وزارة التعليم
Ministry of Education

موهبة
Mawhiba

نسمو
NSMO

أولمبياد العلوم والرياضيات الوطني "نسمو"

الاختبـــار النظـري للكيميـــاء
نهائيات أولمبياد "نسمو" 2026

الكيميـــاء

السؤال 1: مقارنة الكميات المرتبطة بالأحماض والقواعد والأملاح.

Question 1: Comparison of quantities associated with acids, bases, and salts.

اكتب فقط أحد الرموز الآتية داخل المربع الفارغ: (< أو = أو >)، لتصبح المقارنة صحيحة.

Write only one of the following symbols inside the empty box: (>, = or <) ,to make the comparison correct.

1.	pH لمحلول 0.0100 M NaOH pH of a 0.0100 M NaOH solution		pH لمحلول 0.0100 mol/dm^3 NH_3 pH of a 0.0100 mol/dm^3 NH_3 solution
2.	pH لمحلول 0.0100 M NH_3 pH of a 0.0100 M NH_3 solution		pH لمحلول 0.00100 M NH_3 pH of a 0.00100 M NH_3 solution
3.	pH لمحلول 0.0100 mol/dm^3 من حمض الهيدروكلوريك pH of a 0.0100 mol/dm^3 hydrochloric acid		pH لمحلول 0.00100 mol/dm^3 من حمض الهيدروكلوريك pH of a 0.00100 mol/dm^3 hydrochloric acid
4.	التغير في قيمة pH عند تخفيف محلول 0.100 M NaOH عشر مرات. pH change, if a 0.100 M NaOH solution is diluted 10 times more		التغير في قيمة pH عند تخفيف محلول 0.100 M NH_3 عشر مرات. pH change, if a 0.100 M NH_3 solution is diluted 10 times more
5.	حمضية جزيء الماء the acidity of water molecule		حمضية أيون الهيدرونيوم the acidity of hydronium ion
6.	تركيز حمض الهيدروكلوريك عند قيمة pH = 4 concentration of a pH = 4 hydrochloric acid		تركيز محلول حمض الأسيتيك عند قيمة pH = 4 concentration of a pH = 4 acetic acid solution
7.	pH لمحلول 0.100 M KNO_3 pH of a 0.100 M KNO_3 solution		pH لمحلول 0.100 M K_2CO_3 pH of a 0.100 M K_2CO_3 solution
8.	pH لمحلول 0.100 M KNO_3 pH of a 0.100 M KNO_3 solution		pH لمحلول 0.100 M $Al(NO_3)_3$ pH of a 0.100 M $Al(NO_3)_3$ solution

9.	pH لمحلول $0.100\ M\ NaHSO_4$ pH of a $0.100\ M\ NaHSO_4$ solution		pH لمحلول $0.100\ M\ NaHCO_3$ pH of a $0.100\ M\ NaHCO_3$ solution
10.	pH لمحلول $0.100\ M\ Na_2S$ pH of a $0.100\ M\ Na_2S$ solution		pH لمحلول $0.100\ M\ CH_3COONa$ pH of a $0.100\ M\ CH_3COONa$ solution
11.	تركيز أيون الهيدروكسيد في محلول NH_3 له قيمة pH = 10.00 hydroxide ion concentration of a pH = 10.00 NH_3 solution		تركيز أيون الهيدروكسيد في محلول NaOH له قيمة pH = 10.00 hydroxide ion concentration of a pH = 10.00 NaOH solution
12.	درجة تأيّن (تفكك) HCl في محلول حمض الهيدروكلوريك له قيمة pH = 3.00 degree of dissociation of HCl in a pH = 3.00 hydrochloric acid		درجة تأيّن (تفكك) CH_3COOH في محلول حمض الاستيك له قيمة pH = 3.00 degree of dissociation of CH_3COOH in a pH = 3.00 acetic acid solution
13.	نسبة تأيّن NH_3 في محلول مائي للأمونيا له قيمة pH = 10.00 degree of ionization of NH_3 in an aqueous ammonia solution with pH = 10.00		نسبة تأيّن NH_3 في محلول مائي للأمونيا له قيمة pH = 11.00 degree of ionization of NH_3 in an aqueous ammonia solution with pH = 11.00
14.	قاعدية أيون الهيدروكسيد the basicity of hydroxide ion		حمضية أيون الهيدروكسيد the acidity of hydroxide ion

السؤال 2: الاتزان الكيميائي

Question 2: Chemical Equilibrium

انظر إلى التفاعلات العكسية التالية وقيم حرارة التفاعل المقابلة لها.

Consider the following reversible reactions and their corresponding heats of reaction.

		$\Delta_r H$
a)	$2\ CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3\ H_{2(g)}$	+377 kJ/mol
b)	$CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + 3\ H_{2(g)}$	+337 kJ/mol
c)	$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)}$	−137 kJ/mol
d)	$C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ CO_{(g)}$	+172 kJ/mol
e)	$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$	−131 kJ/mol
f)	$N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$	−92 kJ/mol

أجب بكتابة الحروف الصغيرة المناسبة (a, b … f) ! (يمكن أن تكون الإجابة "جميعهم "أو" لا شيء منها.")

Answer by listing the appropriate lowercase letters (a, b … f) ! (The answer can be "all" or "none".)

1. أيُّ تفاعل يكون ثابت الاتزان بدلالة التراكيز (K_c) يساوي ثابت الاتزان بدلالة الضغوط (K_p)؟

1. For which reaction is the equilibrium constant expressed in terms of concentrations (K_c) equal to the equilibrium constant expressed in terms of pressures (K_p)?

2. أيُّ التفاعلات يمكن إزاحة اتزانها في الاتجاه الأمامي (المباشر) عند زيادة الضغط؟

2. Which reactions their equilibrium can be shifted in the forward direction by increasing the pressure?

3. أيُّ التفاعلات يمكن إزاحة اتزانها في الاتجاه الأمامي (المباشر) عند زيادة درجة الحرارة؟

3. Which reactions their equilibrium can be shifted in the forward direction by increasing the temperature?

4. أيُّ التفاعلات يمكن إزاحة موضع اتزانها في الاتجاه الأمامي باستخدام مُحفِّز؟

4. Which reactions can have their equilibrium position shifted in the forward direction by using a catalyst?

5. أيُّ التفاعلات تكون فيها تراكيز جميع المواد متساوية عند الاتزان إذا بدأنا بكميات متساوية من المتفاعلات فقط؟

5. Which reactions necessarily result in equal equilibrium concentrations for all species when only equal initial amounts of reactants are used?

6. أيُّ التفاعلات يمكن إزاحة اتزانها في الاتجاه الأمامي (المباشر) عند زيادة حجم الوعاء؟

6. Which reactions their equilibrium can be shifted in the forward direction by increasing the volume of the gas space?

7. أيُّ التفاعلات يمكن إزاحة اتزانها في الاتجاه الأمامي (المباشر) عند إضافة H_2؟

7. Which reactions their equilibrium can be shifted in the forward direction by adding H_2?

8. أيُّ التفاعلات يتناقص ثابت اتزانها مع زيادة درجة الحرارة؟

8. Which reactions have an equilibrium constant that decreases with increasing temperature?

السؤال 3: الاتزان في الحالة الغازية

Question 3: Gas-Phase Equilibrium

يتحقق الاتزان الآتي في الحالة الغازية:

The following equilibrium is established in the gas phase:

$$4H_2S_{(g)} + 2SO_{2(g)} \rightleftharpoons 3S_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

عند درجة حرارة $800^\circ C$، يكون ثابت الاتزان لهذا التفاعل:

At $800^\circ C$, the equilibrium constant for this reaction is:

$$K_c = 2.60$$

أُدخلت كمية مقدرها 1.00 mol من H_2S وكمية أخرى مقدارها 1.00 mol من SO_2 إلى وعاء مغلق، ثم سُخِّن الوعاء إلى $800^\circ C$. وعند الوصول إلى حالة الاتزان، تبيّن أن 90.0% من H_2S قد تفاعل.

A quantity of 1.00 mol of H_2S and a quantity of 1.00 mol of SO_2 were introduced into a closed vessel, and the vessel was then heated to $800^\circ C$. Upon reaching equilibrium, it was found that 90.0% of the H_2S had been reacted.

أ) احسب كمية كل نوع من المواد الكيميائية الموجودة في الوعاء عند الاتزان، بوحدة المول.

a) Calculate the amount of each chemical species present in the vessel at equilibrium, in moles.

ب) احسب حجم الوعاء، بوحدة dm^3.

b) Calculate the volume of the vessel, in dm^3.

ج) احسب الضغط الكلي لخليط الاتزان، بوحدة kPa.

c) Calculate the total pressure of the equilibrium mixture, in kPa.

السؤال 4: ذائبية هيدروكسيد الكادميوم وترسّبه

Question 4: Solubility and Precipitation of Cadmium Hydroxide

قيمة حاصل الإذابة لهيدروكسيد الكادميوم $[Cd(OH)_2]$ عند درجة حرارة 25°C تساوي 5.00×10^{-16}.

Solubility product of cadmium hydroxide $[Cd(OH)_2]$ at 25 °C is 5.00×10^{-16}.

أ) احسب قيمة pH لمحلول مشبع من هيدروكسيد الكادميوم عند 25°C .

a) Calculate pH of saturated cadmium hydroxide solution at 25 °C .

$[K_w = 1.00 \times 10^{-14}]$

ب) هل سيحدث ترسّب لهيدروكسيد الكادميوم عند خلط 100 cm^3 من محلول نترات الكادميوم تركيزه 0.0100 mol/dm^3 مع 100 cm^3 من محلول NaOH ذو pH = 8.50؟

b) Will cadmium hydroxide precipitate when 100 cm^3 of a 0.0100 mol/dm^3 cadmium nitrate solution is mixed with 100 cm^3 of an NaOH solution with pH = 8.50?

ج) إذا تم إضافة محلول مركز من NaOH على شكل قطرات إلى محلول نترات الكادميوم تركيزه 0.0100 mol/dm^3، فعند أي قيمة pH يبدأ تكوّن الراسب ؟ (يفترض أن حجم المحلول الأصلي لا يتغير عملياً).

c) At what pH does a precipitation begin to form, when a concentrated NaOH solution is added dropwise to a 0.0100 mol/dm^3 cadmium nitrate solution? (the volume of the original solution practically does not change)

السؤال 5: تعيين أكسيد فلز قلوي من تغيّر الرقم الهيدروجيني (pH)

Question 5: Identification of an Alkali Metal Oxide from a pH Change

عند إذابة 337.5 mg من أكسيد فلز قلوي في $250\ cm^3$ من حمض الهيدروكلوريك له pH = 1.00، تغيّرت قيمة pH للمحلول (الذي بقي حجمه عمليًا ثابتًا) بمقدار وحدة واحدة.

When 337.5 mg of an alkali metal oxide was dissolved in $250\ cm^3$ of hydrochloric acid pH = 1.00, the pH of the solution, which had a practically unchanged volume, changed by 1.00 units.

أ) إذا استُخدم الرمز Me للدلالة على الفلز القلوي، اكتب صيغة أكسيد هذا الفلز القلوي.

a) If Me is used as the chemical symbol of the alkali metal, give the formula of the alkali metal oxide.

ب) اكتب معادلة التفاعل (أو المعادلة الأيونية) لتفاعل أكسيد هذا الفلز مع حمض الهيدروكلوريك.

b) Write the reaction equation (or ionic equation) of the reaction of metal oxide and hydrochloric acid.

ج) أوجد بالحسابات أكسيد هذا الفلز القلوي الذي ذاب في حمض الهيدروكلوريك.

c) Calculate, which alkali metal oxide was dissolved in hydrochloric acid.

السؤال 6: تحضير محاليل قاعدية بالتخفيف

Question 6: Preparation of Basic Solutions by Dilution

يتوفر لدينا 500 cm^3 من محلول NaOH تركيزه 0.500 M، وكذلك محلول أمونيا تركيزه 25.0 m/m% وكثافته 0.910 g/cm^3.

500 cm^3 of 0.500 M NaOH solution and 25.0 m/m% ammonia solution with a density of 0.910 g/cm^3 are available.

المطلوب تحضير محلول أمونيا تركيزه 0.500 M من محلول الأمونيا المذكور.

أ) احسب حجم محلول الأمونيا (تركيزه 25.0 m/m%) الذي يجب تخفيفه لتحضير 500 cm^3 من محلول أمونيا تركيزه 0.500 mol/dm^3.

0.500 M solution should be prepared from the ammonia solution.

a) Calculate how much volume of (25.0 m/m%) ammonia solution must be diluted to prepare 500 cm^3 of ammonia solution with a concentration of 0.500 mol/dm^3.

نرغب في تحضير محلول له قيمة pH = 11.00 عن طريق تخفيف محلول NaOH ومحلول الأمونيا المحضَّر سابقًا.

We want to prepare a solution with pH = 11.00 by diluting the NaOH and the previously prepared ammonia solution.

ب) احسب الحجم بوحدة cm^3 من محلول 0.500 M NaOH اللازم تخفيفه لتحضير 500 cm^3 من محلول له pH = 11.00.

b) Calculate how much cm^3 of 0.500 M NaOH solution must be diluted to prepare 500 cm^3, pH = 11.00 solution.

ج) احسب الحجم بوحدة cm^3 من محلول 0.500 M NH_3 اللازم تخفيفه لتحضير 500 cm^3 من محلول له pH = 11.00 (حيث $K_b(NH_3) = 1.78 \times 10^{-5}$).

c) Calculate how much cm^3 of 0.500 M NH_3 solution must be diluted to prepare 500 cm^3, pH = 11.00 solution. ($K_b(NH_3) = 1.78 \times 10^{-5}$).

السؤال 7: تحديد رتبة التفاعل من بيانات معدل السرعة

Question 7: Determination of Reaction Order from Rate Data

يتم دراسة علاقات معدل السرعة لتفاعل ما. معادلة التفاعل هي:

The rate relationships of a reaction are being examined. Equation of the reaction:

$$A_{(g)} + 2\ B_{(g)} \rightarrow 2\ D_{(g)}$$

يلخص الجدول أدناه تراكيز كل من A و B المستخدمة، وكمية D المتكوّنة في وحدة الزمن.

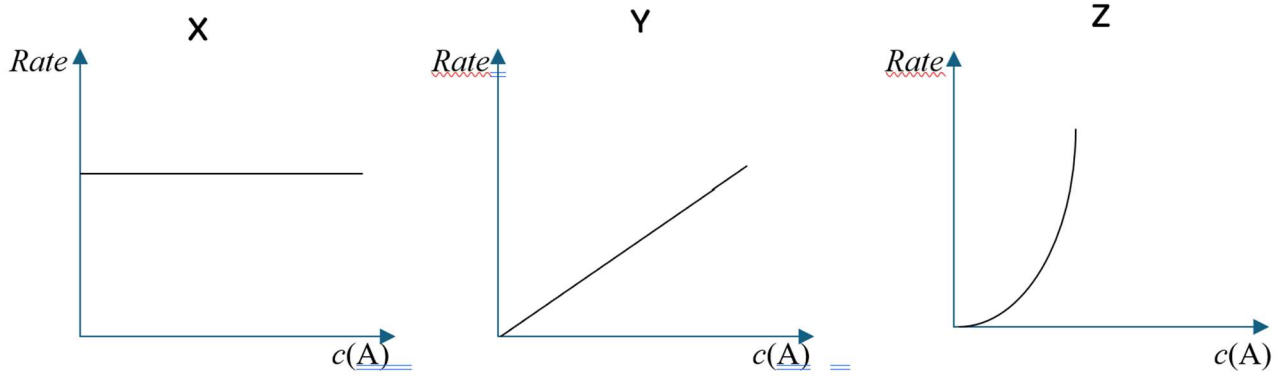
The table below summarizes the A and B concentrations used and the amount of D formed per unit of time.

c(A) (mol/dm³)	c(B) (mol/dm³)	$c(D)/\Delta t \left(\frac{mol}{dm^3\ s}\right)$
0.100	0.100	0.00200
0.100	0.0500	0.00100
0.100	0.200	0.00400
0.100	0.300	0.00600

c(A) (mol/dm³)	c(B) (mol/dm³)	$c(D)/\Delta t \left(\frac{mol}{dm^3\ s}\right)$
0.100	0.0800	0.00160
0.0500	0.0800	0.00080
0.200	0.0800	0.00320
0.400	0.0800	0.00640

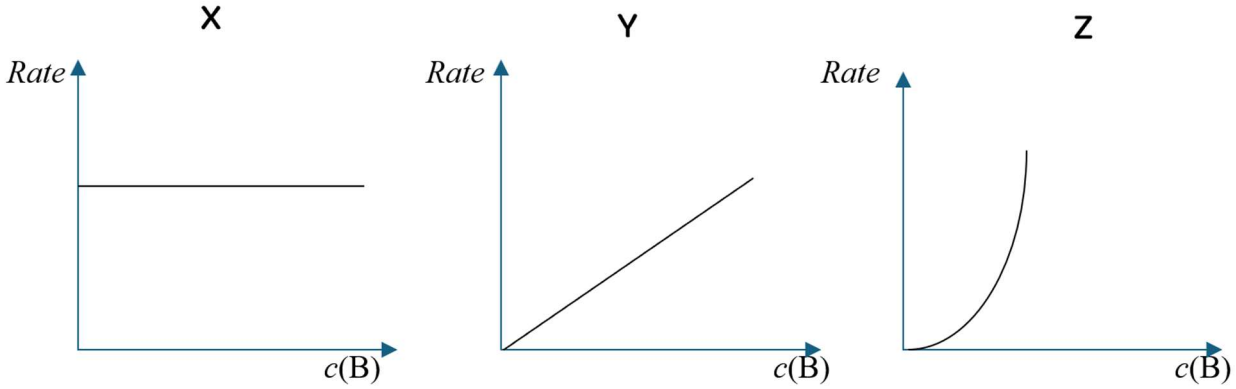
أ) أيٌّ من الرسوم البيانية التالية يوضّح اعتماد معدل سرعة التفاعل على تركيز A؟ ما الحرف الذي يعكس الشكل الصحيح (X أو Y أو Z)؟ ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A؟

a) Which of the following graphs characterizes the dependence of the reaction rate on the concentration of A? (Write the capital letter (X, Y, or Z) of the correct figure). What is the order of the reaction with respect to substance A?



ب) أيٌّ من الرسوم البيانية التالية يوضّح اعتماد معدل سرعة التفاعل على تركيز B ؟ ما الحرف الذي يعكس الشكل الصحيح (X أو Y أو Z)؟ ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B؟

b) Which of the following graphs characterizes the dependence of the reaction rate on the concentration of B? (Write the capital letter (X, Y, or Z) of the correct figure). What is the order of the reaction with respect to substance B?



ج) حدِّد رتبة التفاعل الكلية.

c) Determine the overall order of the reaction.

د) كم مرة يتغيّر معدل سرعة التفاعل المذكور مقارنةً بالقيمة الأصلية إذا تم تقليل حجم حيّز التفاعل إلى النصف (أي ضغطه)؟

d) By how many times does the rate of the above reaction change compared to the original if the volume of the reaction space is reduced by half (compressed)?

ثابت الغازات العام (Universal gas constant):

$R = 8.314\ L\ kPa\ mol^{-1}\ K^{-1}$

$R = 0.0821\ L\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1}$