

۱ چه تعداد از عبارتهای زیر در ارتباط با پلی اتیلن ترفتالات درست است؟

- هیچ کدام از مونومرهای سازندهی آن در نفت خام وجود ندارند.
- جزو پلی استرها طبقه بندی شده و زیست تخریب ناپذیر و قابل بازیافت است.
- با نماد PET نشان داده می شود و بطری آب به طور خالص از این پلیمر ساخته می شود.
- در شرایط مناسب با متانول واکنش می دهد و به مواد مفیدی تبدیل می شود.

۲ (۴)

۳ (۳)

۱ (۲)

۳ (۱)

۲ داده های جدول زیر مربوط به تعادل  $\alpha A \rightleftharpoons \beta B$  است. به جای  $x$  و  $y$  کدام عددها را می توان قرار داد؟ (گزینه ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

دما ( $^{\circ}C$ )	تعادلی [A]	تعادلی [B]	K
۱۰۰	۰/۲۴	۰/۱۲	-
۳۰۰	۰/۲۰	۰/۱۸	x
۵۰۰	۰/۱۰	-	y

۳/۵۹, ۰/۱۴۵۸ (۴)

۲/۴۷, ۰/۱۴۵۸ (۳)

۳/۵۹, ۰/۲۱۸۲ (۲)

۲/۴۷, ۰/۲۱۸۲ (۱)

۳ واکنش تعادلی  $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$  که با چهار مول از هر کدام از واکنش دهنده ها در یک ظرف پنج لیتری آغاز شده بود، پس از تبدیل ۵۰٪ از واکنش دهنده ها به فراورده ها به تعادل رسیده است. مقدار K کدام است؟

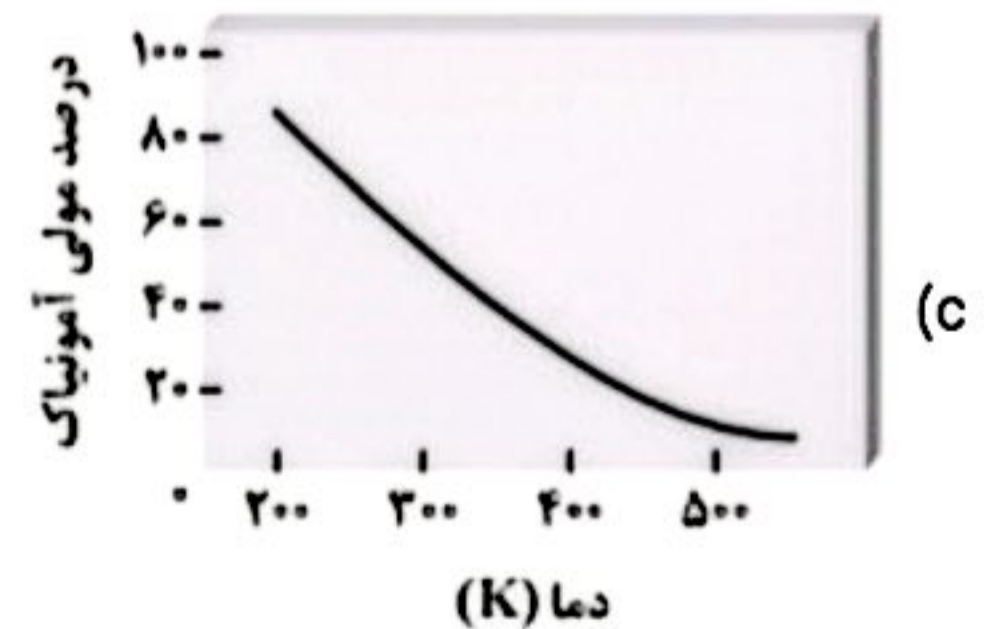
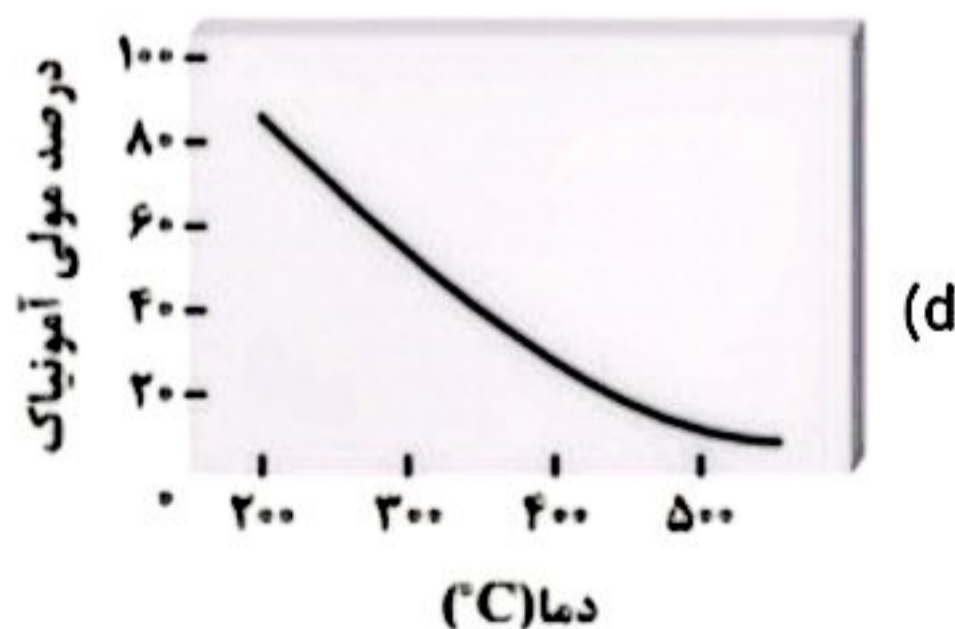
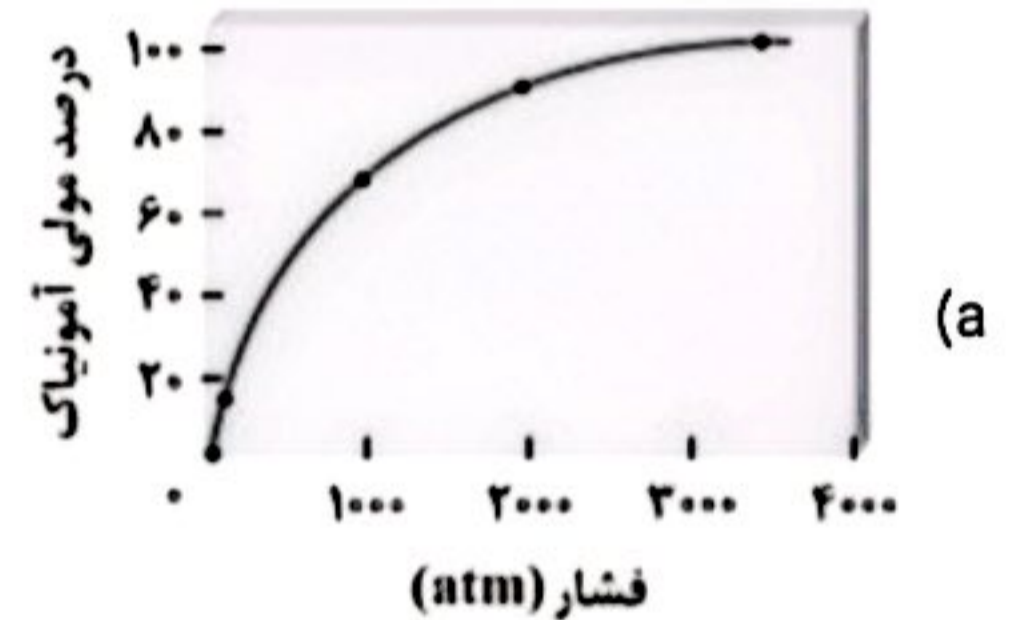
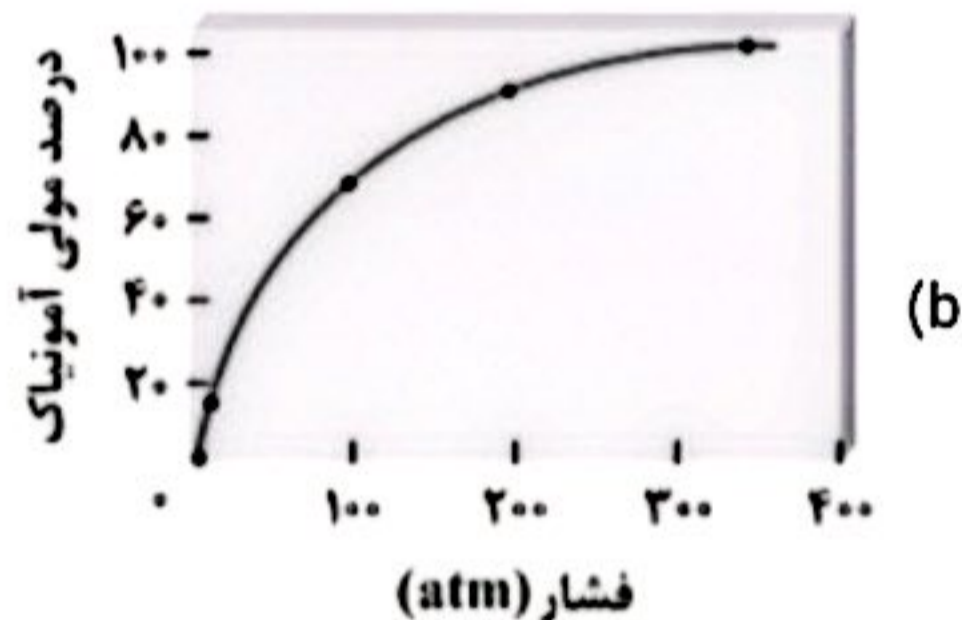
۷۲ (۴)

۱۰۸ (۳)

۳ (۲)

۴/۳۲ (۱)

۴ کدام نمودارها را می توان به فرایند هابر نسبت داد؟ (در نمودارهای  $a$  و  $b$ ، دما ثابت و در نمودارهای  $c$  و  $d$ ، فشار ثابت است.)



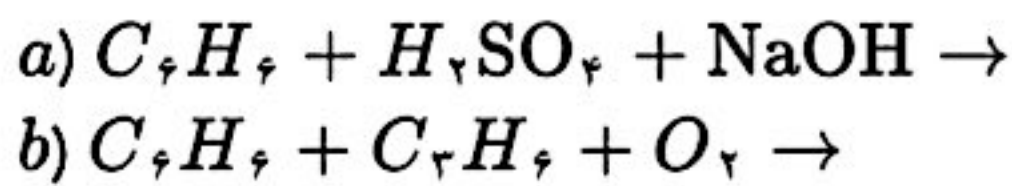
$c, b$  (۴)

$d, b$  (۳)

$d, a$  (۲)

$c, a$  (۱)

۵ چه تعداد از عبارتهای زیر در ارتباط با واکنشهای  $a$  و  $b$  درست است؟



- یکی از فراوردههای واکنش  $a$  در واکنش  $b$  نیز تولید می‌شود.
- شمار فراوردههای واکنش  $a$ ، بیشتر از واکنش  $b$  است.
- براساس اصول شیمی سبز، واکنش  $b$  از دیدگاه اتمی صرفه‌ی اقتصادی دارد.
- در واکنش  $b$  یک حلال صنعتی تولید می‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۶ کدام مطالب زیر درست‌اند؟

- (آ) در هر واحد تکرارشونده از پلی‌اتیلن ترفتالات، ۸ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.  
(ب) واکنش پارازیلین با محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات و در دمای بالا، بازدهی بسیار خوبی خواهد داشت.  
(پ) برای افزایش سرعت واکنش تهیه‌ی اتیلن گلیکول از اتن و محلول پتاسیم پرمنگنات، می‌توان غلظت پتاسیم پرمنگنات را افزایش داد.  
(ت) واکنش تولید مستقیم مایع سمی و بی‌رنگ متانول از گاز متان، نیاز به کاتالیزگر دارد.

۴ (۴) «پ»، «ت»

۳ (۳) «آ»، «ت»

۲ (۲) «ب»، «پ»

۱ (۱) «آ»، «ب» و «ت»

۷ کدامیک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) برخی از کاتالیزگرها به بیش از یک واکنش سرعت می‌بخشند.  
(۲) در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ میکرومتر وجود دارند.  
(۳) در خودروهای بنزینی، یکی از گازهایی که نتیجه‌ی عبور آلاینده‌ها از مبدل کاتالیستی است، اکسیژن می‌باشد.  
(۴) انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن گاز CO همانند واکنش تجزیه‌ی گاز NO به نسبت بالا است.

۸ مقدار ۰/۱۰ مول از گاز  $N_2O_2$  را وارد یک ظرف دربسته‌ی ۲/۰ لیتری کرده و دما را به اندازه‌ی کافی بالا می‌بریم تا تعادل گازی  $N_2O_2 \rightleftharpoons N_2 + O_2$  برقرار شود. اگر مقدار  $K$  برابر با ۰/۴۰ باشد، تعداد مول  $O_2$  در حال تعادل کدام

است؟ ( $\sqrt{6} \approx 2/45$ )

۲ (۲) ۰/۰۸۳

۱ (۱) ۰/۰۹۰

۴ (۴) ۰/۰۴۵

۳ (۳) ۰/۰۵۵

۹ چه تعداد از موارد زیر در رابطه با واکنش فرضی  $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + D(g)$  صحیح می‌باشند؟ ( $\Delta H < 0$ )

در تعادل جدید  
(آ) افزایش حجم ظرف واکنش ← کاهش غلظت تمام گونه‌های شرکت کننده در واکنش

در تعادل جدید  
(ب) افزودن مقداری  $B$  به ظرف واکنش ← افزایش مقدار مول تمام مواد به غیر از  $A$

در تعادل جدید  
(پ) خارج کردن مقداری  $D$  از ظرف واکنش ← کاهش غلظت  $D$  و افزایش غلظت  $C$

در تعادل جدید  
(ت) افزایش دمای ظرف واکنش ← افزایش مقدار عددی ثابت تعادل واکنش

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۰

تعداد  $2A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$  در یک سامانه‌ی تعادلی در بسته‌ی ۱۰ لیتری در دمای ثابت برقرار است و غلظت تعادلی گونه‌های  $A$ ،  $B$  و  $C$  به ترتیب،  $0/25$ ،  $0/2$  و  $0/2$  می‌باشد. اگر حجم سامانه را به ۲۵ لیتر برسانیم و ۲ مول به  $A$  بیافزاییم، مقدار مول جدید  $B$  و  $C$  چقدر خواهد بود و تقریباً چند درصد از مقدار  $A$  اضافه شده به تعادل اولیه، مصرف می‌شود؟

۴۰ - ۲/۶۱ (۴)

۶۰ - ۱/۶۱ (۳)

۶۰ - ۲/۶۱ (۲)

۴۰ - ۱/۶۱ (۱)

۱۱

چند مورد از عبارتهای زیر درست‌اند؟

- فرمول شیمیایی مونومرهای سازنده PET،  $C_8H_8O_4$  و  $C_6H_4O_4$  است که در نفت خام یافت نمی‌شوند.
- پارازیلن یک ترکیب آروماتیک است و مجموع عددهای اکسایش کربن در آن برابر ۸- است.
- از واکنش اتیلن با محلول پتاسیم پرمنگنات رقیق می‌توان یکی از مونومرهای PET را تهیه کرد.
- شمار پیوندهای دوگانه در هر مولکول ترفتالیک اسید با این شمار در نفتالن برابر است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۲

با توجه به جدول مقابل، که مربوط به سامانه تعادلی گازی  $2A \rightleftharpoons B$  است، می‌توان دریافت که سطح انرژی فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها ..... است و با کاهش دما شمار مول‌های گازی مواد در تعادل ..... می‌یابد.

۳۲۵	۲۴۰	۱۲۵	

پایین‌تر - کاهش (۴)

بالتر - کاهش (۳)

پایین‌تر - افزایش (۲)

بالتر - افزایش (۱)

۱۳

$0/7$  مول گاز  $NH_3$  و  $0/5$  مول گاز اکسیژن را در یک ظرف سر بسته‌ی ۱ لیتری گرم می‌کنیم تا واکنش تعادلی  $2NH_3(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + 6H_2O(g)$  انجام گیرد. اگر در حالت تعادل  $0/2$  مول گاز  $N_2$  در ظرف وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش چند  $mol \cdot L^{-1}$  است؟ و با برداشتن مقداری گاز  $N_2$  تعادل به کدام جهت جابه‌جا می‌شود؟

۲۴/۶ - برگشت (۴)

۲۸/۸ - رفت (۳)

۲۸/۸ - برگشت (۲)

۲۴/۶ - رفت (۱)

۱۴

$0/2$  مول  $A_2(g)$  و  $0/3$  مول  $B_2(g)$  در ظرفی در بسته حرارت داده می‌شوند تا تعادل:  $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$  برقرار شود. اگر ثابت تعادل این واکنش برابر ۲ باشد، غلظت مولی  $AB$  در مخلوط تعادلی کدام است؟ (حجم ظرف واکنش را برابر ۱۰ لیتر در نظر بگیرید.)

۰/۰۰۲ (۴)

۰/۰۰۱ (۳)

۰/۰۲ (۲)

۰/۰۱ (۱)

۱۵

چند مورد از عبارتهای زیر درباره‌ی تولید آمونیاک به روش هابر نادرست است؟

- ثابت تعادل واکنش تولید آمونیاک، با کاهش دما افزایش می‌یابد.
- شرایط بهینه‌ی تولید آمونیاک، دمای  $473K$  و فشار  $450 atm$  است.
- درصد مولی آمونیاک در مخلوط تعادلی با افزایش فشار، به صورت غیرخطی افزایش می‌یابد.
- در شرایط بهینه تولید آمونیاک، تنها ۲۸ درصد حجمی مخلوط تعادلی را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

- با کاهش حجم ظرف در دمای ثابت، شدت رنگ مخلوط تعادلی  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  بیشتر می‌شود.
- در تعادل گازی:  $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g), \Delta H > 0$ ، با افزایش دما، غلظت گاز اکسیژن کاهش می‌یابد.
- با خروج مقداری گاز کلر از سامانه تعادلی در دمای ثابت،  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ ، غلظت  $PCl_5$  و  $Cl_2$  کاهش می‌یابد.
- استفاده از کاتالیزگر در واکنش تعادلی  $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightleftharpoons C_2H_6(g)$  در دمای ثابت، سبب افزایش مقدار ثابت تعادل می‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پیش‌بینی نتیجه‌ی تغییر اعمال شده در چه تعداد از واکنش‌های داده شده درست است؟

واکنش تعادلی	تغییر اعمال شده	نتیجه‌ی تغییر
$H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$	خارج کردن مقداری فرآورده	تولید HCl
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	کاهش حجم ظرف واکنش	تولید $NH_3$
$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$	افزایش دما	افزایش مقدار K (ثابت تعادل)

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

صفر (۱)

چند مورد از عبارتهای زیر نادرست است؟

- بر روی قطعه‌ی سرامیکی مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی کاتالیزگرهایی از جنس فلزهای رادیم، پالادیم و پلاتین نشانده شده است.
- جهت حذف آلاینده‌های NO و  $NO_2$  در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی از گاز آمونیاک استفاده می‌شود.
- کاتالیزورها در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشند.
- سطح انرژی مواد واکنش‌دهنده در واکنش حذف گاز CO درون مبدل کاتالیستی، بالاتر از مواد فرآورده بوده و این واکنش انرژی فعال‌سازی کمی دارد.

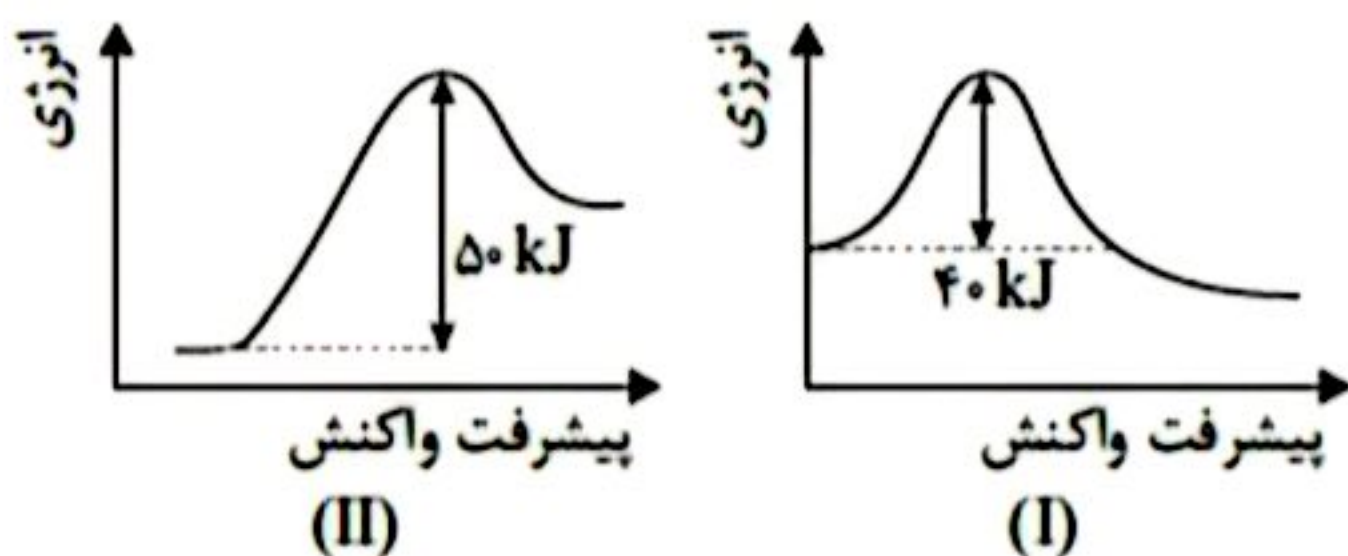
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

با توجه به نمودارهای داده شده که به دو واکنش (I) و (II) مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟ (مقیاس در دو نمودار یکسان است.)



(II)

(I)

- ۱ پایداری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (II)، بیشتر از پایداری فرآورده‌ها است.
- ۲ مقدار  $E_a + \Delta H$  (رفت) برای واکنش (I) قطعاً کوچک‌تر از این مقدار برای واکنش (II) است.
- ۳ در شرایط یکسان، سرعت واکنش (I) در جهت رفت از سرعت واکنش (II) در جهت رفت بیشتر است.
- ۴ واکنش (II) همانند واکنش  $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$  گرماگیر است.

۲۰

واکنش تعادلی  $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$  را در دمای ثابت در نظر بگیرید. اگر در ابتدای کار، هیچ مولکول فرآورده‌ای در ظرف واکنش موجود نباشد و غلظت  $N_2$  چهار برابر غلظت  $O_2$  باشد و پس از برقراری تعادل، غلظت تعادلی  $O_2$  چهار برابر غلظت تعادلی  $NO$  باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش چقدر خواهد شد؟

- ۱)  $\frac{1}{490}$       ۲)  $\frac{1}{70}$       ۳)  $\frac{4}{70}$       ۴)  $\frac{9}{70}$

۲۱

کدام موارد از عبارتهای زیر در رابطه با تعادل گازی  $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$  نادرست است؟  
 (آ) با کاهش حجم ظرف در دمای ثابت، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و شدت رنگ مخلوط کاهش می‌یابد.  
 (ب) با افزودن مقداری دی‌نیتروژن تترااکسید در دمای ثابت، غلظت  $NO_2$  افزایش می‌یابد.  
 (پ) با افزایش دمای مخلوط تعادلی، مقدار عددی ثابت تعادل افزایش می‌یابد.  
 (ت) با کاهش فشار سامانه تعادلی در دمای ثابت، تعادل در جهت تولید گاز بی‌رنگ جابه‌جا می‌شود.

- ۱) آ و پ      ۲) ب و پ      ۳) آ و ت      ۴) ب و پ

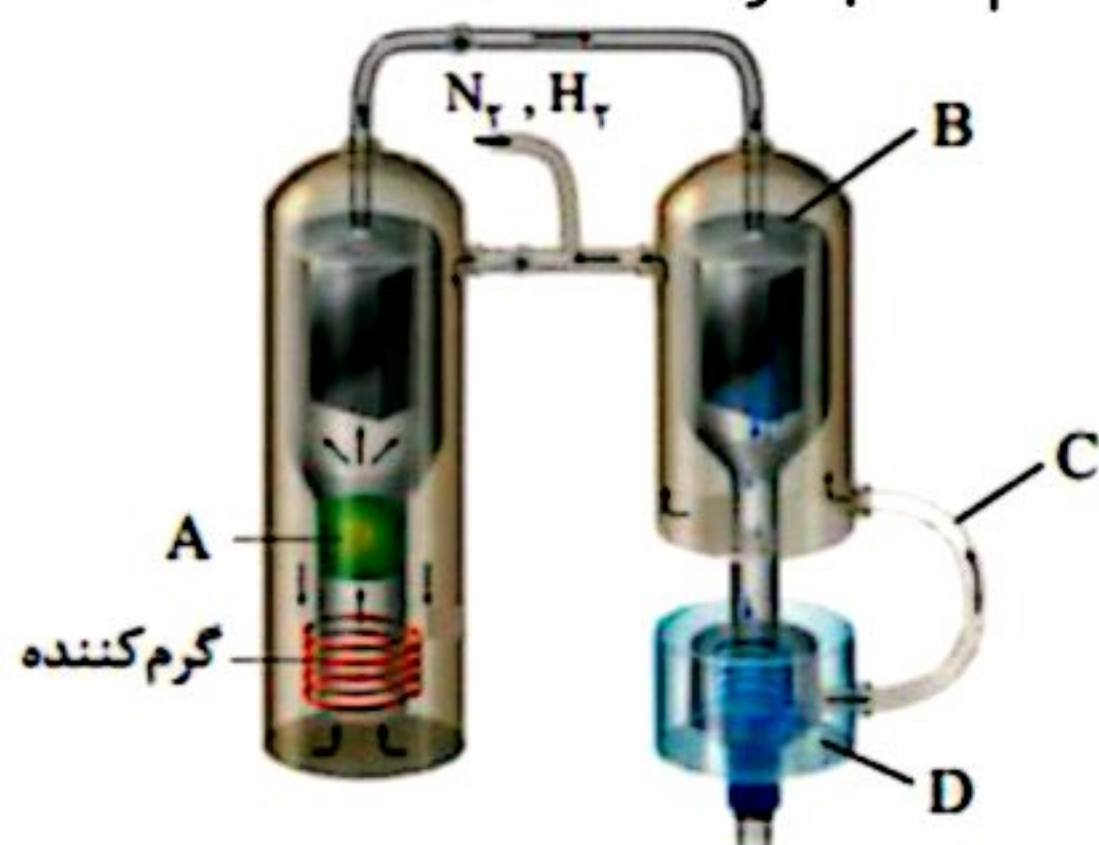
۲۲

اگر بازده درصدی واکنش تعادلی  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + 2D(g)$  که با مقدار مول برابر از  $A$  و  $B$  آغاز شده است برابر با ۷۰ باشد، مقدار اولیه  $A$  چند مول است؟ (ثابت تعادل واکنش را برابر با  $3/43 \text{ mol. L}^{-1}$  و حجم ظرف را برابر با ۱ لیتر در نظر بگیرید.)

- ۱) ۰/۳۵۷      ۲) ۰/۳۷۵      ۳) ۰/۲۵۲      ۴) ۰/۲۲۵

۲۳

با توجه به شکل مقابل که نمایی از فناوری تولید آمونیاک را نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟



- ۱) می‌تواند ورق آهن باشد که در واکنش تولید آمونیاک نقش کاهش دهنده انرژی فعال‌سازی را ایفا می‌کند.  
 ۲) نشان دهنده محل انجام واکنش میان  $N_2$  و  $H_2$  واکنش نداده است.  
 ۳) مخزن جمع‌آوری آمونیاک است که به دلیل تفاوت در میزان انحلال‌پذیری در آب از گازهای  $N_2$  و  $H_2$  جدا شده است.  
 ۴) مخلوط گازهای  $N_2$  و  $H_2$  است که در محل  $B$  با هم واکنش داده و به آمونیاک تبدیل می‌شوند.

کدام مورد از عبارتهای زیر درست است؟

(آ) برای رشد گیاهان عنصر نیتروژن ضروری است که برای تأمین آن ترکیبهای نیتروژن دار مانند آمونیاک و اوره به خاک افزوده می شود.

(ب) در واکنش تعادلی  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  در دمای ثابت، با افزایش فشار، غلظت گونه ها بدون تغییر می ماند.

(پ) اگر روند تغییرات ثابت تعادل یک واکنش با دما نزولی باشد، آن واکنش گرماده است.

(ت) اگر کاهش حجم ظرف در دمای ثابت سبب جابه جایی تعادل  $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$  در جهت رفت شود،  $b > a$  است.

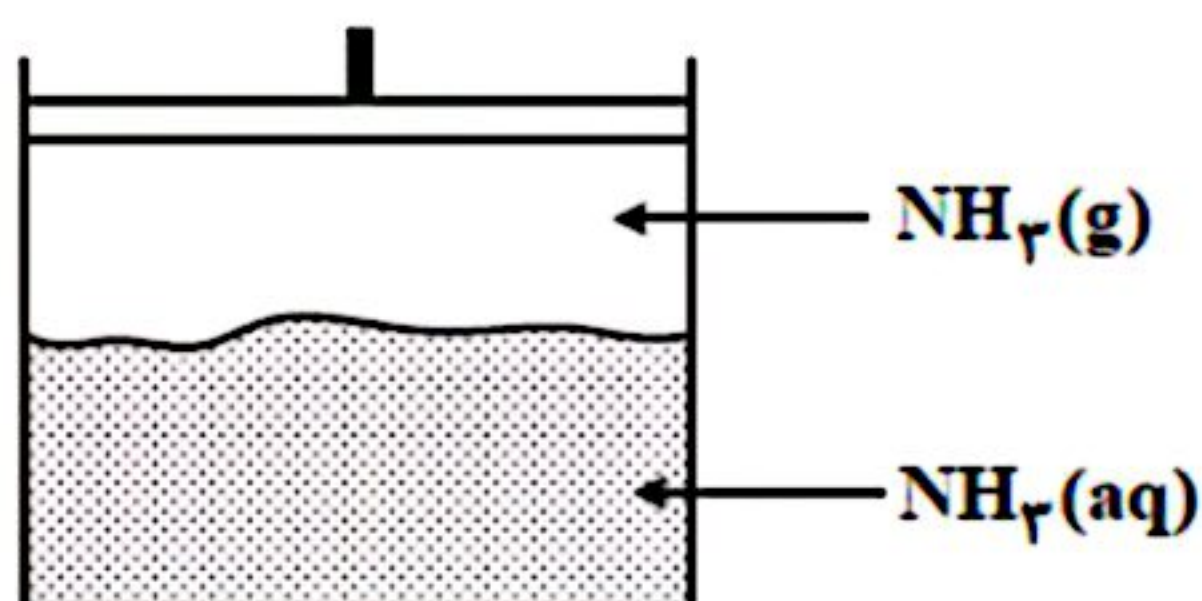
(۴) ب و ت

(۳) ب و پ

(۲) آ و پ

(۱) آ و ت

۲۵ در شکل زیر، گاز آمونیاک در فضای بالای محلول آمونیاک، در یک ظرف با پیستون متحرک وجود دارد. با توجه به واکنش تعادلی و گرماده زیر، چند مورد از مطالب گفته شده درست است؟



• با افزایش دمای سامانه، pH محلول کاهش می یابد.

• با افزایش فشار، غلظت یون آمونیوم در محلول افزایش می یابد.

• افزودن یک باز به محلول، تعادل را به سمت چپ جابه جا می کند.

• اگر  $[OH^-] = 4 \times 10^{-5}$  باشد، pH محلول در دمای اتاق، برابر  $10/3$  است.

(۴) چهار

(۳) سه

(۲) دو

(۱) یک

۲۶ اگر در واکنش:  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ، در ظرف در بسته ۱۰ لیتری در شرایط آزمایش و در حال تعادل،

مجموع مولهای گاز در ظرف واکنش برابر  $1/2$  مول و ۴۰ درصد مولهای گاز، شامل  $O_2$  و  $SO_2$  به نسبت ضریب استوکیومتری در معادله واکنش باشد، ثابت تعادل کدام است؟

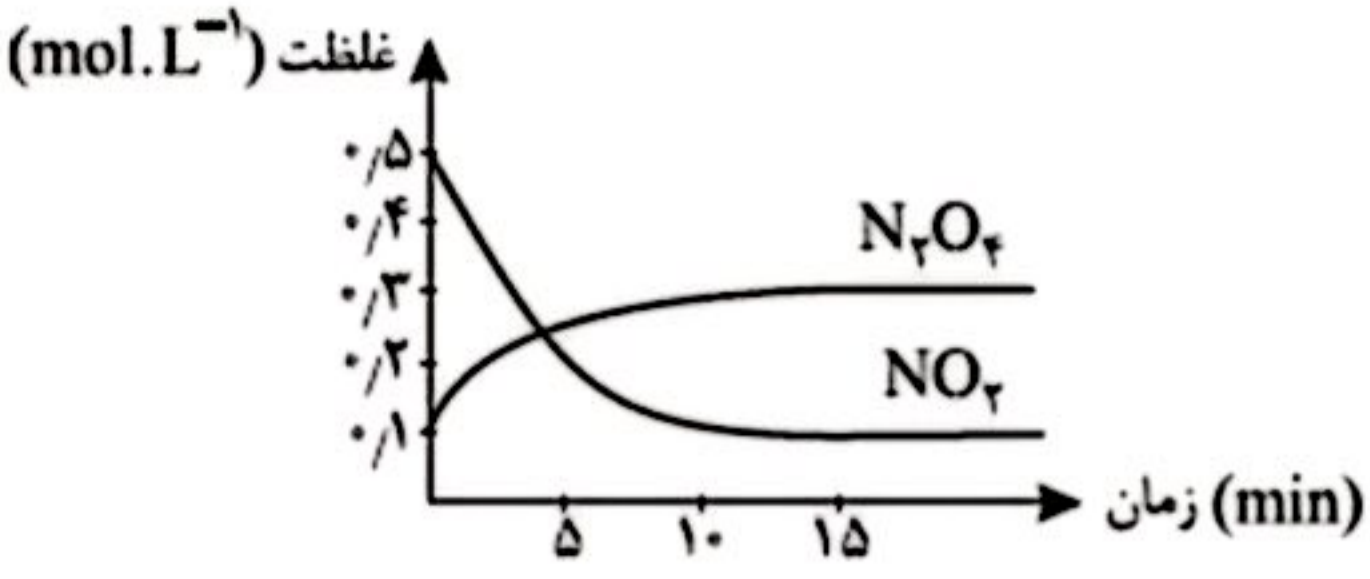
(۴)  $81/0.2$

(۳)  $810/2$

(۲)  $31/64$

(۱)  $316/4$

با توجه به نمودار روبه‌رو که مربوط به واکنش تعادلی  $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$  در ظرفی به حجم یک لیتر است، کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟



- ۱ از دقیقه‌ی ۱۵ به بعد، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به صفر می‌رسد.
- ۲ در نخستین لحظه‌ی شروع واکنش، سرعت واکنش برگشت برابر صفر است.
- ۳ ثابت تعادل واکنش در این دما برابر ۳۰ مول بر لیتر است.
- ۴ از دقیقه‌ی ۱۵ به بعد خواص ظاهری مخلوط واکنش ثابت می‌ماند.

مقدار  $1/5$  مول گاز A با  $0/6$  مول گاز  $X_2$  و  $0/5$  مول گاز  $D_2$  در یک دمای معین در یک ظرف در بسته سه لیتری به حالت تعادل:  $X_2(g) + 3D_2(g) \rightleftharpoons 2A(g)$  وجود دارند. مقدار ثابت تعادل کدام است و مقدار گاز  $D_2$  در آغاز واکنش، برابر چند مول بوده است؟

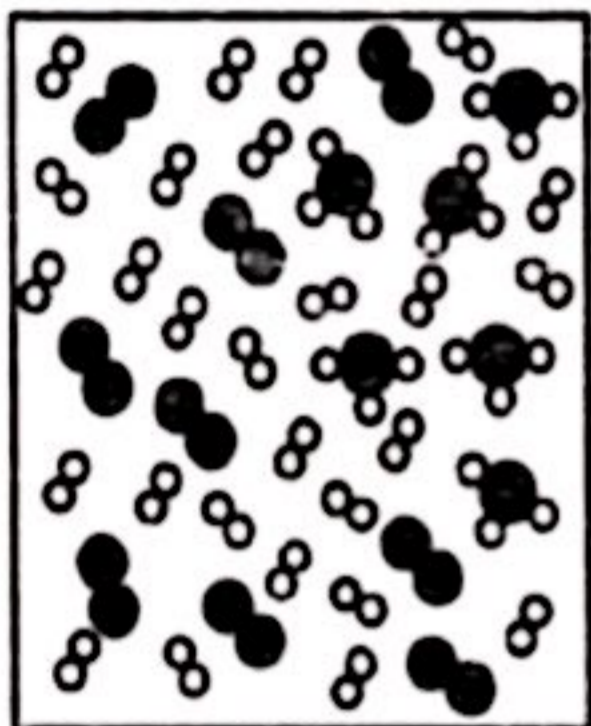
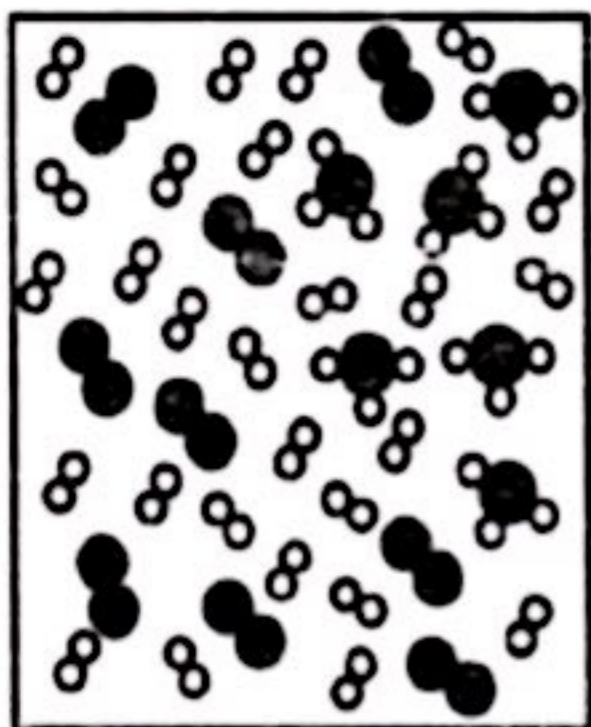
- ۱ ۲، ۲۷۰
- ۲  $2/75$ ، ۳۰
- ۳  $2/75$ ، ۲۷۰
- ۴ ۲، ۳۰

کاربرد کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی، موجب چند مورد از تغییرهای زیر می‌شود؟

- افزایش سرعت واکنش
- کاهش انرژی فعال‌سازی
- افزایش مقدار فراورده‌ها
- کاهش مقدار  $\Delta H$  واکنش
- افزایش محتوای انرژی فراورده‌ها

- ۱ ۲
- ۲ ۳
- ۳ ۴
- ۴ ۵

با توجه به شکل مقابل، که تعادل فرایند هابر را در یک دما و فشار مشخص نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟  
(هر ذره را هم‌ارز  $0/2$  مول در نظر بگیرید.)



- ۱) شمار مول‌های آغازی نیتروژن، برابر ۱۲ بوده است.
- ۲) شمار مول‌های آغازی هیدروژن، برابر ۳۶ بوده است.
- ۳) اگر واکنش، کامل (برگشت‌ناپذیر) در نظر گرفته شود، در نهایت  $4/8$  مول آمونیاک تشکیل خواهد شد.
- ۴) اگر دمای واکنش (بدون تغییر فشار) افزایش یابد، شمار مول‌های آمونیاک در تعادل جدید، می‌تواند به  $1/6$  برسد.