أولمبياد العلوم والرياضيات الوطني "نسمو"

اختبار المرحلة الثالثة لمسار الكيمياء
مسابقة الفرق الوطنية 2026م

الكيميـــاء

السؤال الأول

في إطار توجه المملكة العربية السعودية نحو رفع كفاءة العمليات الصناعية، أُجري فحص مخبري دقيق لسبيكة من الألومنيوم–النحاس تُستخدم في تصنيع هياكل الطائرات. تتكون كتلة السبيكة من 93.7% ألومنيوم (Al) و 6.3 % نحاس (Cu) ، وتبلغ كثافتها $2.85\ g/cm^3$. استخدم مهندس الجودة قطعة من هذه السبيكة حجمها $0.691\ cm^3$، وأُدخلت في تفاعل مع كمية فائضة من حمض الهيدروكلوريك (HCl) داخل الجهاز الموضح بالشكل أدناه. بافتراض أن الألومنيوم وحده يتفاعل تفاعلاً كاملاً لإنتاج غاز الهيدروجين (H_2) ، بينما يبقى النحاس خاملاً ولا يشارك في التفاعل، أظهرت النتائج العملية أن كتلة غاز الهيدروجين التي جُمعت فعليًا بلغت 0.186 g ، ما المردود المئوي لهذا التفاعل؟

As part of the Kingdom of Saudi Arabia's efforts to improve the efficiency of industrial processes, a careful laboratory test was carried out on an aluminum–copper alloy used in the manufacture of aircraft structures. The alloy contains 93.7% aluminum (Al) and 6.3% copper (Cu) by mass, and its density is 2.85 g/cm³. A quality engineer used a piece of the alloy with a volume of 0.691 cm³, which was reacted with an excess amount of hydrochloric acid (HCl) in the apparatus shown below. If only aluminum reacts completely to produce hydrogen gas (H_2), while copper remains unreactive, the experimental results showed that the actual mass of hydrogen gas collected was 0.186 g. What is the percent yield of this reaction?

80 %	(A
84 %	(B
91 %	(C
95 %	(D

السؤال الثاني

شاركت إحدى شركات السيارات في المملكة في معرض "السيارات الصديقة للبيئة" المقام بمدينة الرياض. وأعلنت الشركة أن محركاتها الجديدة تعتمد على تقنية احتراق عالية الكفاءة، بحيث لا يتجاوز استهلاك الوقود 3.60 L لكل 100 km ، وأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن تشغيل السيارة تقع ضمن الحد البيئي المسموح به البالغ : 100 g CO_2 لكل 1 km تقطعه السيارة.

لاختبار دقة هذا الادعاء، استخدم البيانات الآتية:

- الوقود المستخدم :الأوكتان النقي (C_8H_{18})
- كثافة الأوكتان: 740 g/L
- الاحتراق تام، وينتج عنه فقط CO_2 و H_2O

باستخدام حسابات ستويكيومترية مناسبة (تعتمد على المعادلة الكيميائية)، هل كانت السيارة تلتزم بحد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المسموح به (100 g/km)، وبالتالي تستحق أن تُوصَف بأنها «صديقة للبيئة»؟

A car manufacturer in Saudi Arabia participated in the "Environmentally Friendly Cars" exhibition held in Riyadh. The company claims that its new engines use a highly efficient combustion technology, resulting in a fuel consumption of only 3.60 L per 100 km, and that the resulting carbon dioxide (CO_2) emissions remain within the allowed environmental limit of: 100 g of CO_2 per kilometer.

To evaluate this claim, use the following data:

- Fuel used: pure octane (C_8H_{18})
- Density of octane: 740 g/L
- Combustion is complete and produces only CO_2 and H_2O

Using appropriate stoichiometric calculations (based on the chemical equation), does the car meet the allowed CO_2 emission limit (100 g/km) and therefore deserves to be described as "environmentally friendly"?

A)	نعم؛ لأن الانبعاثات تساوي 82.26 g/km وهي أقل من الحد المسموح به. Yes, because the CO_2 emissions are 82.26 g/km, which is below the allowed limit
B)	نعم؛ لأن الانبعاثات تساوي 10.28 g/km وهي أقل بكثير من الحد المسموح به. Yes, because the CO_2 emissions are 10.28 g/km, which is far below the allowed limit.
C)	لا؛ لأن الانبعاثات تساوي 111.14 g/km وهي أعلى بقليل من الحد المسموح به. No, because the CO_2 emissions are 111.14 g/km, which is slightly above the allowed limit.
D)	لا؛ لأن الانبعاثات تساوي 164.52 g/km وهي أعلى بكثير من الحد المسموح به. No, because the CO_2 emissions are 164.52 g/km, which is much higher than the allowed limit.

السؤال الثالث

تُعد منطقة جازان من أهم مصادر إنتاج ملح الطعام في المملكة العربية السعودية، ولضمان جودة الأملاح المضاف إليها اليود، أجرت الهيئة العامة للغذاء والدواء (SFDA) فحصًا مخبريًا دقيقًا على عينات الملح للتحقق من نسب مكوّناتها. تحتوي العينة المختبرة على خليط من ملح الطعام ($NaCl$) ويوديد الصوديوم (NaI) ، تمت المعالجة بكمية فائضة من حمض الكبريتيك المركز (H_2SO_4) حيث حدث تفاعلان كيميائيان نتج عنهما تكوّن كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4)، وبعد اكتمال التفاعلات، لوحظ أن كتلة كبريتات الصوديوم الناتجة تساوي تمامًا كتلة الخليط الأصلي قبل التفاعل. ما النسبة المئوية بالكتلة ليوديد الصوديوم (NaI) في عينة الملح؟

The Jazan region is considered one of the most important sources of table salt production in the Kingdom of Saudi Arabia. To ensure the quality of salts fortified with iodine, the Saudi Food and Drug Authority (SFDA) conducted a precise laboratory analysis on salt samples to verify their component ratios.

The tested sample contains a mixture of table salt ($NaCl$) and sodium iodide (NaI). It was treated with an excess of concentrated sulfuric acid (H_2SO_4), resulting in two chemical reactions that produced sodium sulfate (Na_2SO_4). After the reactions were complete, it was observed that the mass of the resulting sodium sulfate was exactly equal to the mass of the original mixture before the reaction.

Question: What is the mass percentage of sodium iodide (NaI) in the salt sample?

26.38 %	(A
28.86 %	(B
62.38 %	(C
82.86 %	(D

السؤال الرابع

يُستخدم غاز النيتروجين في نفخ الوسائد الهوائية في السيارات. حيث ينتج من تفاعلات كيميائية متتابعة تحدث عند تفجير قرص صلب يتكوّن من أزيد الصوديوم (NaN_3) ، ونترات البوتاسيوم (KNO_3) ، وثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) . عند بدء التفجير، يتحلل أزيد الصوديوم مولِّدًا غاز النيتروجين (N_2) والصوديوم السائل (Na) ، ويتفاعل الصوديوم الناتج بسرعة كبيرة مع نترات البوتاسيوم، منتجًا كمية إضافية من غاز النيتروجين، إلى جانب تكوّن أكسيد الصوديوم (Na_2O) وأكسيد البوتاسيوم (K_2O) ، وفي مرحلة لاحقة، يتفاعل كلٌّ من أكسيدي الصوديوم والبوتاسيوم بشكل مستقل مع ثاني أكسيد السيليكون ليعطيا سيليكات الصوديوم (Na_2SiO_3) وسيليكات البوتاسيوم (K_2SiO_3) وهي أملاح مستقرة وغير ضارة. وتُوصف هذه التحولات بالمعادلات الكيميائية الموزونة الآتية:

Nitrogen gas is used to inflate airbags in cars. It is produced through a series of chemical reactions that occur when a solid tablet composed of sodium azide (NaN_3), potassium nitrate (KNO_3), and silicon dioxide (SiO_2) is detonated. At the onset of the detonation, sodium azide decomposes, generating nitrogen gas (N_2) and liquid sodium (Na). The resulting sodium reacts very rapidly with potassium nitrate, producing an additional amount of nitrogen gas, along with sodium oxide (Na_2O) and potassium oxide (K_2O). Subsequently, each of the sodium oxide and potassium oxide reacts independently with silicon dioxide to form sodium silicate (Na_2SiO_3) and potassium silicate (K_2SiO_3), which are stable and harmless salts. These transformations are represented by the following balanced chemical equations:

$$2NaN_{3(s)} \rightarrow 3N_{2(g)} + 2Na_{(l)}$$
$$10Na_{(l)} + 2KNO_{3(s)} \rightarrow N_{2(g)} + K_2O_{(s)} + 5Na_2O_{(s)}$$
$$K_2O_{(s)} + SiO_{2(s)} \rightarrow K_2SiO_{3(s)}$$
$$Na_2O_{(s)} + SiO_{2(s)} \rightarrow Na_2SiO_{3(s)}$$

إذا استُخدم 95 g من أزيد الصوديوم (NaN_3) في هذا القرص، فما أقل كتلة لازمة من كل من نترات البوتاسيوم (KNO_3) وثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) يجب خلطها معه، بحيث تضمن اكتمال جميع التفاعلات وعدم بقاء أيٍّ من الصوديوم الفلزي (Na) أو أكسيد الصوديوم (Na_2O) أو أكسيد البوتاسيوم (K_2O) بعد انتهاء التفجير؟

If 95 g of sodium azide (NaN_3) is used in the tablet, what is the minimum mass of each of potassium nitrate (KNO_3) and silicon dioxide (SiO_2) that must be mixed with it to ensure that all reactions are complete, leaving no metallic sodium (Na), sodium oxide (Na_2O), or potassium oxide (K_2O) after the detonation?

(A	$m(KNO_3) = 25\ g$, $m(SiO_2) = 60\ g$
(B	$m(KNO_3) = 30\ g$, $m(SiO_2) = 50\ g$
(C	$m(KNO_3) = 30\ g$, $m(SiO_2) = 53\ g$
(D	$m(KNO_3) = 35\ g$, $m(SiO_2) = 65\ g$

السؤال الخامس

افترض أن كل تفاعل من التفاعلين التاليين له مردود مئوي بنسبة 90%:

Assume that each of the following reactions has a percent yield of 90%:

$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl\text{--------} (1)$$

$$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl\text{------} (2)$$

إذا بدأنا بـكتلة 50.0 g من غاز الميثان CH_4 في التفاعل الأول مع وجود كمية فائضة من غاز الكلور Cl_2 ، فإن عدد جرامات ثنائي كلورو ميثان CH_2Cl_2 المتكونة في التفاعل الثاني تُعطى بالعلاقة:

If the first reaction starts with 50.0 g of methane (CH_4) and an excess amount of chlorine gas (Cl_2), the number of grams of dichloromethane (CH_2Cl_2) produced in the second reaction is given by:

$50.0 \times 0.81 \times \frac{85}{16}$	(A
50.0×0.90	(B
$50.0 \times 0.90 \times 0.90$	(C
$50.0 \times 0.90 \times 0.90 \times \frac{16}{50.5} \times \frac{70.9}{85}$	(D

السؤال السادس

في بدايات تطوير وقود الصواريخ، استُخدم خليط شديد التفاعل يتكوّن من الهيدرازين (N_2H_4) ورابع أكسيد ثنائي النيتروجين (N_2O_4) ، يتميّز هذا الخليط بكونه يشتعل فور تلامس مكوّناته دون الحاجة إلى شرارة، وينتج عن التفاعل الأساسي غاز النيتروجين (N_2) وبخار الماء (H_2O) وفق المعادلة:

In the early development of rocket fuel, a highly reactive mixture composed of hydrazine (N_2H_4) and dinitrogen tetroxide (N_2O_4) was used. This mixture ignites spontaneously upon contact of its components without the need for a spark, and the main reaction produces nitrogen gas (N_2) and water vapor (H_2O) according to the equation:

$$2N_2H_4 + N_2O_4 \rightarrow 3N_2 + 4H_2O$$

أثناء الاختبارات العملية، لوحظ أن كمية غاز النيتروجين المتكوّنة كانت أقل من الكمية المتوقعة نظريًا. وبعد التحليل، تبيّن أن جزءًا من المتفاعلات شارك في تفاعل جانبي غير مرغوب أدى إلى تكوّن أكسيد النيتريك (NO)، وذلك حسب المعادلة التالية:

During practical tests, it was observed that the amount of nitrogen gas produced was less than the theoretically expected amount. Upon analysis, it was found that a portion of the reactants participated in an undesired side reaction forming nitric oxide (NO), according to the equation:

$$N_2H_4 + 2N_2O_4 \rightarrow 6NO + 2H_2O$$

مما أسهم في خفض كفاءة التفاعل الأساسي.

This reduced the efficiency of the main reaction.

في إحدى التجارب المخبرية، تم خلط 96.0 g من الهيدرازين مع 184.0 g من رابع أكسيد ثنائي النيتروجين، ولوحظ تكوّن 18.0 g من أكسيد النيتريك (NO) نتيجة التفاعل الجانبي. باستخدام المعادلتين السابقتين، ما الكتلة الكلية لبخار الماء (H_2O) المتكوّن في نهاية التفاعل؟

In a laboratory experiment, 96.0 g of hydrazine was mixed with 184.0 g of dinitrogen tetroxide, and 18.0 g of nitric oxide (NO) was observed to form due to the side reaction. Using the two equations above, what is the total mass of water vapor (H_2O) produced at the end of the reaction?

(A	72.0 g
(B	90.0 g
(C	108 g
(D	144 g

السؤال السابع

ضمن جهود المملكة العربية السعودية للحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن المنشآت الصناعية، طوّر مهندسون في أحد المصانع نظامًا تجريبيًا لمعالجة هذا الغاز باستخدام هيدروكسيد الصوديوم الصلب، حيث يتم امتصاص ثاني أكسيد الكربون وفق التفاعل التالي:

As part of the Kingdom of Saudi Arabia's efforts to reduce carbon dioxide (CO_2) emissions from industrial facilities, engineers at a factory developed an experimental system to treat this gas using solid sodium hydroxide. Carbon dioxide is absorbed according to the following reaction:

$$2NaOH_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$

وفي إحدى تجارب تقييم كفاءة النظام، أُدخل 1.70 mol من هيدروكسيد الصوديوم مع 1.00 mol من غاز ثاني أكسيد الكربون إلى وحدة المعالجة، مع افتراض أن التفاعل يتم حتى الاكتمال. أي من الخيارات التالية يصف بدقة عدد مولات كربونات الصوديوم المتكوّنة وكمية المادة الفائضة بعد انتهاء العملية؟

In a laboratory efficiency test, 1.70 mol of NaOH and 1.00 mol of CO_2 were introduced into the processing unit, assuming the reaction goes to completion. Which of the following options correctly describes the amount of sodium carbonate (Na_2CO_3) formed and the remaining excess substance after the reaction?

(A	0.85 mol من Na_2CO_3 ، ويتبقى 0.70 mol من NaOH 0.85 mol of Na_2CO_3 , 0.70 mol of NaOH remains.
(B	1.00 mol من Na_2CO_3 ، ويتبقى 0.30 mol من NaOH 1.00 mol of Na_2CO_3 , 0.30 mol of NaOH remains.
(C	1.70 mol من Na_2CO_3 ، ويتبقى 0.15 mol من CO_2 1.70 mol of Na_2CO_3 , 0.15 mol of CO_2 remains.
(D	0.85 mol من Na_2CO_3 ، ويتبقى 0.15 mol من CO_2 0.85 mol of Na_2CO_3 , 0.15 mol of CO_2 remains.

السؤال الثامن

إذا تم حفظ عينات من غازي الهيدروجين (H_2) والأكسجين (O_2) في صهاريج منفصلة عند نفس درجة الحرارة، بناءً على نظرية الحركة الجزيئية، أي الاستنتاجات التالية يصف بدقة الحالة الحركية للجزيئات داخل الصهاريج؟ If samples of hydrogen (H_2) and oxygen (O_2) gases are stored in separate tanks at the same temperature, based on the theory of molecular motion, which of the following conclusions accurately describes the kinetic state of the molecules inside the tanks?	
تمتلك جزيئات الهيدروجين طاقة حركية متوسطة أعلى من جزيئات الأكسجين بسبب سرعة انتشارها العالية. Hydrogen molecules have a higher average kinetic energy than oxygen molecules due to their high diffusion rate.	A)
تمتلك جزيئات الغازين نفس متوسط الطاقة الحركية، لكن جزيئات الهيدروجين تتحرك بسرعة متوسطة أكبر. The molecules of both gases have the same average kinetic energy, but the hydrogen molecules move at a higher average speed.	B)
تمتلك جزيئات الأكسجين طاقة حركية متوسطة أعلى لأن كتلتها الجزيئية أكبر وتتصادم بقوة أكثر. Oxygen molecules have a higher average kinetic energy because their molecular mass is greater and they collide more forcefully.	C)
تتحرك جزيئات الغازين بنفس السرعة المتوسطة طالما أنهما عند نفس درجة الحرارة بغض النظر عن الكتلة. The molecules of the two gases move at the same average speed as long as they are at the same temperature, regardless of mass.	D)

السؤال التاسع

أُجريت سلسلة من القياسات الفيزيائية على ثلاث غازات نقية (x، y، z) عند ظروف متماثلة من درجة الحرارة، ويوضح الجدول التالي ترتيب هذه الغازات وفقاً لنتائج التجارب (حيث يمثل الرقم 1 القيمة الأعلى، والرقم 3 القيمة الأقل):

A series of physical measurements were conducted on three pure gases (x, y, z) under identical temperature conditions. The following table shows the ranking of these gases based on the experimental results (where 1 represents the highest value and 3 the lowest)

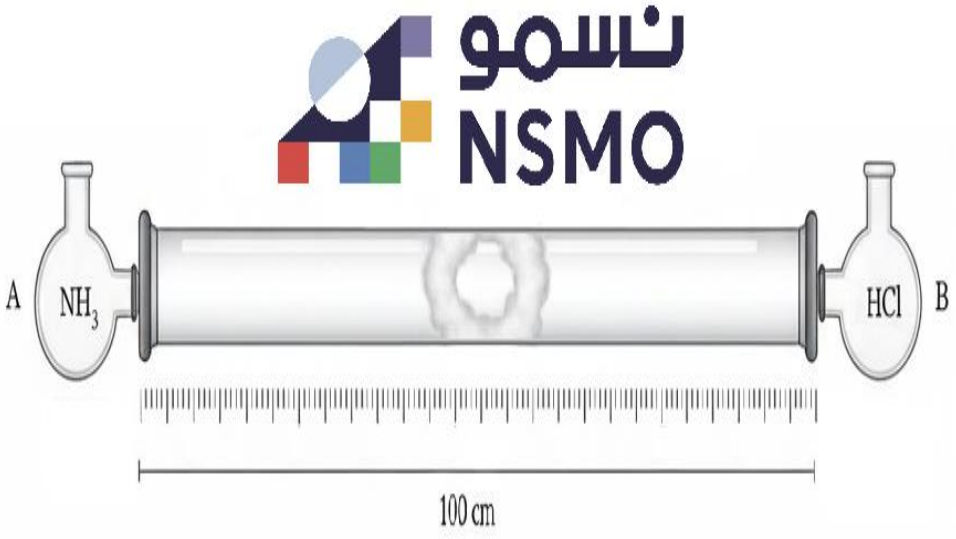
الغاز Gas	معدل التدفق عبر ثقب صغير Effusion Rate through a small hole	ضغط الغاز عند تقليص الحجم إلى النصف Gas pressure when the volume is reduced by half	قيمة الكتلة المقاسة لحجمٍ متساوٍ من كل غاز The measured mass of an equal volume of each gas
x	3	2	1
y	2	1	2
z	1	3	3

أي الخيارات التالية يربط كل غاز بالخاصية الفيزيائية التي تفسر سلوكه بشكل علمي صحيح؟

Which of the following choices correctly links each gas to the physical property that best explains its behavior?

	الأكثر قابلية للانضغاط Highest compressibility	الأعلى كثافة Highest density	الأكثر تدفقاً Most effusive
(A	x	y	z
(B	z	x	y
(C	z	x	z
(D	y	y	x

السؤال العاشر

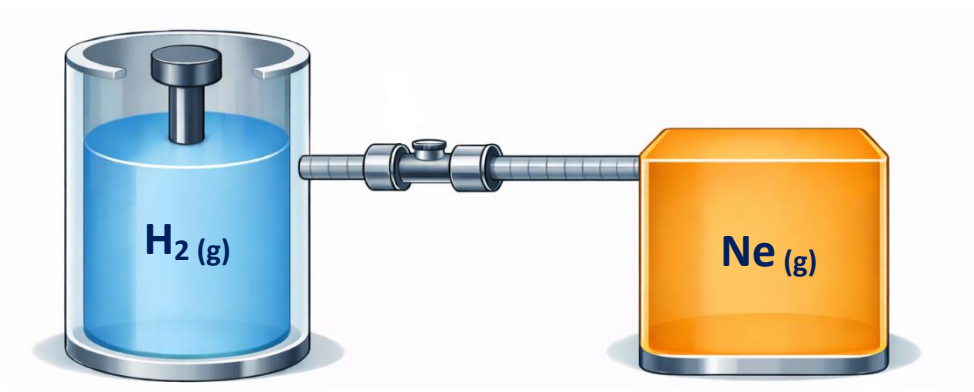


يمثل الشكل أعلاه تجربة انتشار غازي الأمونيا NH_3 وكلوريد الهيدروجين HCl داخل أنبوب طوله 100 cm، إذا بدأت الغازات بالانتشار من طرفي الأنبوب في نفس اللحظة. ما المسافة التي ستقطعها جزيئات الأمونيا من الطرف (A) حتى لحظة التقائها بجزيئات كلوريد الهيدروجين وتكوين سحابة بيضاء من كلوريد الأمونيوم؟

The figure above shows an experiment involving the diffusion of ammonia (NH_3) and hydrogen chloride (HCl) gases inside a 100 cm long tube. If the gases begin diffusion from both ends of the tube simultaneously, what is the distance the ammonia molecules will travel from end (A) until they meet the hydrogen chloride molecules and form a white cloud of ammonium chloride?

المسافة المقطوعة لغاز كلوريد الهيدروجين Distance traveled by hydrogen chloride gas	المسافة المقطوعة لغاز الأمونيا Distance traveled by ammonia gas	
40.65 cm	59.35 cm	(A
64.51 cm	35.49 cm	(B
27.87 cm	72.13 cm	(C
81.31 cm	18.69 cm	(D

السؤال الحادي عشر



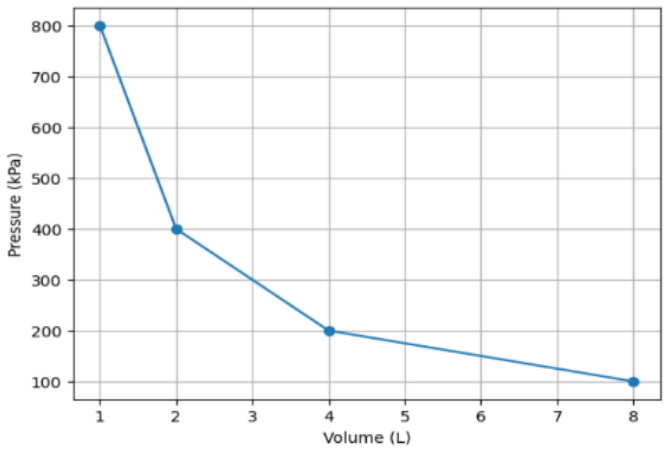
أسطوانة (A) وعاء (B)

يبين الشكل أعلاه نظامًا يتكون من أسطوانة (A) بها مكبس حر الحركة تحتوي، على 0.6 molمن غاز الهيدروجين عند 300 K ، متصلة عبر صمام وأنبوب مهمل الحجم بوعاء صلب (B) سعته 5 L يحتوي على 0.4 mol من غاز النيون عند 400 K . فإذا فُتح الصمام واستقرت درجة حرارة الخليط عند 350 K تحت الضغط الجوي، فما الحجم الذي يشغله الغاز داخل الأسطوانة (A) فقط عند الاتزان بوحدة اللتر؟

The figure above shows a system consisting of a cylinder (A) with a free-moving piston containing 0.6 mol of hydrogen gas at 300 K, connected via a valve and a volume-negligible tube to a solid container (B) with a capacity of 5 L containing 0.4 mol of neon gas at 400 K. If the valve is opened and the temperature of the mixture stabilizes at 350 K under atmospheric pressure, what is the volume occupied by the gas inside cylinder (A) only at equilibrium in liters?

28.74 L	(A
23.74 L	(B
5.00 L	(C
18.74 L	(D

السؤال الثاني عشر



أثناء تجربة علمية تم وضع أربع أسطوانات غازية تحتوي على (H_2، N_2، O_2، He) عند درجة حرارة 10 °C، وحجم كل غاز في البداية 2.0 L عند ضغط 400 kPa. تم بعد ذلك تغيير الضغط لكل غاز كما هو موضح في الرسم البياني اعلاه.

During a scientific experiment, four gas cylinders containing (H_2, N_2, O_2, He) were placed at a temperature of 10 °C, with the initial volume of each gas being 2.0 L at a pressure of 400 kPa. The pressure of each gas was then changed as shown in the diagram above.

أي الاستنتاجات التالية صحيح علميًا بناءً على تحليل البيانات؟

Which of the following conclusions is scientifically correct based on the data analysis?

(A	الغاز الذي تضاعف حجمه فقط هو (He) لأن عدد مولاته أقل. The only gas that doubled in volume is (He) because it has fewer moles.
(B	يجب أن يكون للغازات نفس المنحنى البياني لأن درجة الحرارة ثابتة. Gases must have the same curve because the temperature is constant.
(C	اختلاف نوع الغاز يؤدي إلى اختلاف علاقة الضغط بالحجم. The difference in the type of gas leads to a difference in the relationship between pressure and volume.
(D	الغاز الذي وصل إلى حجم 4.0 L أظهر انحرافاً عن السلوك المثالي. The gas that reached a volume of 4.0 L showed a deviation from ideal behavior.

السؤال الثالث عشر

في وصفة لتحضير الكعك، تم استخدام 18.32 g من بيكربونات الصوديوم ($NaHCO_3$) لتتفاعل تماماً مع الأحماض الموجودة في العجين لإنتاج غاز CO_2 وفق المعادلة:

$$NaHCO_{3(s)} + H^+_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

In a recipe for preparing cakes, 18.32 g of sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) was used to react completely with the acids in the dough to produce CO_2 gas according to the equation:

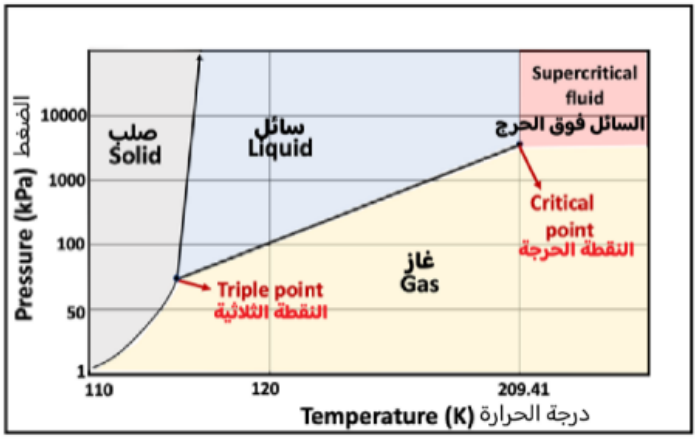
$$NaHCO_{3(s)} + H^+_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

إذا علمنا أن الحجم المولي لهذا الغاز عند درجة حرارة المطبخ (27 °C) هو 24.6 L/mol ، فكم سيكون حجمه (بالسنتيمتر مكعب) داخل الكعكة عندما ترتفع درجة حرارتها داخل الفرن لتصل إلى 177 °C؟

If we know that the molar volume of this gas at kitchen temperature (27°C) is 24.6 L/mol, what will its volume (in cubic centimeter) inside the cake when its temperature rises inside the oven to reach 177°C?

9240.2 cm^3	(A
8047.5 cm^3	(B
12100 cm^3	(C
8.05 cm^3	(D

السؤال الرابع عشر



بناءً على مخطط الطور للكريبتون الموضح، أيّ العبارات التالية صحيحة؟

Based on the phase diagram of krypton shown, which of the following statements are correct?

Statements	العبارات
a) At the triple point, solid, liquid, and gas krypton exist in equilibrium.	a) عند النقطة الثلاثية، يكون الكريبتون الصلب والسائل والغاز في حالة اتزان.
b) At very high pressures and low temperatures, krypton exists as a gas.	b) عند ضغوط عالية جدًا ودرجات حرارة منخفضة، يكون الكريبتون غازًا.
c) Below the triple-point pressure, krypton cannot exist as a liquid.	c) تحت ضغط النقطة الثلاثية، لا يمكن أن يوجد الكريبتون في الحالة السائلة.
d) Increasing temperature at constant low pressure can cause solid krypton to turn directly into gas.	d) زيادة درجة الحرارة عند ضغط منخفض ثابت يمكن أن تسبب تحول الكريبتون الصلب مباشرة إلى غاز.
e) Crossing the solid–gas boundary at constant pressure results in freezing.	e) عبور الحد الفاصل بين الصلب والغاز عند ضغط ثابت يؤدي إلى التجمد.
f) The line separating the liquid and gas regions shows the temperatures and pressures at which boiling and condensation take place.	f) الخط الفاصل بين منطقتي السائل والغاز يوضح درجات الحرارة والضغوط التي يحدث عندها الغليان والتكاثف.
g) The approximate normal melting point of krypton is 120 K.	g) درجة الانصهار العادية التقريبية للكريبتون هي 120 K.

Choose the correct answer from the following: اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

(A	العبارتان a و e فقط صحيحتان	Only statements a and e are correct
(B	العبارتان b و g فقط صحيحتان	Only statements b and g are correct
(C	العبارات a و c و d و f صحيحة	Statements a, c, d, and f are correct
(D	جميع العبارات صحيحة	All statements are correct

السؤال الخامس عشر

تم إذابة 10.00 g من مركب عضوي صلب في 200.0 g من البنزين. درجة غليان هذا المحلول هي 81.52 °C . يحتوي المركب العضوي على 15.72% نيتروجين، 7.92% هيدروجين، 35.92% أكسجين والباقي كربون. فإذا علمت أنّ درجة غليان البنزين النقي هي 80.1 °C ؛ وثابت ارتفاع درجة الغليان للبنزين $K_b = 2.53\ °C\ kg/mol$.

- ما الصيغة الجزيئية للمادة الصلبة؟
- وإذا كانت كثافة هذا المحلول 0.8989 g/mL فما هي مولاريته؟

10.00 g of an organic solid compound is dissolved in 200.0 g of benzene. The boiling temperature of this solution is 81.52 °C. This organic compound contains 15.72% nitrogen, 7.92% hydrogen, 35.92% oxygen and the remainder is carbon. The boiling temperature of pure benzene is 80.1 °C; and the boiling point elevation constant for benzene is $K_b = 2.53\ °C\ kg/mol$.

- What is the molecular formula of the solid?
- If the density of this solution is 0.8989 g/mL, what will be the molarity of this solution?

Choose the correct answer from the following: اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

الصيغة الجزيئية للمادة الصلبة Molecular formula of the solid matter	مولارية المحلول Molarity of the solution	
$C_6H_{14}N_2O_4$	0.240 M	(A
$C_3H_7NO_2$	0.480 M	(B
$C_3H_7NO_2$	0.360 M	(C
$C_3H_5NO_3$	0.520 M	(D

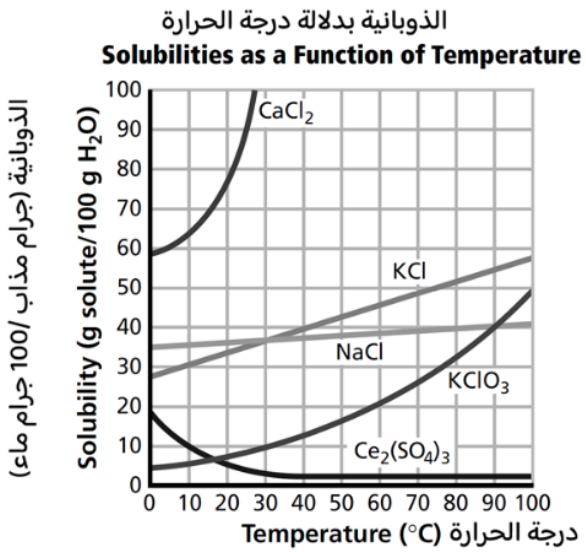
السؤال السادس عشر

يوضح الرسم البياني منحنيات ذوبانية لعدة أملاح في الماء.

The graph shows solubility curves of several salts in water.

أيٌّ من العبارات الآتية صحيحة؟

Which of the following statements are correct?



Statements	العبارات
a) NaCl is almost temperature-independent in solubility compared to the other salts.	a) الذوبانية الخاصة بـ NaCl تكاد تكون غير متأثرة بدرجة الحرارة مقارنةً بالأملاح الأخرى.
b) $CaCl_2$ becomes extremely soluble as temperature increases, more than any other substance shown.	b) يصبح $CaCl_2$ شديد الذوبانية مع زيادة درجة الحرارة أكثر من أي مادة أخرى موضحة.
c) $Ce_2(SO_4)_3$ shows "retrograde solubility" (its solubility decreases as temperature rises).	c) يُظهر $Ce_2(SO_4)_3$ ما يُسمّى بالذوبانية العكسية (تقل ذوبانيته بارتفاع درجة الحرارة).
d) At 20°C, KCl is more soluble than NaCl.	d) عند 20°C يكون KCl أكثر ذوبانية من NaCl .
e) At 60°C, a solution containing 45 g of KCl in 100 g of water is unsaturated.	e) عند 60°C المحلول الذي يحتوي على 45 g من KCl في 100 g ماء يكون غير مشبع.
f) If a saturated KCl solution at 80°C is cooled to 20°C, solid KCl will precipitate.	f) إذا تم تبريد محلول مشبع من KCl عند 80°C إلى 20°C فسوف يترسب KCl الصلب.
g) At 0°C, $KClO_3$ is more soluble than $Ce_2(SO_4)_3$.	g) عند 0°C يكون $KClO_3$ أكثر ذوبانية من $Ce_2(SO_4)_3$.

Choose the correct answer from the following: اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

A)	العبارات a و b و c و f صحيحة	Statements a, b, c, and f are correct
B)	العبارتان b و g فقط صحيحتان	Only statements b and g are correct
C)	العبارتان a و e فقط صحيحتان	Only statements a and e are correct
D)	جميع العبارات صحيحة	All statements are correct

السؤال السابع عشر

طابق كل مثال في العمود (A) مع نوع المخلوط المناسب في العمود (B).

Match each example in Column (A) with the correct type of mixture in Column (B).

Column (A) العمود Examples الأمثلة		Column (B) العمود Types of mixture نوع المخلوط	
ماء طيني (وحل) Muddy water	a	معلق Suspension	I
حليب المغنيسيا Milk of magnesia	b	غروي (صلب في سائل) Colloid– Sol	ii
طلاء / دهان Paint	c	غروي (صلب أو سائل في غاز) Colloid –Aerosol	Iii
ضباب Fog	d	غروي – هلامي (سائل في صلب) Colloid – Gel	IV
جيلي الفاكهة Fruit jelly	e	غروي – مستحلب (سائل في سائل) Colloid – Emulsion	V
زيت ممزوج بالماء Oil mixed with water	f	مخلوط متجانس Homogeneous mixture	VI
دقيق في الماء Flour in water	g		
رمل في الماء Sand in water	h		
سكر في الماء Sugar in water	i		

Choose the correct answer from the following: اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

	I	II	III	IV	V	VI
(A	a, b, g, h	c	d	e	f	i
(B	g, h	a, b	c	e	f, i	d
(C	e	f	g, h	c, i	d	a, b
(D	a, b	c, d	e, f	g	h	i

السؤال الثامن عشر

إذا تم خلط 1.00 L من كلٍ من محلولين مائيين للسكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$:

(A) المحلول الأول تركيزه 0.1487 M وكثافته 1.018 g/mL.

(B) المحلول الثاني تركيزه 10.00%(m/m) وكثافته 1.038 g/mL

ما الكسر المولي للسكروز في المحلول الناتج بعد الخلط؟

If 1.00 L each of two aqueous solutions of sucrose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, are mixed:

(A) The first solution is 0.1487 M and has a density of 1.018 g/mL

(B) The second solution is 10.00%(m/m) and has a density of 1.038 g/mL.

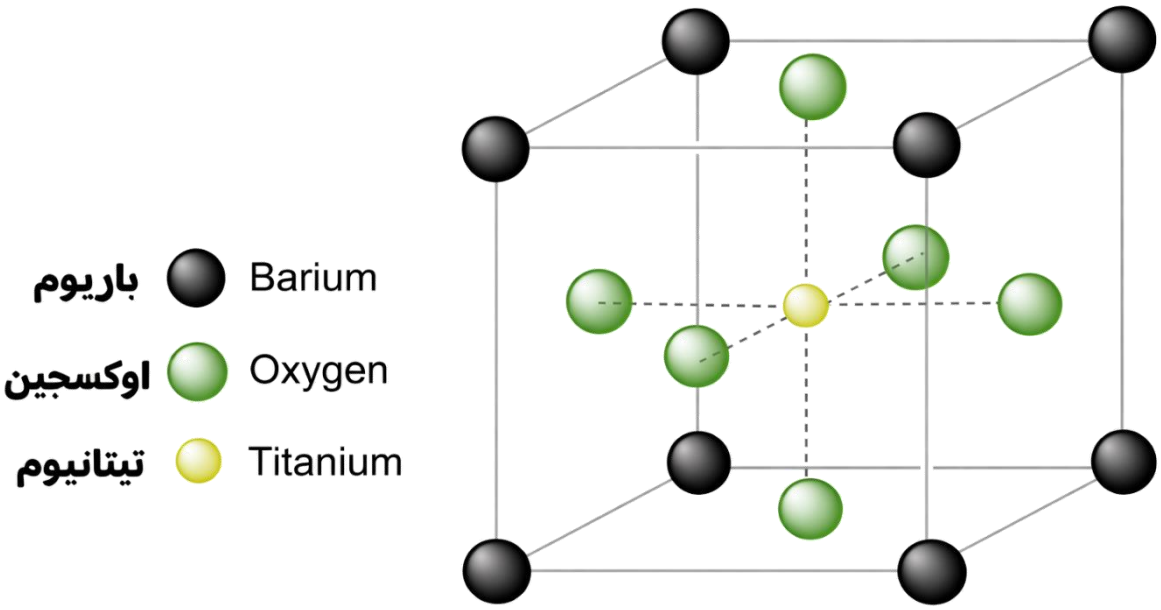
What is the mole fraction of sucrose in the solution that results from the mixing?

$X_{C_{12}H_{22}O_{11}} = 2.13 \times 10^{-3}$	(A
$X_{C_{12}H_{22}O_{11}} = 8.52 \times 10^{-3}$	(B
$X_{C_{12}H_{22}O_{11}} = 4.26 \times 10^{-3}$	(C
$X_{C_{12}H_{22}O_{11}} = 4.26 \times 10^{-2}$	(D

السؤال التاسع عشر

يمتلك تيتانات الباريوم بنية بلورية مكعبة؛ حيث توجد أيونات الباريوم عند زوايا خلية الوحدة، وأيونات الأكسيد عند مراكز الأوجه، وأيونات التيتانيوم عند مركز الخلية، كما في الشكل المرفق. ما الصيغة الكيميائية لتيتانات الباريوم؟

Barium titanate has a cubic crystal structure, with barium ions at the corners of the unit cell, oxide ions at the face centers, and titanium ions at the body center, as shown in the attached figure. What is the chemical formula of barium titanate?



Ba_3TiO_2	(A
$BaTiO_3$	(B
Ba_2TiO_3	(C
Ba_2TiO_2	(D

السؤال العشرون- سؤال مقالي (ثلاث فقرات)

في إطار دراسة مخبرية متقدمة لسلوك الغازات في ظروف مختلفة، أُجريت التجارب الآتية، مع افتراض أن الغازات تسلك السلوك المثالي ما لم يُذكر خلاف ذلك:

In an advanced laboratory investigation of gas behavior under different conditions, the following experiments were performed. Assume ideal gas behavior unless stated otherwise:

(1) جُمع غاز O_2 فوق الماء في مخبار مدرّج عند 26.0°C . كان الحجم 1.92 L والضغط الجوي 0.980 atm علمًا أن ضغط بخار الماء عند هذه الدرجة 25.2 mmHg . احسب الضغط الجزئي للأكسجين، ثم عدد مولات وكتلة الأكسجين الجاف بالجرام.

O_2 was collected over water at $26.0°C$. The gas volume was $1.92\ L$ and atmospheric pressure $0.980\ atm$. The vapor pressure of water is $25.2\ mmHg$. Calculate the partial pressure of oxygen gas, then the moles and mass of dry oxygen.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(2) احتُجز غاز Ne في وعاء صلب حجمه 2.20 L عند 18.0°C وكان ضغطه 1.15 atm ، ثم سُخّن إلى 78.0°C. وفي تجربة أخرى، وُضع غازان مختلفان في وعاءين تحت الضغط ودرجة الحرارة نفسيهما، وكان عدد الجسيمات في الوعاء الأول($\frac{2}{3}$) من عدد الجسيمات في الوعاء الثاني . إذا كان حجم الغاز في الوعاء الثاني 1.60 L ، احسب:

(أ) الضغط الجديد لغاز النيون.

(ب) حجم الغاز في الوعاء الأول.

Ne was confined in a rigid 2.20 L container at 18.0°C with a pressure of 1.15 atm, then heated to 78.0°C. In another independent experiment, two different gases were placed in two containers under the same pressure and temperature, and the number of particles in container 1 equals ($\frac{2}{3}$) of the number of particles in container 2. If the gas volume in container 2 is 1.60 L: calculate:

(a) The new pressure of neon.

(b) The gas volume in container 1.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(3) احتوت أسطوانة حجمها 5.00 L عند 37.0°C على خليط من N_2 وCO_2 بعدد مولات كلي 0.500 mol. في الخليط (A) كان CO_2 يمثّل 40.0% من العدد الكلي للمولات، وفي الخليط (B) كان CO_2 يمثّل 10.0% من العدد الكلي للمولات (مع ثبات الحجم ودرجة الحرارة وعدد المولات).

(أ) احسب الضغط الكلي والضغوط الجزئية لكل خليط.

(ب) أي الخليطين يُتوقع أن يكون ضغطه المقاس أقل نسبيًا؟ علّل اعتمادًا على قوى فان دِرفالز وتأثير نسبة CO_2.

وفي تجربة مستقلة أخرى، وُضع 0.180 mol من غاز نقي في وعاء حجمه 3.50 L عند 45.0°C ، وكان الضغط المقاس 1.30 atm .

(ج) احسب الضغط المحسوب ونسبة الانحراف المئوية، ثم استنتج طبيعة قوى التجاذب بين الجزيئات.

A 5.00 L cylinder at 37.0°C contains 0.500 mol of an N_2–CO_2 mixture. In mixture (A), CO_2 accounts for 40.0% of the total moles, and in mixture (B), CO_2 accounts for 10.0% of the total moles (same volume, temperature, and total moles).

(a) Calculate the total pressure and the partial pressures for each mixture.

(b) Which mixture is expected to show a lower measured pressure? Justify using van der Waals forces and the CO_2 fraction.

In another independent experiment, 0.180 mol of a pure gas occupies 3.50 L at 45.0°C, with a measured pressure of 1.30 atm.

(c) Calculate the predicted pressure and the percent deviation, then infer the strength of intermolecular attractions.

.....

.....

.....

.....

.....

PERIODIC TABLE

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
	I.A																	VIII. A
1.	2.1 **1** **H** 1.0	II. A											III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	**2** **He** 4.0
2.	1.0 **3** **Li** 6.9	1.5 **4** **Be** 9.0											2.0 **5** **B** 10.8	2.5 **6** **C** 12.0	3.0 **7** **N** 14.0	3.5 **8** **O** 16.0	4.0 **9** **F** 19.0	**10** **Ne** 20.2
3.	0.9 **11** **Na** 23.0	1.2 **12** **Mg** 24.3	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B			I. B	II. B	1.5 **13** **Al** 27.0	1.8 **14** **Si** 28.1	2.1 **15** **P** 31.0	2.5 **16** **S** 32.0	3.0 **17** **Cl** 35.5	**18** **Ar** 40.0
4.	0.8 **19** **K** 39.1	1.0 **20** **Ca** 40.1	1.3 **21** **Sc** 45.0	1.5 **22** **Ti** 47.9	1.6 **23** **V** 50.9	1.6 **24** **Cr** 52.0	1.5 **25** **Mn** 54.9	1.8 **26** **Fe** 55.8	1.8 **27** **Co** 58.9	1.8 **28** **Ni** 58.7	1.9 **29** **Cu** 63.5	1.6 **30** **Zn** 65.4	1.6 **31** **Ga** 69.7	1.8 **32** **Ge** 72.6	2.0 **33** **As** 74.9	2.4 **34** **Se** 79.0	2.8 **35** **Br** 79.9	**36** **Kr** 83.8
5.	0.8 **37** **Rb** 85.5	1.0 **38** **Sr** 87.6	1.3 **39** **Y** 88.9	1.4 **40** **Zr** 91.2	1.6 **41** **Nb** 92.9	1.8 **42** **Mo** 95.9	1.9 **43** **Tc** [98]	2.2 **44** **Ru** 101.1	2.2 **45** **Rh** 102.9	2.2 **46** **Pd** 106.4	1.9 **47** **Ag** 107.9	1.7 **48** **Cd** 112.4	1.7 **49** **In** 114.8	1.8 **50** **Sn** 118.7	1.9 **51** **Sb** 121.8	2.1 **52** **Te** 127.6	2.5 **53** **I** 126.9	**54** **Xe** 131.3
6.	0.7 **55** **Cs** 132.9	0.9 **56** **Ba** 137.3	1.1 **57** **La** 138.9	1.3 **72** **Hf** 178.5	1.5 **73** **Ta** 180.9	1.7 **74** **W** 183.8	1.9 **75** **Re** 186.2	2.2 **76** **Os** 190.2	2.2 **77** **Ir** 192.2	2.2 **78** **Pt** 195.1	2.4 **79** **Au** 197.0	1.9 **80** **Hg** 200.6	1.8 **81** **Tl** 204.4	1.8 **82** **Pb** 207.2	1.9 **83** **Bi** 209.0	2.0 **84** **Po** [209]	2.2 **85** **At** [210]	**86** **Rn** [222]
7.	0.7 **87** **Fr** [223]	0.9 **88** **Ra** [226]	1.1 **89** **Ac** [227]	**104** **Rf** [261]	**105** **Db** [262]	**106** **Sg** [266]	**107** **Bh** [264]	**108** **Hs** [269]	**109** **Mt** [268]	**110** **Ds** [271]	**111** **Rg** [272]	**112** **Cn** [285]	**113** **Nh** [284]	**114** **Fl** [289]	**115** **Mc** [289]	**116** **Lv** [293]	**117** **Ts** [294]	**118** **Og** [294]

EN* — atomic number, Chem. symbol, relative atomic mass

1.1 **58** **Ce** 140.1	1.1 **59** **Pr** 140.9	1.1 **60** **Nd** 144.2	1.1 **61** **Pm** [145]	1.2 **62** **Sm** 150.4	1.2 **63** **Eu** 152.0	1.2 **64** **Gd** 157.3	1.2 **65** **Tb** 158.9	1.2 **66** **Dy** 162.5	1.2 **67** **Ho** 164.9	1.2 **68** **Er** 167.3	1.2 **69** **Tm** 168.9	1.1 **70** **Yb** 173.0	1.2 **71** **Lu** 175.0
1.3 **90** **Th** 232.0	1.5 **91** **Pa** 231.0	1.4 **92** **U** 238.0	1.3 **93** **Np** [237]	1.3 **94** **Pu** [244]	1.3 **95** **Am** [243]	1.3 **96** **Cm** [247]	1.3 **97** **Bk** [247]	1.3 **98** **Cf** [251]	1.3 **99** **Es** [252]	1.3 **100** **Fm** [257]	1.3 **101** **Md** [258]	1.3 **102** **No** [259]	1.3 **103** **Lr** [262]

* EN: electronegativity

$R = 0.0821\ atm.L.mol^{-1}K^{-1}$ ثابت الغازات العام

نسمو
NSMO
أولمبيـــاد العلوم
والرياضيات الوطني

وزارة التعليم
Ministry of Education

موهبة
Mawhiba