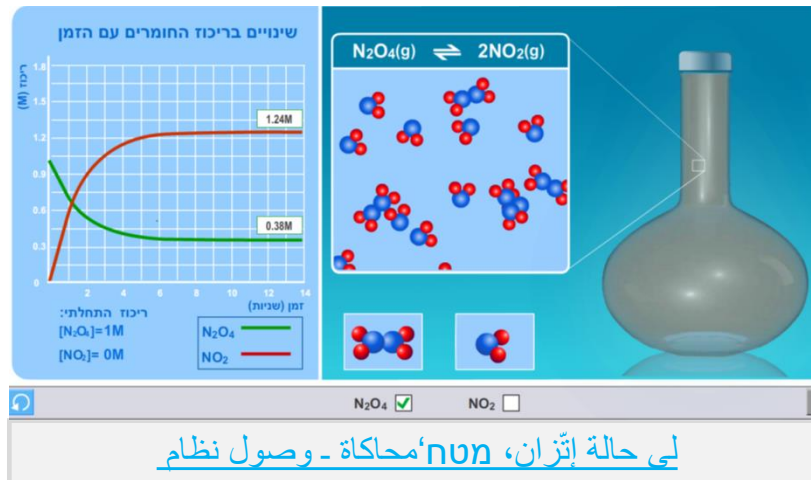


الإتزان הכימאوي

مواضيع الدرس

- מميزات حالة الاتزان
- تأثير المحفز والتسخين على النظام في حالة الاتزان
- ثابت الاتزان وحسابه
- تمارين

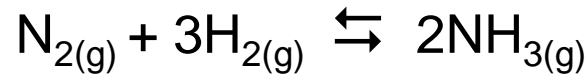


محاكاة في عارضة شرائح :

لی حالة إتزان، מטח'מحاكاة - وصول نظام

تفاعلات كيميائية عديدة لا تتم حتى النهاية في شروط معينة. في المستوى الماكروسكوبي، يبدو أن التفاعل توقّف بالرغم من أن كل المواد المتفاعلة ما زالت موجودة في النظام. مشاهدة النظام تبين أنه لا توجد تغييرات معروفة في تراكيز مُركّبات النظام. بنظرة ميكروسكوبية وُجد أن التفاعلات العكسية تحدث سوية أيضاً: المواد المتفاعلة تتحوّل إلى نواتج والنواتج تتحوّل إلى مواد متفاعلة بسرعة متساوية. هذه الحالة تسمّى: حالة إتران، ونرمز إليها في التفاعل بواسطة أسهم باتجاهين .

مثال : عملية هابر لتثبيت النيتروجين



1مول
نيتروجين

3مول
هيدروجين

← عندما نُدخل إلى وعاء مغلق

0.8مول أمونياك
(غاز النشادر)

← ينتج فقط

حسب نسب التوازن، كان من المتوقع أن ينتج 2مول نواتج، لكن نتج فقط 0.8مول .
التفاعل لم يتم حتى النهاية لأنه وصل إلى حالة إتران !

وعاء مغلق وفيه بروم، $Br_{2(l)}$

بروم غاز



بروم سائل

- أمامنا وعاء فيه بروم سائل، $Br_{2(l)}$ فوق السائل يوجد غاز بني، $Br_{2(g)}$.
- الوعاء مغلق. لا تخرج ولا تدخل أي مادة .
- بالمستوى الماكروسكوبي، لا تغيّر بارتفاع السائل، لون الغاز فوق السائل لا يتغيّر .
- يمكن الوصول إلى هذه الحالة بواسطة إدخال بروم سائل إلى الوعاء، أو ضغط غاز البروم حتى يتحوّل جزء منه إلى سائل .
- بالمستوى الميكروسكوبي، على السطح الخارجي للسائل يحدث طيلة الوقت إنتقال جزيئات بروم من السائل إلى الغاز وبالعكس .
- التفاعل الذي يحدث $Br_{2(l)} \rightleftharpoons Br_{2(g)}$:

!يوجد في النظام حالة إتران :استنتاج

עלִי הַמְּסִוּוּי הַמַּאֲרוֹסְכוּבִי (הַזָּהָר):

- תְּחַדְּת חֵלֶה הָאֵזְרָן בִּי נִזְמָם מְעֻלָּם בְּעַלְּ.
- יִגְבֵּי אֲנִי יִכּוֹן אִישָׁ בִּי הַנִּזְמָם מִוֹד מִתְּפֹאֵלֶה וְנוֹתֵג .
- תְּרִכִּיז כָּל וָאֶחָד מִן מְרִקְבֵי הַנִּזְמָם יִגְבֵּי אֲנִי יִכּוֹן תֹּבֵטָה טִיִּלֶה הַזָּמַן .
- יִמְכֵּן הַוֹּשׁוֹל אֶלִי חֵלֶה הָאֵזְרָן מִן מִוֹד כִּתְּפֹאֵלֶה בְּעַלְּ אוֹ מִן מִוֹד נֹתֵגָה בְּעַלְּ אוֹ מִן חֲלִיטִיִּהֶמָּה .

עלִי הַמְּסִוּוּי הַמִּיְכְּרוֹסְכוּבִי (הַגְּסִימִי):

- יִוֹגֵד תְּפֹאֵלָן מִתְּעֹאֲסָן בִּי נִפְס הַזָּמַן וּבִסְרֵעָה מִתְּסֹאִוִיֶּה .
- תּוֹגֵד חֲרֻקִיֶּה (דִּינָמִיקִיֶּה) - יִוֹגֵד דֹּאִמָּה אִסְטְדָּמָת בֵּינ הַגְּזִיִּיָּת . כָּל הַגְּזִיִּיָּת וְהַמְּרִקְבֵי (מְזֻדְּוֵגָת) הַמְּנִשְׁטָה תִּתְחַלֵּל וְתִנְתֵּג טִיִּלֶה הַזָּמַן, בִּלְרֵגֵם מִן אֲנִי תְּרִכִּיזָהָ תֹבֵטָה .

سؤال: 1

- المشروب الذي يسمّى "صودا" يعدّونه بضغط ثاني أكسيد الكربون، $\text{CO}_2(\text{g})$ في قنينة تحوي ماءً .
- أ. اكتبوا معادلة التفاعل الذي حدث أثناء إعداد "الصودا" .
- ب. اكتبوا معادلة التفاعل الذي حدث في القنينة المغلقة لـ "الصودا" وفسّروا في المستوى الماكروسكوبي وفي المستوى الميكروسكوبي .
- ج. لماذا يجب إبقاء قنينة الصودا مغلقة؟

سؤال 1:

- المشروب الذي يسمّى "صودا" يعدّونه بضغط ثاني أكسيد الكربون، $\text{CO}_2(\text{g})$ في قنينة تحوي ماءً .
أ. اكتبوا معادلة التفاعل الذي حدث أثناء إعداد "الصودا" .
ب. اكتبوا معادلة التفاعل الذي حدث في القنينة المغلقة لـ "الصودا" وفسّروا في المستوى الماكروسكوبي وفي المستوى الميكروسكوبي .
ج. لماذا يجب إبقاء قنينة الصودا مغلقة؟

الجواب:

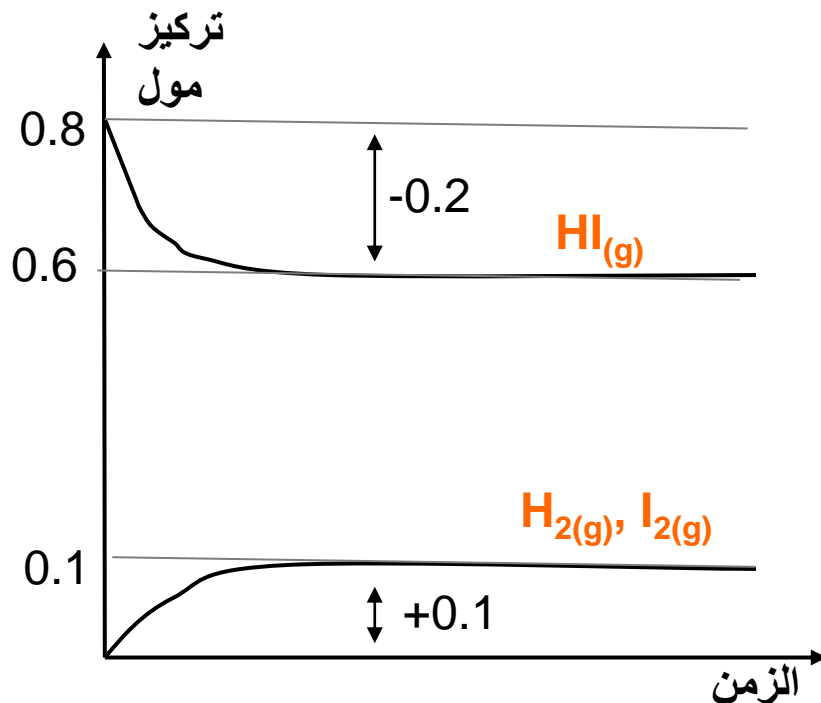
- أ. $\text{CO}_2(\text{aq}) \square \text{CO}_2(\text{g})$.
ب. $\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$. في الوعاء المغلق يوجد حالة إتزان بين ثاني أكسيد الكربون المذاب وثاني أكسيد الكربون الغاز . **ماكروسكوبيا**، نرى فقاعات صغيرة داخل السائل الشفاف والعديم اللون . فوق السائل لا يُرى شيء . **ميكروسكوبيا**، في داخل السائل مذابة جزيئات قليلة غير قطبيّة من ثاني أكسيد الكربون . في الفقاعات الصّغيرة وفي الفراغ فوق السائل يوجد غاز ثاني أكسيد الكربون .
ج. يتحقّق الاتزان في نظام مغلق فقط) . لا تدخّل ولا تخرُج مواد . (إزالة سداة قنينة الصودا تجعل الغاز يخرج، يُنتَهك الاتزان وخلال الوقت يخرج من النظام كل ثاني أكسيد الكربون . يبقى في القنينة ماء فقط .

رسم بياني لنظام يصل إلى إتران

إلى وعاء مغلق حجمه 1 لتر أدخلوا 0.8 مول $\text{HI}_{(g)}$ بعد زمن معين لم يشاهد تغيير في التراكيز. وُجد في الوعاء 0.1 مول من كل واحد من النواتج و 0.6 مول من مادة متفاعلة .



$[\text{HI}]$	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	
0.8	0	0	الحالة الأولية - أُدخِل للوعاء (M)
-0.2	+0.1	+0.1	تفاعل/نتج (M)
$0.8 - 0.2 = 0.6$	0.1	0.1	حالة إتران - وُجد في الوعاء (M)



في البداية أُدخِل للوعاء HI فقط وبدأ يحدث التفاعل المباشر السريع لإنتاج H_2 و I_2 . عندما نتج قليل من الناتجين H_2 و I_2 ، بدأ في نفس الوقت تفاعل عكسي لإنتاج HI .

كلما ازداد تركيز "النواتج"، كلما ازدادت سرعة التفاعل العكسي. وفي نفس الوقت، تقلّ سرعة التفاعل المباشر لأن تركيز "المادة المتفاعلة" يقلّ. عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر والعكسي، يستقيم المنحنيان، وتحصل حالة إتران .

المواد تتفاعل وتنتج حسب نسب الأتران .

מحاקה - وصول النظام إلى حالة إتران

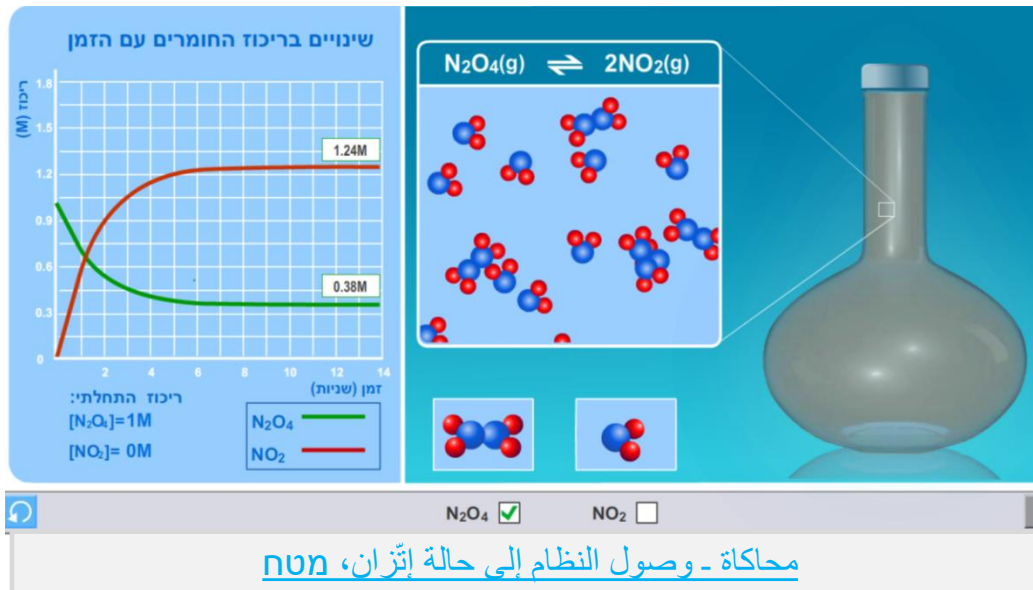
أمامكم محاקה تمثل ثلاث تجارب فيها التفاعل



يصل إلى حالة إتران في درجة حرارة ثابتة .

شغلوا المحاקה في ثلاث حالات أولية مختلفة :

- أدخلوا للنظام $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ فقط (أشيروا بـ V بجانب المعادلة). (زر التشغيل موجود في الأسفل من اليمين).
 - ب. أدخلوا للنظام $\text{NO}_2(\text{g})$ فقط (أشيروا بـ V بجانب المعادلة).
 - ج. أدخلوا للنظام خليطاً يحوي $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ و $\text{NO}_2(\text{g})$ (أشيروا بـ V بجانب المعادلتين).
- أجيبوا على الأسئلة التالية :
- اختاروا إحدى الحالات وفسروا ما يحدث فيها في المستوى الماكروسكوبي وفي المستوى الميكروسكوبي .
 - ما هي المادة التي لونها بني؟ فسروا تحديكم .
 - هل وصل النظام في كل مرة لنفس الإتران؟ عللوا .
 - هل استمرت نسب إتران التفاعل خلال مجرى التفاعل في التجارب المختلفة؟ فسروا .



محاקה - وصول النظام إلى حالة إتران، מטח

מחאקה - جوابا II-

أمامكم محاكاة تمثل ثلاث تجارب فيها التفاعل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ يصل إلى حالة إتران في درجة حرارة ثابتة .

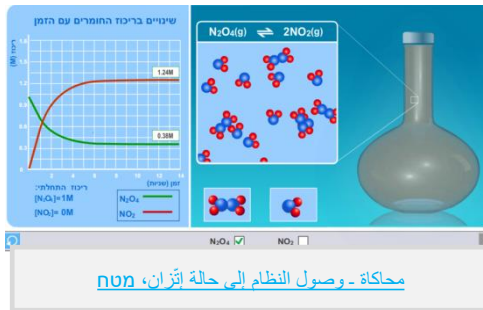
شغلوا المحاكاة في ثلاث حالات أولية مختلفة :

أ. أدخلوا للنظام $N_2O_4(g)$ فقط (أشيروا بـ V بجانب المعادلة). زر التشغيل موجود في الأسفل من اليمين .

ب. أدخلوا للنظام $NO_2(g)$ فقط (أشيروا بـ V بجانب المعادلة).

ج. أدخلوا للنظام خليطاً يحوي $N_2O_4(g)$ و $NO_2(g)$ (أشيروا بـ V بجانب المعادلتين). أجبوا على الأسئلة التالية :

- اختاروا إحدى الحالات وفسروا ما يحدث فيها في المستوى الماكروسكوبي وفي المستوى الميكروسكوبي .
- ما هي المادّة التي لونها بني؟ فسروا تحديكم .



الجواب:

1. **مستوى ماكرو :**

بوجود $N_2O_4(g)$ فقط القنينة عديمة اللون . خلال التفاعل يظهر لون بني داخل القنينة ويشتد حتى الدقيقة السابعة تقريباً . من هذه الدقيقة اللون لا يتغير .

مستوى ميكرو :

بوجود $N_2O_4(g)$ فقط . قسم من جزيئات $N_2O_4(g)$ تتحلل بسرعة (يتفكك الرباط التساهمي بين ذرتي النيتروجين) وتنتج $NO_2(g)$. تبدأ عملية عكسية تتحد فيها جزيئات $NO_2(g)$ لإنتاج جزيئات $N_2O_4(g)$. تقل سرعة التفاعل المباشر، تزداد سرعة التفاعل العكسي . عندما تتساوى سرعة الاتحاد مع سرعة التحلل تحصل حالة إتران حركية؟ التفاعلان المباشر والعكسي يحدثان بسرعة متساوية .

III. المادّة البنّية هي $NO_2(g)$. في كل الحالات يوجد توافق بين شدة اللون البني وتركيز $NO_2(g)$.

אָמאָמק מחאָקאָ תּמָלל תּלָת תּגָרָב פּיּהָ תּתּאָעל $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ יבּל אִלּוּ חָלָה אִתְּרָן פּיּ דּרָגָה חָרָרָה תּאָבֵתָ .

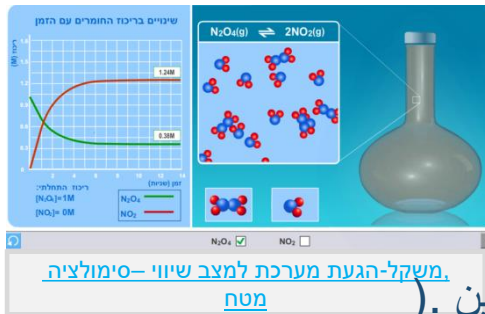
שְׁעָלוּ הַמְחָאָקָה פּיּ תּלָת חָלָת אֲוִלִּיָה מְחֻלָּפָה :

א. אָדְחָלוּ לַנְּטָמ $N_2O_4(g)$ (פּקֻט) אֲשִׁירוּ אֶבֶן V בְּגַנְבֵי הַמַּעֲדָלָה . (זֶר הַתְּשָׁעִיל מוּצוּד פּיּ אֲסָפֵל מִן הַיָּמִין .

ב. אָדְחָלוּ לַנְּטָמ $NO_2(g)$ (פּקֻט) אֲשִׁירוּ אֶבֶן V בְּגַנְבֵי הַמַּעֲדָלָה .

ג. אָדְחָלוּ לַנְּטָמ חֲלִיטָא יְחוּי $N_2O_4(g)$ (וְ $NO_2(g)$) אֲשִׁירוּ אֶבֶן V בְּגַנְבֵי הַמַּעֲדָלָתִין . (אַגִּיבוּ אֶלֵּי הַשְּׁאֵלָה הַתּוֹלִיָה :

- אֲחָתָרוּ אִדְּוּ הַחָלָת וּפְסָרוּ מָא יַחְדָּת פּיּהָ פּיּ הַמְּסֻוּי הַמַּאֲרוּסוּקוּבִי וּפּיּ הַמְּסֻוּי הַמִּיִּקְרוּסוּקוּבִי .
- מָא הִי הַמַּדָּה הַתּוֹי לֹנְהָ בְּנִי? פְּסָרוּ תְּחִידֵיכֶם .
- הֵל וּסֵל הַנְּטָמ פּיּ כָּל מִרָה לְנִפְס הַאִתְּרָן? עֲלָלוּ .
- הֵל אִסְתְּמֵרְתָּ נִסְבֵי אִתְּרָן הַתּתּאָעל חֲלָל מְגֻרֵי הַתּתּאָעל פּיּ הַתּגָרָב הַמְּחֻלָּפָה? פְּסָרוּ .



הַגּוּבָא:

III. לא. וּסֵל הַנְּטָמ פּיּ כָּל מִרָה אִלּוּ אִתְּרָן אַחַר . תּרָאִקִּיז מְרִקְבָת הַנְּטָמ מְחֻלָּפָה פּיּ כָּל וָאִדְּוּ מִן חָלָת

הַאִתְּרָן .

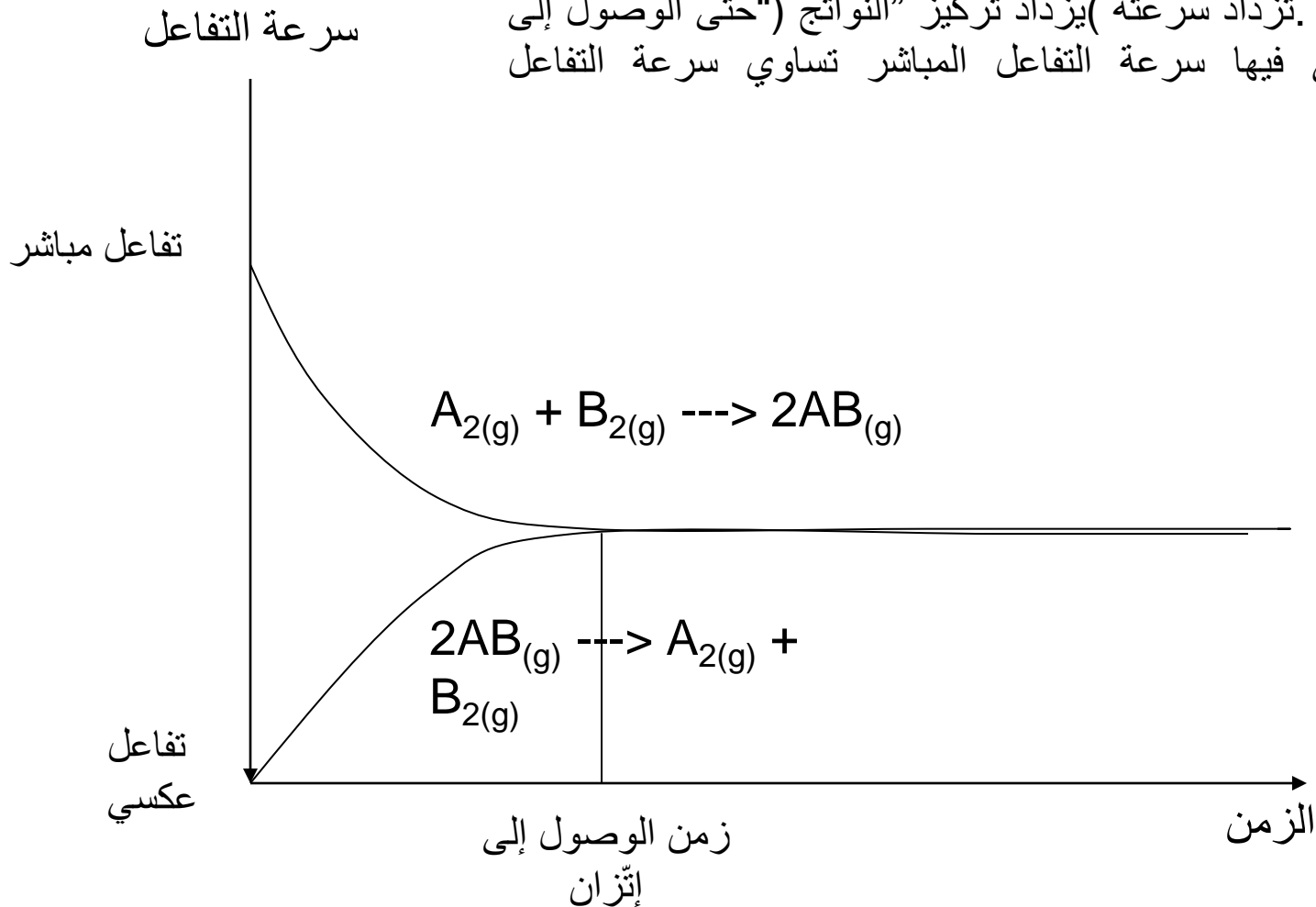
IV. נִסְבֵי הַאִתְּרָן פּיּ הַתּתּאָעל בְּקִיַּת כְּמָא הִי . תְּגִירֵי תְּרִקִּיז $NO_2(g)$ פּיּ כָּל תְּגִירָה, יִסָּוִי זְעֵפֵי תְּגִירֵי תְּרִקִּיז

$N_2O_4(g)$. הַזֶּה הַתְּגִירֵי יִתּוּאָפֵק מֵעִם נִסְבֵי הַאִתְּרָן פּיּ הַתּתּאָעל 2 : 1 :



رسم بياني لتغيّر سرعة التفاعل والوصول إلى إتّزان

في هذا الرسم البياني يمكن متابعة تغيّر سرعة التفاعلات، المباشر والعكسي . كما فُسّر في البداية، التّفاعل المباشر سريع، وبعد ذلك تقلّ سرعته (تركيز "المتفاعلات" يقل . مقابل ذلك، يبدأ التفاعل العكسي من سرعة صفر لأنه لم تُدخَل نواتج للنظام . تزداد سرعته (يزداد تركيز "النواتج") حتى الوصول إلى حالة إتّزان، التي فيها سرعة التفاعل المباشر تساوي سرعة التفاعل العكسي .

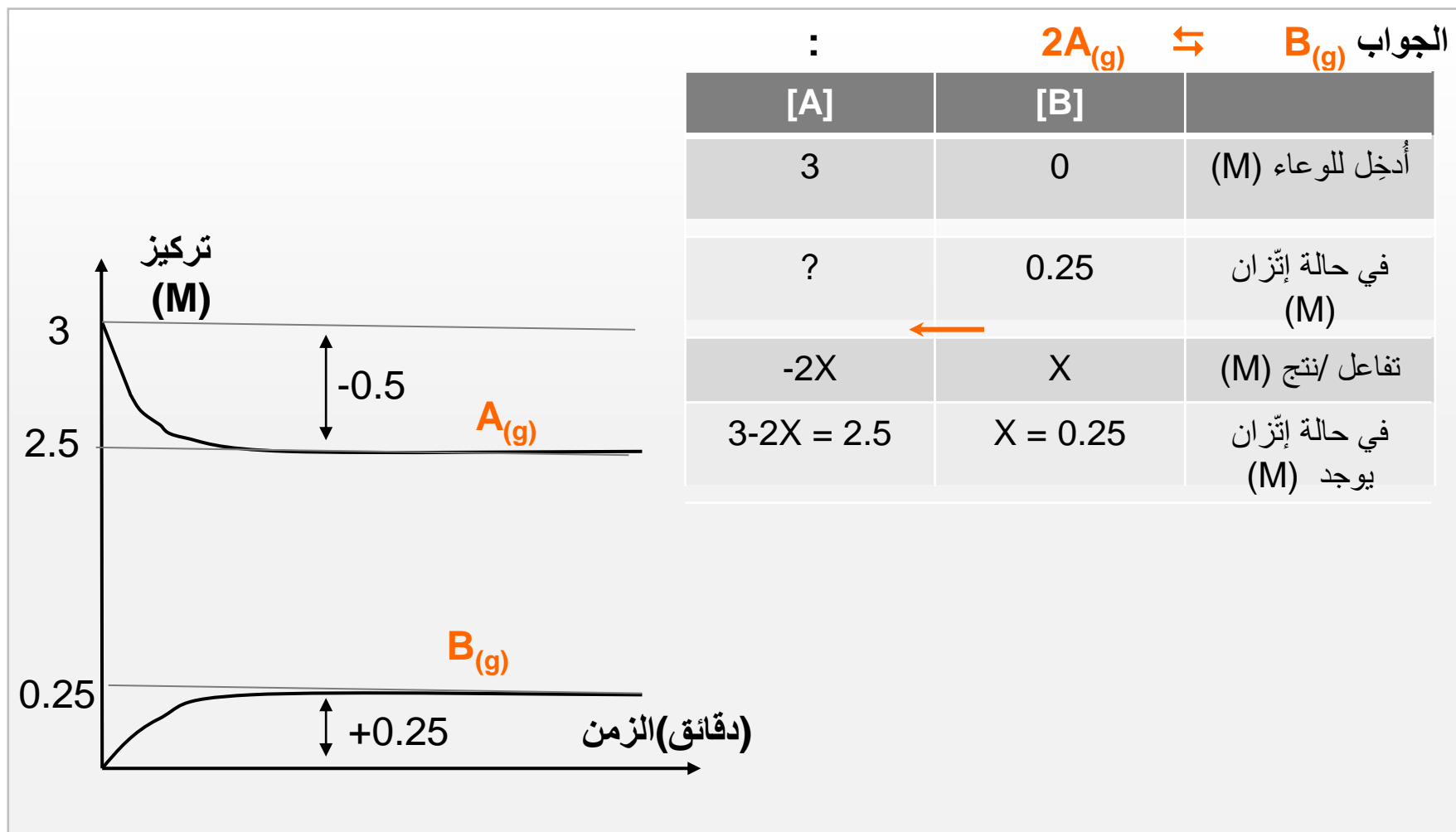


سؤال 2:

- A. معطى التفاعل . $2A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$: إلى وعاء حجمه 1 لتر أدخلوا 3 مول من
- B. في حالة الاتزان كان في النظام 0.25 مول من
- ارسموا رسماً بيانياً نوعياً يصف تغيّر تركيز مركّبات النظام كدالة للزّمن .
- رمز : ارسموا أولاً جدول إجمال لتغيّر التراكيز في النظام .

سؤال 2:

- A. معطى التفاعل . $2A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$: إلى وعاء حجمه 1 لتر أدخلوا 3 مول من A.
 B. في حالة الاتزان كان في النظام 0.25 مول من B.
 ارسموا رسماً بيانياً نوعياً يصف تغير تركيز مركبات النظام كدالة للزمن .



سؤال 3:

معطى التفاعل . $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$:
 إلى وعاء حجمه 1 لتر أدخلوا 2 مول من C . في حالة الاتزان، وُجد أنه كان في النظام 0.5 مول C زيادة عن
 المركبات الأخرى للتفاعل .

ارسموا رسماً بيانياً للتركيز مقابل الزمن للتفاعل الذي حدث .

رمز : ارسموا أولاً جدول إجمال لتغير التراكيز في النظام .

3 جواب سؤال

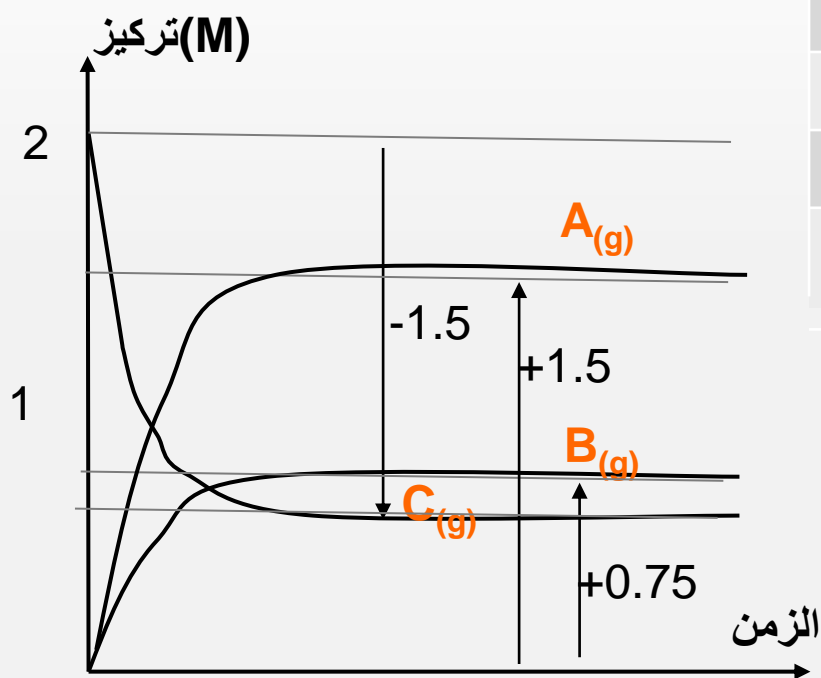
سؤال 3:

معطى التفاعل : $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$. إلى وعاء حجمه 1 لتر أدخلوا 2 مول من C . في حالة الاتزان، وُجد أنه كان في النظام 0.5 مول C زيادة عن المركبات الأخرى للتفاعل .
ارسموا رسماً بيانياً للتركيز مقابل الزمن للتفاعل الذي حدث .

الجواب $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$:

[A]	[B]	[C]	
0	0	2	أدخل للوعاء
?	?	0.5	في حالة إتزان
+2X	+X	-2X	تفاعل /نتج
2X=1.5	X=0.75	2-2X =0.5	في حالة إتزان يوجد

X=0.75

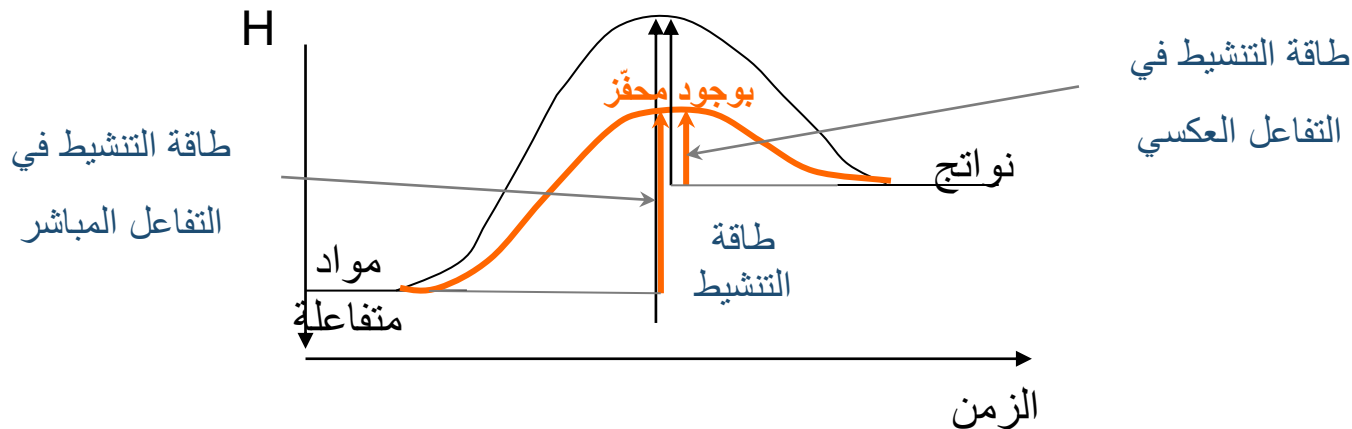


كيف يؤثر كل من المحفز والتسخين على النظام في حالة الاتزان؟

المحفز - يقلل طاقة تنشيط التفاعل، لأنه يجعل التفاعل يحدث في جهاز *آخر. بوجوده يصبح لعدد أكثر من الجسيمات طاقة كافية لكي تعبر حاجز طاقة التنشيط. يصل التفاعل إلى حالة إتزان بشكل أسرع. الاتزان الذي يصل إليه النظام **مماثل** للاتزان بدون محفز، من بالنسبة لتركيز مركبات النظام .

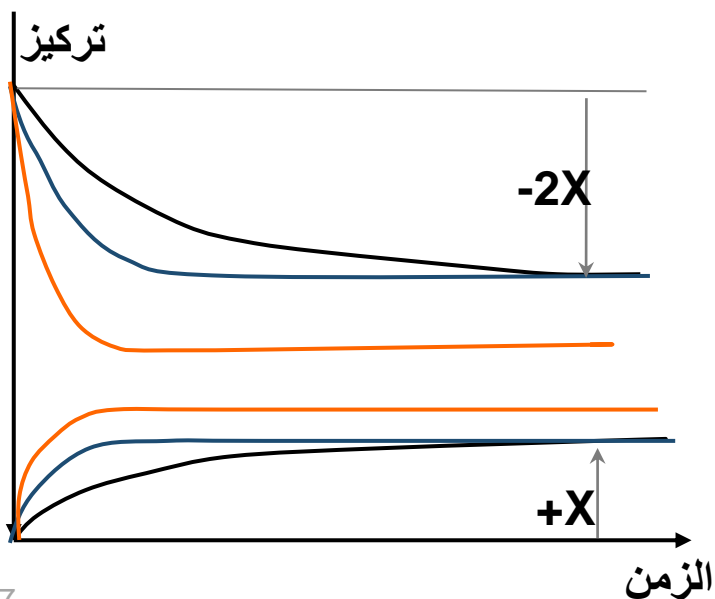
التسخين - عند التسخين، يرتفع معدل الطاقة الحركية للجسيمات، تحدث اصطدامات خصبة أكثر، جسيمات أكثر تعبر حاجز طاقة التنشيط، بالرغم من عدم حدوث تغيير في مقدار طاقة التنشيط. التفاعل يصل أسرع إلى إتزان، لكن تركيز مركبات النظام يكون **مختلفا** عن تركيزها في الاتزان قبل التسخين). التفسير سيرد لاحقا في الفصل).

***جهاز التفاعل** - المراحل التي يتم فيها التفاعل .



إجمال ورسم بياني لنظام مع محفّز وعند التسخين

محفّز	تسخين	
يزيد سرعة التفاعل المباشر والعكسي	يزيد سرعة التفاعل المباشر والعكسي	سرعة التفاعل
طاقة التّشيط تقل للتفاعل المباشر وأيضا للتفاعل العكسي	طاقة التّشيط لا تتغيّر	طاقة التّشيط
الطاقة الحركية لا تتغيّر	تكبر الطاقة الحركية	الطاقة الحركية للجسيمات
أ. يتم الاتزان أسرع ب. تحصل حالة إتزان آخر فيها تركيز المواد متساوي	أ. يتم الاتزان أسرع ب. تحصل حالة إتزان آخر فيها تركيز المواد مختلف	حالة الاتزان



رسم بياني لتغيّر التركيز كدالة للزمن في التفاعل :

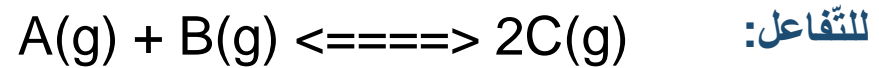
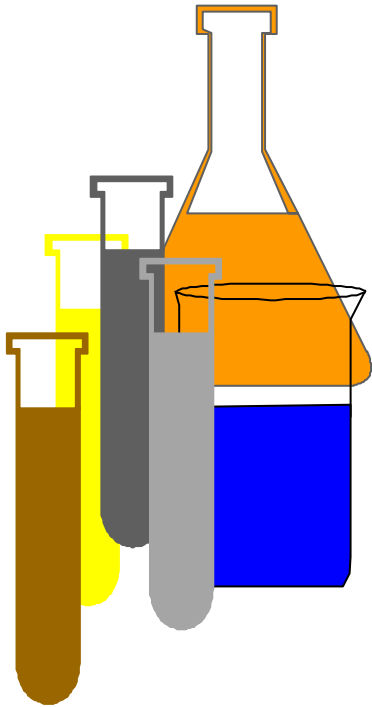


في درجة حرارة الغرفة

مع محفّز

في درجة حرارة عالية

- التفاعل الكيماوي الذي يحدث في درجة حرارة ثابتة، يصل إلى حالة إتزان أخرى في كل مرة يكون فيها تغير تركيز أولي .
- كل حالات الاتزان المختلفة لها نفس ثابت الاتزان) بنفس درجة الحرارة (



ثابت الاتزان : $K = \frac{[C]^2}{[A] \cdot [B]}$

- ثابت الاتزان يميز النظام ويعبر عن ميل التفاعل للحدوث .

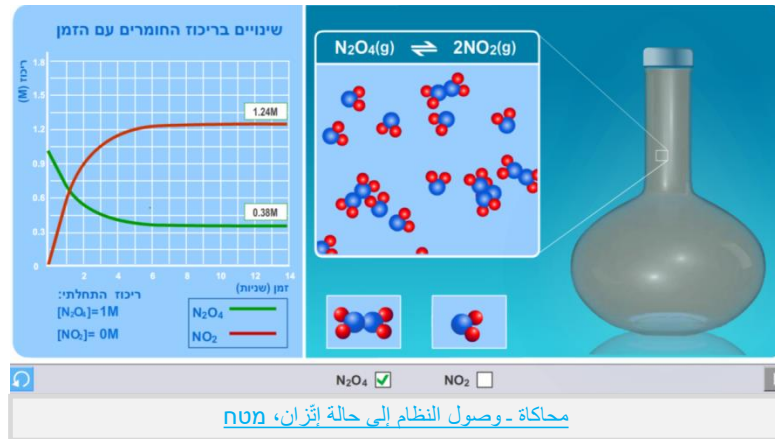
K يتعلق بصيغة إتزان التفاعل وبدرجة الحرارة !!!

- ثابت الاتزان هو مميّز للتفاعل .
- إذا كان الثابت عدداً كبيراً جداً، معنى ذلك أن التفاعل يحدث بمقدار كبير - يحصل حالة إتزان مع تركيز نواتج عالٍ نسبة للمواد المتفاعلة .
- إذا كان الثابت عدداً صغيراً جداً (كسر صغير)، معنى ذلك أن التفاعل يحدث قليلاً ويصل إلى حالة إتزان فيها تركيز المواد المتفاعلة أعلى نسبياً من تركيز النواتج .
- إذا كانت للثابت قيمة وسطى، قريبة من 1، معنى ذلك أن في حالة الاتزان توجد نواتج ومواد متفاعلة بتراكيز متماثلة .

انتبهوا ! لا توجد علاقة بين مقدار الثابت (الذي يعبر عن مقدار حدوث التفاعل) وبين سرعة التفاعل !

مثال - من الممكن أن يحدث التفاعل بسرعة، أي يصل إلى حالة إتزان، لكن ثابت الاتزان يكون قليلاً، أي أن في النظام يوجد قليل من النواتج، وبالعكس .

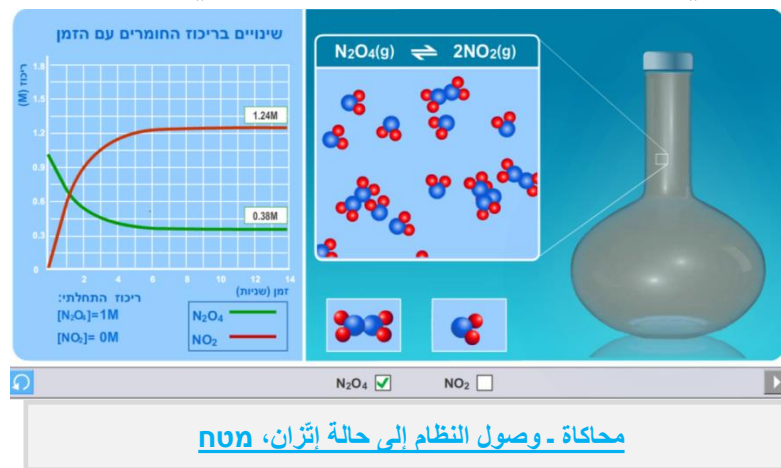
شغّلوا المحاكاة في الحالات الثلاث الممكنة، اجمعوا المعلومات في جدول واحسبوا ثابت الاتزان في كل حالة .



ثابت الاتزان	تركيز $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ في حالة اتزان (M)	التجربة	تركيز $\text{NO}_2(\text{g})$ في حالة اتزان (M)
		مادة متفاعلة فقط	
		مادة ناتجة فقط	
		مادة متفاعلة + مادة ناتجة	

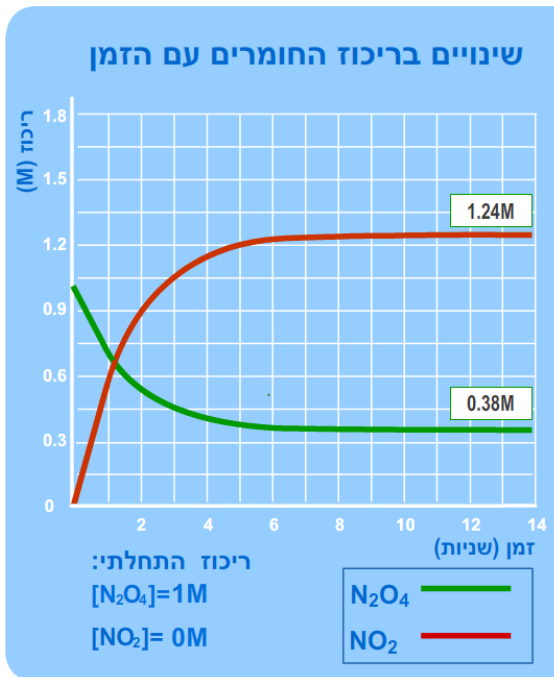
محاكاة - حل لحساب ثابت الاتزان

شغّلوا المحاكاة في الحالات الثلاث الممكنة، اجمعوا المعلومات في جدول واحسبوا ثابت الاتزان في كل حالة .



ثابت الاتزان	تركيز $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ في حالة إتزان (M)	تركيز $\text{NO}_2(\text{g})$ في حالة إتزان (M)	التجربة
$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{1.24^2}{0.38} = 4.0$	0.38	1.24	مادّة متفاعلة فقط 1M
$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{0.72^2}{0.14} = 3.7$	0.14	0.72	مادّة ناتجة فقط 1M
$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{1.64^2}{0.64} = 4.2$	0.64	1.64	مادّة متفاعلة + مادّة ناتجة 1M+1M

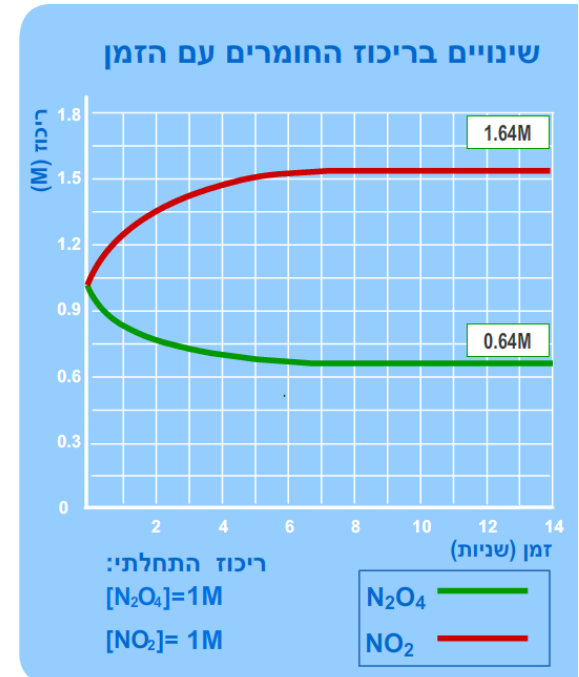
يمكن رؤية الرسوم البيانية الثلاثة التي رُسمت للنظام $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ، الواحد مقابل الآخر بنفس درجة الحرارة في التجارب الثلاث. بما أن التراكيز الأولية في كل تجربة مختلفة، فقد وصل النظام في كل تجربة إلى حالة إتران أخرى. لكن في كل الحالات ثابت الاتزان متساوٍ !



$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{1.24^2}{0.38} = 4.0$$



$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{0.72^2}{0.14} = 3.7$$



$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{1.64^2}{0.64} = 4.2$$

العلاقة بين K الاتزان ومعادلة التفاعل (إثراء !)

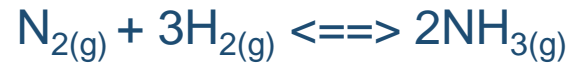
انتبهوا ! يتعلق K بمعادلة (بصيغة التفاعل) !!!

- عندما نضرب معادلة التفاعل في 2، يكبر K أربع مرات .
- عندما نقسم معادلة التفاعل على 2، يصغر K ويصبح جذر K السابق.
- عندما نعكس معادلة التفاعل، الـ K الجديد يصبح مقلوب الـ K السابق.

$2A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ $K_1 = \frac{[B]}{[A]^2}$ $K_1 = \sqrt{K_2}$	$4A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ $K_2 = \frac{[B]^2}{[A]^4}$ $K_2 = K_1^2$	$B_{(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ $K_3 = \frac{[A]^2}{[B]}$ $K_3 = \frac{1}{K_1}$
--	--	---

سؤال 4:

يتناول السؤال التفاعل :



إلى وعاءٍ حجمه 2 لتر أدخلوا 2 مول جزيئات نيتروجين و 6 مول جزيئات هيدروجين. نتج 1.6 مول جزيئات أمونيا .

أ. هل الضَّغَط في النظام يرتفع/يقبل/لا يتغيّر خلال التفاعل؟ علِّلوا .

ب. احسبوا Kc لحالة الاتزان .

4 جواب سؤال

سؤال 4:



إلى وعاءٍ حجمه 2 لتر أدخلوا 2 مول جزيئات نيتروجين و 6 مول جزيئات هيدروجين. نتج 1.6 مول جزيئات أمونيا .

أ. هل الضَّغط في النظام يرتفع/يقبل/لا يتغيّر خلال التفاعل؟ علِّلوا .

ب. احسبوا Kc لحالة الاتزان .

الجواب:

أ. **قلّ الضَّغط في النظام** لأنه خلال التفاعل نتج من **4 مول غاز** مواد متفاعلة فقط 2 مول نواتج. يتأثر الضَّغط بكمّية الجسيمات في وعاء التفاعل .

[N ₂]	[H ₂]	[NH ₃]	المواد
1	3	0	تركيز أولي ' (M)
-X	-3X	+2X	تفاعل/نتج حسب نسب الاتزان (M)
1-X	3-3X	2X	تركيز في حالة الاتزان (M)
1-0.4 = 0.6	3-1.2=1.8	0.8	

ب .

من الجدول نرى أن
 $2X = 0.8M$
 $X = 0.4M$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]^1[H_2]^3} = \frac{0.8^2}{0.6 \cdot 1.8^3} = 0.183$$

- **نسبة التراكيز - Q** هي نسبة التراكيز في نظام التفاعل في لحظة معينة. تنتج بواسطة تعويض تراكيز المواد في النظام في لحظة معينة، في تعبير ثابت الاتزان، وأيضا عندما لا يكون النظام في حالة إتزان .
- تُستخدم Q لتشخيص حالة النظام. بمساعدتها يمكن أن نحدد إذا كان النظام في حالة إتزان. وإذا لم يكن في حالة إتزان، لأين سيتحوّل، للمواد المتفاعلة أم للنواتج؟
- إذا $Q = K$ - النظام في حالة إتزان .
- إذا $K < Q$ - هناك نواتج أكثر نسبة للمواد المتفاعلة، ويتحوّل النظام للمواد المتفاعلة حتى حصول الاتزان. أي حتى يصبح $K=Q$.
- إذا $K > Q$ - هناك موادّ متفاعلة أكثر نسبة للنواتج، والنظام يتحوّل للنواتج حتى حصول الاتزان. أي حتى يصبح $K=Q$.

سؤال 5:



- إلى وعاء حجمه 1 لتر أدخلوا 1 مول هيدروجين، 1 مول كلور و 1 مول كلوريد الهيدروجين .
- هل النظام موجود في حالة إتزان؟ علّوا .
 - إذا لا، لأي اتجاه يحدث التفاعل؟ علّوا .
 - هي سيحدث تغيير بضغط النظام من لحظة خلط المواد؟ علّوا .
 - * د. ما هي تراكيز مركّبات النظام في الاتزان؟ فصلّوا حسابات) . تحدّ (

سؤال 5:



- إلى وعاء حجمه 1 لتر أدخلوا 1 مول هيدروجين، 1 مول كلور و 1 مول كلوريد الهيدروجين .
- هل النظام موجود في حالة إتزان؟ علّوا .
 - إذا لا، لأي اتجاه يحدث التفاعل؟ علّوا .
 - هي سيحدث تغيير بضغط النظام من لحظة خلط المواد؟ علّوا .
 - د. ما هي تراكيز مركّبات النظام في الاتّزان؟ فصلّوا حسابات) . تحدي (

الجواب:

- أ. لكي نعرف إذا النظام في حالة إتزان يجب أن نحسب Q ونقارنها مع K الاتّزان .

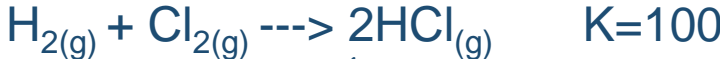
$$Q = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{Cl}_2]} = \frac{1^2}{1 \cdot 1} = 1$$

Q=1 وهي أقل من K=100 أي أن، النظام ليس في حالة إتزان .

ب. يجب أن يحدث التفاعل **باتّجاه النواتج**، لكي تكبر نسبة التراكيز وتساوي 100.

ج. لا يحدث تغيير في الضّغط. كمّية مولات المواد المتفاعلة تساوي كمّية مولات المواد الناتجة. يتناسب الضّغط تناسباً طردياً مع كمّية المولات .

سؤال 5:



إلى وعاء حجمه 1 لتر أدخلوا 1 مول هيدروجين، 1 مول كلور و 1 مول كلوريد الهيدروجين .
 من حل القسم الأول تبين ان النظام ليس في حالة إتزان ويتحوّل للنواتج .
 د . ما هي تراكيز مركّبات النظام في الاتزان؟ فصلّوا حسابات .

الجواب:

د . نستعين بجدول التراكيز للحساب، ونعوض في تعبير k

[H ₂]	[Cl ₂]	[HCl]	المواد
1	1	1	تركيز أولي M
-X	-X	+2X	تفاعل/نتج حسب نسب الاتزان
1-X	1-X	1+2X	التركيز في حالة الاتزان (M)

$$K = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]} = \frac{(1+2X)^2}{(1-X) \cdot (1-X)} = 100 = \frac{(1+2X)^2}{(1-X)^2}$$

$$\pm 10 = \frac{(1+2X)}{1-X}$$

$$10(1-X) = 1+2X$$

$$10-10X = 1+2X$$

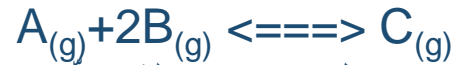
$$9 = 12X$$

$$X = 0.75$$

نعوض X التي حصلنا عليها في التراكيز في حالة الاتزان:
 (الحل الثاني يعطي جوابا غير منطقي)

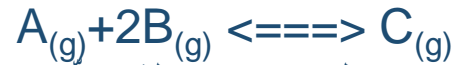
$[H_2]=[Cl_2] = 1-X = 1-0.75 = 0.25M$
 $[HCl] = 1+2X = 1+1.5 = 2.5M$

سؤال 6:



- إلى وعاء حجمه 1 لتر أدخلوا 5 مول C و 2 مول B. في حالة الاتزان، وُجد في النظام 0.25 مول A.
- أ. ارسموا رسماً بيانياً يصف التغيّر في تراكيز مركّبات النظام حتى وصوله إلى حالة إتّزان .
- ب. احسبوا K الاتّزان .

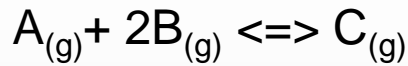
سؤال 6:



إلى وعاء حجمه 1 لتر أدخلوا 5 مول C و 2 مول B. في حالة الاتزان، وُجد في النظام 0.25 مول A.
 أ. ارسموا رسماً بيانياً يصف التغيّر في تراكيز مركّبات النظام حتى وصوله إلى حالة إتزان .
 ب. احسبوا K الاتّزان .

الجواب:

أ

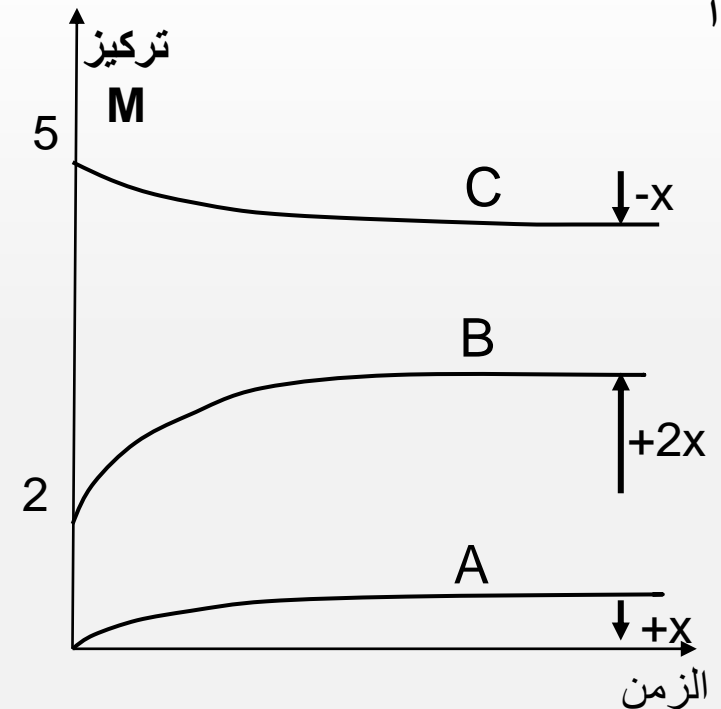


ب .

[A]	[B]	[C]	المواد
0	2	5	تركيز أولي M
+X	+2X	-X	تفاعل/نتج حسب نسب الاتزان
X	2+2X	5-X	(التركيز في حالة الاتزان M)
0.2 5	2.5	4.75	

$$X = 0.25$$

$$K = \frac{4.75}{0.25 \cdot 2.5^2} = 3.04$$



إجمال :

- تفاعلات كثيرة يمكنها أن تصل إلى حالة إتران إذا جرت في نظام مغلق .
- حالة الإتران تتميز بتديدات ماكروسكوبية وديناميكية ميكروسكوبية .
- المحفز يقلل طاقة تنشيط التفاعل، بينما التسخين يزيد الطاقة الحركية للجسيمات في التفاعل .
- ثابت الإتران يميز تفاعلا معيناً في درجة حرارة معينة .
- هناك لانهاية من حالات الإتران المختلفة في درجة حرارة ثابتة . لجميعها يكون نفس الثابت .
- يتعلق ثابت الإتران بمعادلة (صيغة) التفاعل .
- يمكن حساب التراكيز في حالة إتران بمساعدة المعلومات الأولية وثابت الإتران .
- حساب نسبة التراكيز Q -، يمكننا أن نعرف إذا النظام موجود في حالة إتران .
- إذا لم يكن في حالة إتران، يمكن التنبؤ بمساعدتها الاتجاه الذي سيتحوّل النظام إليه .

مصطلحات هامة :

حالة إتران، محفز، طاقة تنشيط، ثابت إتران، نسبة تراكيز