

حال باید تعداد برخوردهای وارد بر سطح A در واحد زمان t را مشخص کرد. تعداد مولکول‌ها در واحد حجم $\frac{N}{V}$ است و

چون حجم ظرف Act است، تعداد مولکول‌ها در واحد حجم در استوانه $\frac{NAct}{V}$ است. از آنجا که از ۳ جهت x, y, z ،

فقط $\frac{1}{3}$ مولکول‌ها در جهت x حرکت می‌کند و فقط $\frac{1}{3}$ از آن‌ها در جهت درست، پس تنها $\frac{1}{6}$ آن‌ها در مسیر دلخواه‌اند.

پس تعداد مولکول‌هایی که به دیواره برخورد می‌کنند برابر است با:

$$\frac{1}{6} \frac{N}{V} Act$$

در نتیجه:

$$F = \frac{\Delta mc}{t} = \frac{1}{3} mc^2 \times \frac{1}{Vt} NAct$$
$$= \frac{1}{3} \frac{mc^2 NA}{V}$$
$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{1}{3} \frac{mc^2 N}{V}$$

دوطرف تساوی $\times V \rightarrow$

$$PV = \frac{1}{3} mc^2 N \Rightarrow PV = \frac{2}{3} N \left(\frac{mc^2}{2} \right)$$
$$\Rightarrow PV = \frac{2}{3} Nk$$

همان طور که می بینیم حاصل فشار در حجم گاز یک عدد ثابت $\frac{2}{3}k$ است، این همان قانون بویل است.

N یا تعداد ذرات برابر با تعداد مول ذرات ضربدر عدد آووگادرو است:

$$N = nN_0$$

با جایگذاری رابطه فوق در رابطه $PV = \frac{2}{3} N \left(\frac{mc^2}{2} \right)$ نتیجه می شود که:

$$PV = \frac{2}{3} nN_0 \left(\frac{mc^2}{2} \right)$$

حال اگر به جای PV طبق معادله حالت گاز ایده آل، رابطه nRT را بگذاریم نتیجه می شود:

$$nRT = \frac{2}{3} nN_0 \left(\frac{mc^2}{2} \right)$$

$$\Rightarrow RT = \frac{2}{3} N_0 \left(\frac{mc^2}{2} \right)$$

از آنجایی که $\frac{R}{N_0}$ برابر ثابت گازها برای یک مولکول گاز است، آن را ثابت بولتسمان (K) می نامیم:

$$KT = \frac{2}{3} \left(\frac{mc^2}{2} \right)$$

معادله حالت گازهای ایده آل:

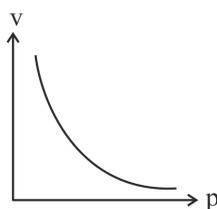
$$PV = nRT$$

که n همان نسبت جرم گاز به جرم اتمی آن است:

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

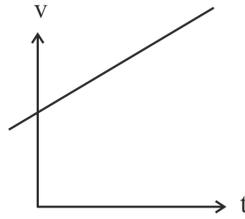
نمودارها:

نمودار فشار - حجم:



همانطور که می بینیم در نمودار PV برای یک گاز ایده آل حاصل ضرب $P \times V$ یک عدد ثابت است.

نمودار حجم - دما:



$$V = V_0 + \left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)_P t$$

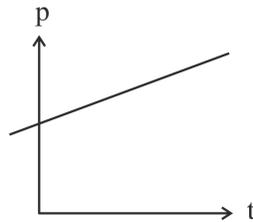
توجه شود که $\left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)_P$ همان مشتق حجم نسبت به دما در فشار ثابت است. اما بنا به تعریف، α_0 یا همان ضریب انبساط

حرارتی برای گازها به صورت $\frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)_P$ تعریف می‌شود. پس:

$$V = V_0 + V_0 \alpha t$$

$$\Rightarrow V = V_0 (1 + \alpha t)$$

نمودار فشار - دما:



$$P = P_0 + \left(\frac{\partial P}{\partial t}\right)_V t$$

تعریف:

$$\beta = \frac{1}{P_0} \left(\frac{\partial P}{\partial t}\right)_V$$

که β همان ضریب افزایش فشار گاز در حجم ثابت است.

$$\Rightarrow P = P_0 + \beta P_0 t$$

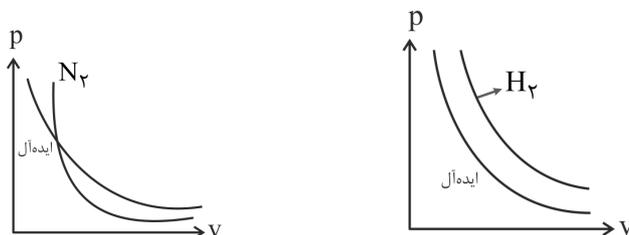
$$\Rightarrow P = P_0 (1 + \beta t)$$

و به همین ترتیب K یا ضریب تراکم حرارتی گازها به صورت $-\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ تعریف می‌شود اما K, β, α فقط برای گازهای ایده‌آل نیست برای همه گازها تعریف می‌شود.

پیش آزمون ۲

گازهای حقیقی

بررسی انحرافات گازهای موجود در طبیعت از گاز ایده آل، مبحث مهمی در شیمی فیزیک است. در نمودارهای زیر انحرافات در گاز N_2 و H_2 را از حالت ایده آل می بینیم:



همانطور که می بینیم در فشارهای بالا و حجم های کم، انحراف از ایده آل، بیشتر می شود. پارامتری برای بررسی مقدار انحراف از حالت ایده آل برای هر گاز تعریف می شود:

$$Z = \frac{\bar{V}}{V_{\text{ideal}}} = \frac{PV}{RT} \quad (1)$$

برای گاز ایده آل $Z=1$ است اما برای گازهای حقیقی Z می تواند کمتر یا بیشتر از ۱ باشد. انحراف گازها از حالت ایده آل دو دلیل دارد:

(۱) حجم ذرات در گاز ایده آل صفر است اما گازهای حقیقی حجم دارند.

(۲) در گازهای ایده آل جاذبه میان ذرات وجود ندارد در حالی که در گازهای حقیقی بین ذرات جاذبه است.

اگر نیروی جاذبه میان ذرات یک گاز زیاد باشد (یعنی تمایل آن برای مایع شدن) آن گاه وقتی فشار اعمال می کنیم طبق

رابطه $Z = \frac{PV}{RT}$ که Z برای گاز ایده آل ۱ است. باید برای ثابت بودن Z حجم کم شود اما با زیاد شدن P ، به دلیل کم شدن

فاصله میان ذرات و بالا بودن جاذبه ذرات، آن ها را به سوی هم جذب کرده و حجم آن ها بیشتر از حالت ایده آل کم می شود و

در نتیجه وقتی جاذبه زیاد باشد Z کمتر از ۱ است. اما در حالتی که حجم مولکول ها زیاد باشد وقتی حجم را کم می کنیم،

حجم مولکول ها در حد زیادی از حجم کلی گاز را تشکیل می دهند و نسبت به ایده آل حجم میان مولکول ها کمتر است و به

طبع جاذبه بیشتر نسبت به حالت استاندارد و فشار بیشتر یعنی در $\frac{PV}{RT}$ ام کسر از حالت واحد بیشتر می شود.

حال برای این که ببینیم گاز نسبت به حالت ایده آل انحراف + دارد یا - باید ببینیم اثر کدام عامل (حجم یا نیروی بین

ذره ای) بیشتر است.

نتیجه: } انحراف + : نتیجه ای اثر اندازه
} انحراف - : نتیجه ای اثر نیروی بین ذره ای

اصلاح معادله حالت گاز ایده آل - رابطه واندروالسی

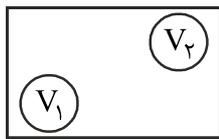
همان طور که می دانیم برای یک مول گاز ایده آل $\bar{V} = \frac{RT}{P}$ است. یعنی وقتی فشار به ∞ میل می کند حجم صفر می شود،

اما در گازهای حقیقی وقتی فشار به ∞ میل می کند حجم صفر نمی شود بلکه به مقدار حدی b که همان حجم خالص ذرات

گاز است میل می کند. پس برای یک گاز حقیقی

$$\bar{V} = b + \frac{RT}{P} \quad (2)$$

حال دو المان حجم کوچک V_1 و V_2 در ظرف گاز زیر در نظر بگیرید.



هر المان دارای یک مولکول و نیروی بین آنها f است. اگر به V_2 یک مولکول دیگر اضافه شود ولی V_1 همچنان یک مولکول داشته باشد طبق اصل سوم نیوتون نیرو $2f$ می‌شود و همین‌طور با اضافه کردن یک مولکول به هر المان نیروها $3f$ و $4f$ و $5f$ می‌شود، پس نیروی جاذبه بین دو المان با غلظت هر المان رابطه دارد، در اصل نیروی جاذبه بین دو المان با ضرب غلظت دو المان یعنی $C_1 \times C_2$ رابطه دارد. پس $f \propto C_1 C_2$ اما چون در یک ظرف گاز همه جا غلظت برابر است پس $C_1 = C_2$ است و $f \propto C^2$ اما $C = \frac{n}{V} = \frac{1}{V}$ پس $f \propto \frac{1}{V^2}$.

حال یک ضریب تناسب برای آن در نظر می‌گیریم که هم نیرو را به فشار تبدیل کند و هم تناسب بالا را به تساوی تبدیل کند:

$$P = \frac{a}{V^2} \quad (3)$$

فشار بالا، فشار اضافی ناشی از نیروهای بین مولکولی است.

باتوجه به رابطه $P, V = b + \frac{RT}{P}$ را به‌دست می‌آوریم:

$$P = \frac{RT}{(V-b)} \quad (4)$$

حال فشار اضافی به‌دست آمده را از معادله بالا کم می‌کنیم:

$$P = \frac{RT}{(V-b)} - \frac{a}{V^2} \quad (5)$$

رابطه بالا را مرتب می‌کنیم:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V-b) = RT \quad (6)$$

این رابطه را معادله حالت واندروالس می‌گوییم.

نکته: برای به‌دست آوردن Z گازهای واندروالس دو طرف رابطه (5) را در $\frac{\bar{V}}{RT}$ ضرب می‌کنیم. سپس از تقریب $\frac{1}{1-x} = 1 + \frac{x}{y} + \frac{x^2}{y^2} + \dots$ استفاده می‌کنیم.

استفاده می‌کنیم.

نکته: Z برای هر گازی با تغییر دما تغییر می‌کند. مثلاً در یک دما ممکن است یک گاز انحراف مثبت و در دمایی دیگر انحراف منفی داشته باشد. اما همه گازها در دمای مشخصی، Z برابر صفر دارند. به عبارتی رفتار ایده‌آل دارند. به این دما، دمای بویل (T_B) گویند.

نکته: رابطه واندروالس را به‌صورت یک تابع درجه سوم می‌توان نوشت. اما اگر این تابع فقط یک ریشه داشته باشد گاز در شرایط بحرانی به سر می‌برد (Critical state).

دما، فشار و حجم بحرانی برای یک گاز واندروالس به‌صورت زیر است:

$$V_C = 3b$$

$$P_C = \frac{a}{27b^2}$$

$$T_C = \frac{8a}{27bR}$$

پیش‌آزمون ۳

قانون اول

کار فشار و حجم: اگر محیط ماکروسکوپی، نیروی F را روی ماده‌ای اعمال کند و آن را به اندازه δx جابه‌جا کند، آنگاه کار δw به شکل:

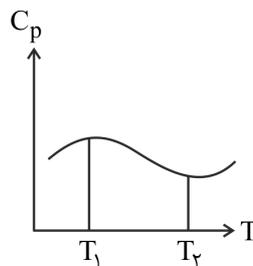
$$\delta w = F \delta x \quad (1)$$

اگر F و δx در یک راستا باشند، کار مثبت و اگر در خلاف جهت هم باشند کار منفی است.

کار برگشت‌پذیر و غیربرگشت‌پذیر:

یک پیستون که فشار P روی آن اعمال شده را در نظر بگیرید. ، اگر به اندازه یک δp خیلی کوچک روی آن فشار اعمال کنیم، پیستون به اندازه یک δx کوچک حرکت می‌کند، اگر مقدار این δ ها دیفرانسیلی باشد و به صفر میل کند، هیچ اتلاف انرژی‌ای نداریم و فرایند ما در هر لحظه می‌تواند به حالت قبلی برگردد که به آن فرایند برگشت‌پذیر گویند. اما حال فرض کنید یک‌بار فشار P وارد به پیستون را برداریم. نتیجه، تغییر ناگهانی حجم آن است و این فرایند با اتلاف انرژی از طریق گرما و ... همراه است که به آن برگشت‌ناپذیر گویند.

گرما: اگر نمودار زیر را، نمودار تغییرات ظرفیت گرمایی جسم در فشار ثابت بر حسب دما در نظر بگیریم، مساحت زیر آن تغییرات گرما یا انرژی از دمای $T_1 < T_2$ است. حال اگر تابع C_p خطی باشد از رابطه $q = mc\Delta t$ استفاده می‌شود و اگر نباشد از انتگرال.



قانون اول: تغییرات کلی انرژی یک سیستم یا ماده چه ماکروسکوپی و چه میکروسکوپی از طریق جمع جبری آن‌ها به‌دست می‌آید، اما در ترمودینامیک بررسی گرما و کار فشار - حجم مورد نظر است. پس اگر به یک جسم گرما بدهیم یا از آن گرما بگیریم، کار انجام دهد یا روی آن کار انجام شود، تغییرات انرژی سیستم از طریق جمع جبری آن‌ها محاسبه می‌شود.

$$\Delta E = q + w \quad (2)$$

اگر سیستم گرما بگیرد Q مثبت و اگر گرما بدهد منفی است. اگر روی سیستم کار انجام شود W مثبت و اگر سیستم کار انجام دهد W منفی است.

نکته: فرآیندها می‌توانند در دمای ثابت، حجم ثابت و فشار ثابت انجام شوند.
نکته: تغییر انرژی درونی یک سیستم فقط و فقط تابع تغییرات دمای آن است.

پیش‌آزمون ۴

توابع ترمودینامیکی

تابع حالت و تابع مسیر:

توابع حالت توابعی هستند که فقط وابسته به نقطه ابتدا و نقطه انتها می‌باشند و به مسیر حرکت از نقطه شروع به پایان کاری ندارند اما توابع مسیر کاملاً وابسته به مسیر حرکت از A به B هستند.

توابع t, w, C_p, C_v, H, U :

q : گرمای متوسط سرعت مولکولی گاز است که نوعی از انرژی است و تابع مسیر می‌باشد. زیرا مقدار گرمایی که جسم دریافت می‌کند از نقاط ابتدا و انتها مستقل است و به مقدار گرمایی که در مسیر تحول دریافت کرده وابسته است.

w : کار در بحث ما، همان کار فشار-حجم است که نوعی انرژی مکانیکی می‌باشد و تابع مسیر است.

U : انرژی درونی هر ماده را با U نشان می‌دهیم. منظور از انرژی درونی مجموع تمام انرژی‌های یک سیستم (چه میکروسکوپی و چه ماکروسکوپی) است اما وقتی از ΔU یا تغییرات انرژی درونی حرف می‌زنیم و وقتی فقط q و w به سیستم اعمال می‌شود، تغییرات انرژی درونی حتماً جمع q و w است U تابع حالت است و برای گاز ایده‌آل فقط به دمای اولیه و ثانویه فرآیند وابسته است.

H : آنتالپی تابعی ترمودینامیکی است که به صورت $H = U + PV$ تعریف می‌شود.

آنتالپی نیز تابع حالت است و از مسیر تحول مستقل است.

C_v : ظرفیت گرمایی در حجم ثابت را C_v نامیده و به صورت $\frac{\Delta q_v}{\Delta t}$ یا به صورت دیفرانسیلی $\frac{dq_v}{dt}$ تعریف می‌شود.

اگر قانون اول ترمودینامیک را بنویسیم:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta u = q + w \\ w = -P\Delta V \end{array} \right\} \rightarrow \Delta u = q - P\Delta V \quad (1)$$

می‌بینیم که در حجم ثابت تغییر انرژی درونی با q برابر است. پس می‌توان C_v را به صورت $\frac{dU_v}{dt}$ تعریف کرد یا به

صورت مشتق جزئی $(\frac{\partial U}{\partial t})_v$ که مشتق U نسبت به t در حجم ثابت است، تعریف کرد.

C_p : ظرفیت گرمایی در فشار ثابت را با C_p نشان می‌دهند.

اگر رابطه آنتالپی را بسط دهیم می‌بینیم که:

$$H = U + PV \rightarrow \Delta H = \Delta U + P\Delta V + V\Delta P$$

$$\Rightarrow \Delta H = q + w + P\Delta V + V\Delta P$$

$$\Rightarrow \Delta H = q - P\Delta V + P\Delta V + V\Delta P$$

$$\Rightarrow \Delta H = q + V\Delta P \quad (2)$$

رابطه (2) بدان معنی است که در فشار ثابت، تغییرات آنتالپی با گرمای سیستم برابر است. پس می‌توان نوشت:

$$C_P = \frac{dq_P}{dt} = \frac{dH_P}{dt} = \left(\frac{\partial H}{\partial t}\right)_P$$

پیش آزمون ۵

گاز ایده آل قانون اول

گاز کامل گازی است که از معادله $PV = nRT$ تبعیت کند و همچنین انرژی داخلی آن فقط و فقط به دما بستگی داشته باشد. $(\frac{\partial U}{\partial V})_T$ برای گاز کامل صفر است.

چون برای گاز کامل U فقط تابع T است و با حجم ارتباطی ندارد. $U = U(t)$ ، پس ظرفیت گرمایی آن به صورت زیر است:

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = \frac{dU}{dT} \quad (1)$$

همچنین برای یک مول گاز ایده آل داریم:

$$C_P = \frac{5}{2}R, \quad C_V = \frac{3}{2}R, \quad C_P - C_V = R$$

فرآیندهای ترمودینامیکی برای گاز ایده آل:

(۱) فرآیند هم حجم:

وقتی حجم در یک فرآیند ترمودینامیکی ثابت است یعنی کار فشار و حجم نداریم، پس:

$$\Delta V = 0 \Rightarrow P\Delta V = 0 \Rightarrow -P\Delta V = 0 \Rightarrow W = 0$$

در فرآیند هم حجم طبق قانون اول ترمودینامیک:

$$\Delta U = q + \cancel{w} \Rightarrow \Delta U = q$$

یعنی تمام گرمای فرآیند برابر با تغییر انرژی درونی سیستم است.

(۲) فرآیند هم فشار:

در فرآیند هم فشار هم کار داریم و هم گرما، اما همان طور که قبلاً نشان داده شد، در فرآیند هم فشار تغییرات آنتالپی با گرمای فرآیند برابر است.

(۳) فرآیند هم دما:

در فرآیند هم دما برای گاز ایده آل چون انرژی درونی فقط تابع دما است، پس $\Delta U = 0$ می باشد و داریم:

$$\begin{aligned} \Delta U = 0 &\Rightarrow q + w = 0 \Rightarrow q = -w \\ \Rightarrow \delta q &= -(-pdV) \Rightarrow \delta q = pdV \end{aligned} \quad (2)$$

از طرفی برای گاز ایده آل:

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} \quad (3)$$

از جایگذاری رابطه (۳) در رابطه (۲) نتیجه می شود:

$$\delta q = \frac{nRT}{V} dV \quad (4)$$

با انتگرال گیری از رابطه (۴) داریم:

$$\int \delta q = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV \Rightarrow q = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (5)$$

$$\Rightarrow q = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = -W \quad (6)$$

فرآیند آدیباتیک:

فرآیند آدیباتیک فرآیندی است که در سیستمی ایزوله رخ می‌دهد. به عبارت دیگر تبادل گرمایی با محیط صفر است، یعنی $q = 0$. پس طبق قانون اول:

$$\Delta U = w + q \rightarrow \Delta U = w \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow C_V dT &= -PdV \Rightarrow C_V dT = \frac{nRT}{V} dV \\ \Rightarrow (\bar{C}_V)^{n=1} dT &= -\left(\frac{R}{V}\right) dV \Rightarrow \bar{C}_V \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = -R \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} \\ \Rightarrow C_V \ln \frac{T_2}{T_1} &= R \ln \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \ln \frac{T_2}{T_1} = \ln \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{R}{C_V}} \\ \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} &= \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{R}{C_V}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{C_P - C_V}{C_V}} \\ \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} &= \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{C_P}{C_V} - 1} \quad (8) \end{aligned}$$

همچنین می‌توان نشان داد در فرآیند آدیباتیک برای گاز کامل رابطه‌ی زیر برقرار است.

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \quad \left(\gamma = \frac{C_P}{C_V}\right)$$

سوالات عمومی

۱. حجم سامانه‌ای در فشار ثابت ۱ اتمسفر، ۱۲L افزایش یافت و ۶۰۰J گرما دریافت کرد. Δu این سیستم چقدر است؟

- (۱) -۶۰۰
(۲) +۶۰۰
(۳) ۱۸۰۰
(۴) ۱۲۰۰
(۵) هیچ کدام

۲. در گرماسنج بمبی کدام ثابت است؟

- (۱) فشار
(۲) حجم
(۳) دما
(۴) انرژی درونی
(۵) هیچ کدام

۳. در کدام یک از واکنش‌های زیر می‌توان تقریباً ΔH را با Δu برابر گرفت؟

- (۱) سوختن متان
(۲) تجزیه NI_3
(۳) کربوره کردن آهن (جذب کربن توسط آهن در حالت جامد)
(۴) واکنش یک اسید قوی با یک فلز قلیایی
(۵) هیچ کدام

۴. فرآیند ساخت برف مصنوعی توسط دستگاه برف‌ساز، یک فرآیند است.

- (۱) هم‌دما
(۲) هم‌فشار
(۳) هم‌حجم
(۴) بی‌دررو
(۵) انرژی ثابت

۵. یک مول گاز ایده‌آل با فشار ۲ atm و دمای ۴۰۰K طی یک کاهش فشار ناگهانی به فشار ۱ atm می‌رسد.

Δu این فرآیند چقدر است؟

- (۱) ۱۲۱۰
(۲) ۱۳۰۰
(۳) ۱۱۱۰
(۴) ۱۵۰۰
(۵) ۱۷۲۰

۶. از سوختن یک مول هیدروکربن با فرمول عمومی C_nH_{2n} و رد کردن بخار آب حاصله از روی کربن خالص در

دمای بالای $1000^\circ C$ ، چند گرم گاز آب به دست می‌آید؟

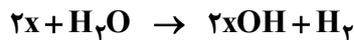
- (۱) $40n$
(۲) $30n$
(۳) $20n$
(۴) $10n$
(۵) $5n$

۷. برای تهیه متیل سالیسیلات از سالیسیلات اسید به متانول احتیاج داریم. فرض کنید که متانول لازم را از تجزیه

دی‌متیل اتر در حضور اسید به دست می‌آوریم. برای تهیه ۲۰۰g متیل سالیسیلات به چند گرم دی‌متیل اتر نیاز داریم؟

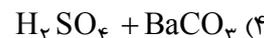
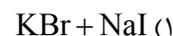
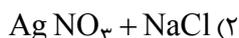
- (۱) ۳۰
(۲) ۴۰
(۳) ۵۰
(۴) ۶۰
(۵) ۷۰

۸. از واکنش $5/75$ گرم فلز x با آب $2/8$ لیتر گاز H_2 در شرایط STP آزاد می‌شود. جرم اتمی فلز کدام است؟



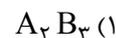
- (۱) ۲۳
(۲) ۴۰
(۳) ۷
(۴) ۳۹
(۵) ۱۰

۹. کدام یک از واکنش‌ها تقریباً تا مرز کامل شدن پیش نمی‌روند؟



۱۰. ترکیبی شامل دو عنصر A و B است. این ترکیب شامل ۷۰٪ A و ۳۰٪ B است از طرفی نسبت وزن اتمی

A به B ۳/۵ است. فرمول تجربی این ترکیب چیست؟



۱۱. جرم مخلوطی از NaBr و NaI، ۱/۶۲g است. وقتی این مخلوط را تحت تأثیر مقدار اضافی AgNO_۳

قرار می‌دهیم مخلوطی از AgBr و AgI با جرم ۲/۸۲۲ گرم به دست می‌آید. در مخلوط اولیه چند گرم NaI

وجود دارد؟

۰/۴۳ (۳)

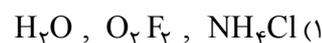
۰/۷۴ (۲)

۰/۵۲ (۱)

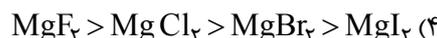
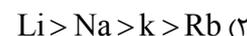
۰/۵۷ (۵)

۰/۳۱ (۴)

۱۲. کدام سری شامل گونه یونی نیست؟



۱۳. کدام ترتیب نقطه ذوب نادرست است؟



۱۴. کدام ترکیب یک پراکسید است؟



۱۵. فاصله بین یون‌های سدیم در NaCl، ۵۶۶ pm است. شعاع یون Na⁺، ۴/۵۶ درصد شعاع یون Cl⁻ است.

شعاع آنیون و کاتیون از راست به چپ چقدر است؟

۹۲ pm , ۱۹۲ pm (۳)

۱۰۲ pm , ۱۸۱ pm (۲)

۱۸۱ pm , ۱۰۲ pm (۱)

۸۲ pm , ۱۹۱ pm (۵)

۱۹۱ pm , ۹۲ pm (۴)

سوالات اختصاصی

۱۶. یک نمونه گاز کامل به طور آدیاباتیکی در خلاء انبساط می‌کند. کدام گزینه درست است؟

(۱) $w = 0$ و $\Delta t > 0$

(۲) $w < 0$ و $q = 0$

(۳) $q = 0$ و $\Delta t = 0$

(۴) $q = 0$ و $w = \Delta(PV)$

(۵) $w = \Delta(PV)$ و $\Delta t < 0$

۱۷. سرعت متوسط مولکول‌های N_2 در $100^\circ C$ چند متر بر ثانیه است؟

($M_{N_2} = 28 \frac{g}{mol}$ ، $k = 1/38 \times 10^{-23} J.k^{-1}$)

(۱) $1/71 \times 10^{-11}$

(۲) $2/34 \times 10^{-11}$

(۳) $3/11 \times 10^{-10}$

(۴) $2/42 \times 10^{-11}$

(۵) $1/71 \times 10^{-12}$

۱۸. حجم مولی گازی در 273 درجه کلوین 113 لیتر است. در فشار ثابت آن را حرارت می‌دهیم تا در دمای 323

کلوین حجم آن به 160 لیتر برسد. ضریب انبساط حرارتی (α) برای این گاز چقدر است؟

(۱) $0/00645$

(۲) $0/00465$

(۳) $0/00526$

(۴) $0/00564$

(۵) $-0/00465$

۱۹. دو مول گاز CO_2 با حجم ثابت 15 لیتر، $2/35$ کیلوژول گرما جذب کرده است و لذا دمای گاز از $300K$ به

$341K$ افزایش یافته، با این فرض که CO_2 گاز واندروالسی است، ΔH فرایند کدام است؟

(۱) $a = 8/31 j.k^{-1} mol^{-1}$

(۲) $3035 j$

(۳) $4030 j$

(۴) $b = 4/27 \times 10^{-5} m^3 mol^{-1}$

(۵) $2030 j$

(۶) $2035 j$

(۷) $4035 j$

۲۰. کدام تساوی تغییر انرژی درونی یک سیستم بسته را به درستی نشان نمی‌دهد؟

(۱) $\Delta U_{adia} = W_{adia}$

(۲) $\Delta U_v = q_v$

(۳) $\Delta U = q + w$

(۴) $\Delta U_p = q_p$

(۵) $\Delta H_p = q_p$

۲۱. کدام تساوی در حالت کلی درست نیست؟

(۱) $\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$

(۲) $\Delta H_p = \Delta U_p + P\Delta V$

(۳) $\Delta H_v = q_v + V\Delta P$

(۴) $H = U + nRT$

(۵) $C_v = \frac{dq_v}{dT}$

۲۲. 5 مول هیدروژن در $25^\circ C$ به صورت هم‌دمای برگشت پذیر از $100kpa$ به $500kpa$ مترکم می‌شود. کار انجام

شده چند ژول است؟

(۱) $1662/8 j$

(۲) $1662/8 j$

(۳) $19937 j$

(۴) $1226/8 j$

(۵) $-19937 j$

۲.۲۳. مول از یک گاز ایده آل در $^{\circ}\text{C}$ از حجم 100L به 200L به صورت آدیاباتیکی افزایش حجم می دهد. کار انجام شده چند ژول است؟

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| (۱) 50J | (۲) 540J | (۳) 570J |
| (۴) 590J | (۵) 530J | |

۲.۲۴. کدام یک از گازهای زیر انحراف منفی بیشتری از گاز ایده آل دارند؟

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| (۱) H_2 | (۲) N_2 | (۳) O_2 |
| (۴) CH_4 | (۵) CO_2 | |

۲.۲۵. با توجه به این که می دانیم ضریب b در معادله ی واندروالس مقدار حدی حجم گاز وقتی فشار به ∞ میل می کند می باشد، ضریب b برای کدام گاز بیشتر است؟

- | | | |
|-------------------|------------------|-------------------|
| (۱) H_2 | (۲) N_2 | (۳) CO_2 |
| (۴) Cl_2 | (۵) F_2 | |

پیام بسیار مهم

دانش آموزان عزیز شرکت کننده در نهمین دوره لیگ علمی پایا !

خدا قوت...

شما عزیزان برای دسترسی سریع تر به منابع، اطلاعیه های مراحل بعدی پایا و نتایج می بایست به کانال تلگرام دبیرخانه پایا بپیوندید. برای این منظور آدرس کانال را در نرم افزار تلگرام وارد نموده و به محض ورود بر روی گزینه Join کلیک نمایید.

آدرس تلگرامی: @payaleague

آدرس اینترنتی: Telegram.me/payaleague

منتظر حضورتان هستیم..

موفق باشید.