روابط مجموعات المناهج السعودية

كل ما يحتاجه الطالب في جميع الصفوف من أوراق عمل واختبارات ومذكرات, يجده هنا في الروابط التالية لأفضل مواقع المناهج السعودية:

القناة الرسمية لموقع المناهج السعودية : www.almanahj.com/sa

روابط مجموعات التلغرام	روابط مجموعات الواتساب
الصف الأول	الصف الأول الابتدائي
الصف الثاني	الصف الثاني الابتدائي
الصف الثالث	الصف الثالث الابتدائي
الصف الرابع	الصف الرابع الابتدائي
الصف الخامس	الصف الخامس الابتدائي
الصف السادس	الصف السادس الابتدائي
الصف الأول متوسط	الصف الأول متوسط
الصف الثاني متوسط	الصف الثاني متوسط
الصف الثالث متوسط	الصف الثالث متوسط
الصف الأول الثانوي	الصف الأول الثانوي
الصف الثاني الثانوي الأدبي	الصف الثاني الثانوي العلمي
الصف الثاني الثانوي العلمي	الصف الثاني الثانوي الأدبي
الصف الثالث الثانوي الأدبي	الصف الثالث الثانوي العلمي
الصف الثالث الثانوي العلمي	الصف الثالث الثانوي الأدبي
المناهج السعودية	مجموعة أخبار التربية

www.almanahj.com/sa

الفصل ٦: حالات المادة

تجربة استهلالية

ص ٤٥

التحليل

١. متوسط زمن سقوط الكرة في الماء أقل من متوسط زمن سقوط الكرة في الزيت النباتي.

٢. يقل متوسط الزمن كلما كان السائل انسيابيًا أكثر.

استقصاء

بزيادة درجة الحرارة تزيد سرعة الكرة المتحركة في السائل.

التجربة:

- املأ مخبارًا مدرجًا بـ 100 ml من دبس السكر السميك.

- ثبت بمساعدة زميلك مسطرة رأسيًا إزاء المخبار، ثم أسقط كرة زجاجية صغيرة من النقطة المحددة على المسطرة فوق سطح السائل. استعن بساعة الإيقاف لحساب الزمن الذي تستغرقه حتى تصل إلى قاع المخبار. وسجل هذا الزمن في جدول البيانات.

- كرر الخطوتين ٢و٣ مرتين أخريين، وذلك بإسقاط الكرة من الارتفاع نفسه في كل مرة، ثم احسب متوسط زمن وصول الكرة إلى القاع في المحاولات الثلاث.

- سخّن 100 ml من دبس السكر مأخوذ من نفس الوعاء، ثم كرر نفس الخطوات السابقة، وقارن بين النتائج.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩- ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

١ـ ٦: الغازات

ص ٤٧

الشكل ٢ـ ٦

لا تتأثر جسيمات الغاز بأي قوى تجاذب أو تنافر لأنها متباعدة، وفي التصادم المرن لا تُفقد الطاقة الحركية، ولكنها تنتقل بين الجسيمات المتصادمة.

ص ٤٨

الشكل ٣ـ ٦

كلما قل حجم كتلة معينة من الغاز كلما زادت كثافة جسيماته.

ص ٤٩

ماذا قرأت؟

تنتشر الجسيمات الخفيفة أسرع من الثقيلة، وذلك لأنها تحتاج إلى طاقة أقل للحركة.

مسائل تدريبية

١ـ

المطلوب: نسبة معدل التدفق للـ N_2 و Ne.

الحل:

$$\text{نسبة معدل الانتشار} = \frac{\text{معدل انتشار } N_2}{\text{معدل انتشار Ne}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ Ne}}{\text{الكتلة المولية لـ } N_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{20.180\ \text{g/mol}}{28.014\ \text{g/mol}}} = 0.849$$

٢ـ

المطلوب: نسبة معدل التدفق للـ CO_2 و CO.

الحل:

$$\text{نسبة معدل الانتشار} = \frac{\text{معدل انتشار CO}}{\text{معدل انتشار } CO_2} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ } CO_2}{\text{الكتلة المولية لـ CO}}}$$

$$= \sqrt{\frac{44.009\ \text{g/mol}}{28.01\ \text{g/mol}}} = 1.25$$

٣ـ

$$\frac{\text{معدل انتشار الغاز 1}}{\text{معدل انتشار الغاز 2}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{\text{الكتلة المولية للغاز 1}}}$$

$$\frac{3.6\ \text{mol/min}}{\text{معدل انتشار الغاز 2}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{\text{الكتلة المولية للغاز 1}}}$$

معدل انتشار الغاز ٢ $\times \sqrt{2} = 3.6\ \text{mol/min}$

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩ـ ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

معدل انتشار الغاز ٢ = 2.5 mol/min

ص ٥٠

الشكل ٤ - ٦

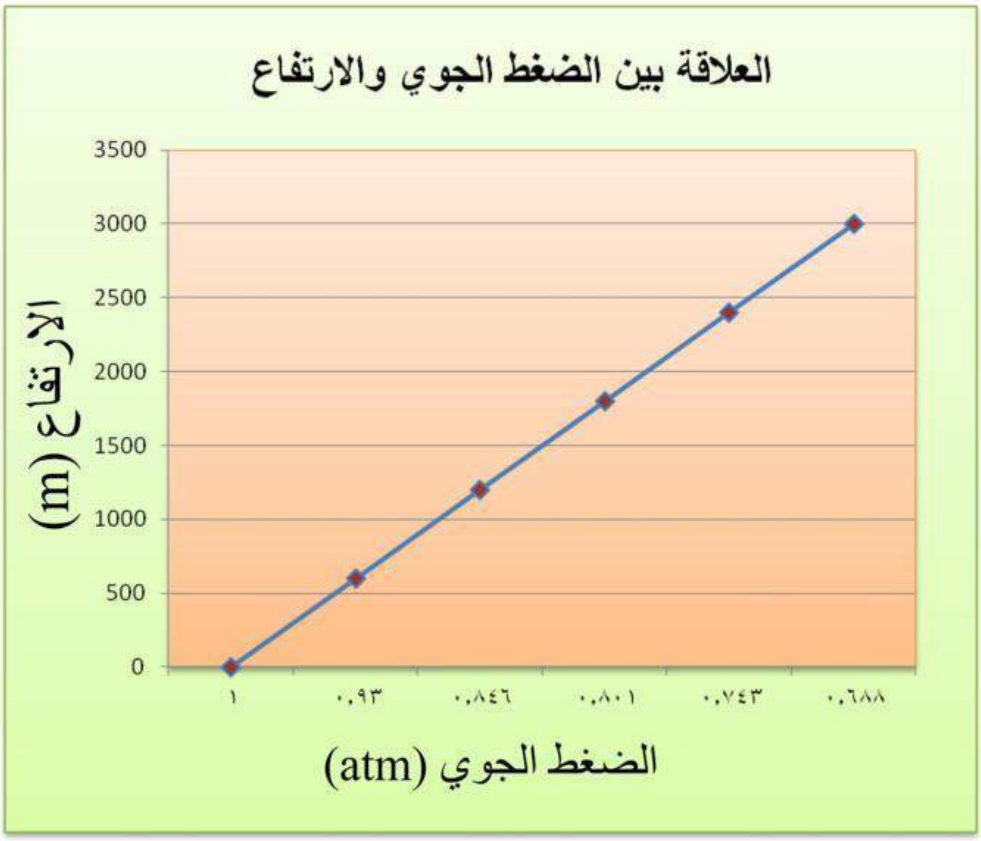
عند الكعب؛ لأن مساحته الملامسة للأرض صغيرة فتتركز عندها قوة الضغط.

ص ٥٢

مختبر تحليل البيانات

التفكير الناقد

١.



٢. 20m

٣. يرتبط الزمن الآمن للبقاء تحت الماء مباشرة بعمق الغوص وإذا لم تكن على علم ومعرفة بعمق الغطس فلا يمكنك تحديد الزمن الآمن للبقاء عند عمق معين.

ص ٥٣

يكون لهما نفس الضغط لأن لهما نفس العدد من المولات ونفس درجة الحرارة.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩ - ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ - ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

ص ٥٤
مسائل تدريبية

٤.

المعطيات:

$P_{total} = 600\ mm\ Hg$

$P_{He} = 439\ mm\ Hg$

المطلوب: P_{H_2}

الحل:

$P_{total} = P_{H_2} + P_{He}$

$P_{H_2} = P_{total} - P_{He}$

$= 600\ mm\ Hg - 439\ mm\ Hg$

$= 161\ mm\ Hg$

٥.

P_{total} = مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة للخليط

$= 5.00\ KPa + 4.56\ KPa + 3.02\ KPa + 1.20\ KPa$

$= 13.78\ KPa$

٦.

P_{total} = مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة للخليط

$P_{CO_2} = 30.4\ KPa - 16.5\ KPa - 3.7\ KPa$

$= 10.2\ KPa$

٧.

الضغط الجزئي لـ N_2 في الهواء = نسبة الـ N_2 في الهواء × الضغط الجوي

$= ٠.٧٨ \times 760\ mm\ Hg$

$= 592.8\ mm\ Hg$

الضغط الجزئي لـ O_2 في الهواء = نسبة الـ O_2 في الهواء × الضغط الجوي

$= 760\ mm\ Hg \times 0.21$

$= 159.6\ mm\ Hg$

الضغط الجزئي لـ Ar في الهواء = نسبة الـ Ar في الهواء × الضغط الجوي

$= 760\ mm\ Hg \times 0.01$

$= 7.6\ mm\ Hg$

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩ـ ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

ص ٥٥
الشكل ٨ـ ٦

$P_{total} = 100.0\ KPa$
$P_{H_2O} = 2.3\ KPa$
$P_{H_2} = ?$
$P_{total} = P_{H_2O} + P_{H_2}$
$P_{H_2} = P_{total} - P_{H_2O}$
$= 100.0\ KPa - 2.3\ KPa$
$= 97.7\ KPa$

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩ـ ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

التقويم ١ - ٦

ص ٥٥

٨. الغازات جميعها تتكون من جسيمات، هذه الجسيمات لها طاقة حركية، فهي تتحرك بصفة مستمرة وعشوائية وتتصادم التصادم المرن.

٩. تعتمد سرعة الانتشار بالدرجة الأولى على كتلة الجسيمات، حيث تنتشر الجسيمات الخفيفة أسرع من الثقيلة.

١٠. يقاس الضغط الجوي بالبارومتر، بينما يقاس ضغط الغاز المحصور بالمانومتر.

البارومتر: صمم تورشيلي البارومتر، حيث ملأ أنبوبًا زجاجيًا رفيعًا مغلقًا من أحد طرفيه بالزئبق، وأغلق الطرف المفتوح بإبهامه لكيلا يسمح للهواء بالدخول، ثم نكس الأنبوب فوق حوض مملوء من الزئبق، ولاحظ انخفاض عمود الزئبق في الأنبوب. ويحدد ارتفاع الزئبق قوتين، إحداهما الجاذبية الأرضية المؤثرة في الزئبق بقوة ثابتة إلى أسفل، والأخرى القوة المعارضة للجاذبية لأعلى، وتكون بفعل الهواء الضاغط على سطح الزئبق إلى أسفل.

المانومتر: يتكون من دورق متصل بأنبوب على شكل U مملوء بالزئبق، وعند فتح الصمام الفاصل بين الدورق المراد قياس ضغط الغاز فيه وبين الأنبوب تنتشر جسيمات الغاز من الدورق إلى الأنبوب، وتعمل الجسيمات المتدفقة على دفع الزئبق إلى أسفل الأنبوب. ويتم إيجاد ضغط الغاز في الدورق عن طريق حساب الفرق في ارتفاع مستوى الزئبق في طرفي الأنبوب.

١١. لأن كثافة الغاز أقل من كثافة الماء فيتصاعد إلى الأعلى، وفي حالة عدم تنكيس الإناء يتصاعد الغاز ويتسرب من الوعاء.

١٢.

$$P_{total} = P_1 + P_2$$

$$P_2 = P_{total} - P_1$$

$$= 1.20\ atm - 0.75\ atm$$

$$= 0.450\ atm$$

١٣. نعم، بزيادة درجة الحرارة يزيد معدل انتشار الغاز؛ حيث تزيد الطاقة الحركية لجسيمات الغاز بزيادة درجة الحرارة مما يزيد من سرعة انتشارها.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩- ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ - ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

٢ - ٦: قوى التجاذب

ص ٥٧

الشكل ٩- ٦

δ+: شحنة موجبة جزئية.

δ-: شحنة سالبة جزئية.

ماذا قرأت؟

تنشأ قوى التشتت عن إزاحة مؤقتة في كثافة الإلكترونات في السحب الإلكترونية.

ص ٥٨

الشكل ١٠- ٦

قوى ثنائية القطبية.

ماذا قرأت؟

يوجد عنصر الأستاتين At في الحالة الصلبة عند درجة حرارة الغرفة، لأن قوى التشتت بين جزيئاته كبيرة، فالحجم الذري له أكبر من اليود وبالتالي عدد الإلكترونات به أكثر، مما يؤدي إلى تقارب جسيماته وتكوين مادة صلبة.

ص ٥٩

ماذا قرأت؟

- **كلاهما قوى بين جزيئية.**
- **قوى التشتت تنشأ عن إزاحة مؤقتة في كثافة الإلكترونات في السحب الإلكترونية، أي أنها تنشأ بين جزيئين لهما قطبية مؤقتة، في حين تنشأ القوى ثنائية القطبية عن التجاذب بين جزيئين لهما قطبية دائمة.**

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩- ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

التقويم ٢ - ٦

ص ٦٠

١٤. تحدد القوى بين الجزيئية حالة المادة عند درجة حرارة معينة،فالمادة الصلبة يكون بين جزيئاتها قوى بين جزيئية كبيرة، والمادة السائلة تكون هذه القوى أضعف، أما المادة الغازية تكون القوى بين الجزيئية لا تذكر.

١٥.

القوى بين الجزيئية: هي قوى بينية تربط بين جسيمات المادة ومن أنواعها: قوى التشتت، والثنائية القطبية، والروابط الهيدروجينية.

القوى الجزيئية: هي قوى التجاذب التي تربط بين جسيمات المادة بروابط أيونية أو تساهمية أو فلزية.

١٦.

a. H_2: قوى تشتت فقط لأن جزيء الهيدروجين غير قطبي.

b. H_2S: قوى تشتت، وقوى ثنائية القطبية.

c. HCl: قوى التشتت متفوقة على القوى الثنائية القطبية.

d. HF: يستطيع تكوين روابط هيدروجينية. لأن المركب يحتوي على ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة F وهي ذات كهروسالبية كافية لجعل ذرة الهيدروجين ذات شحنة جزئية موجبة، وكذلك فإن ذرة الـ F صغيرة بقدر يسمح لأزواج الإلكترونات غير المرتبطة فيها بالاقتراب من ذرات الهيدروجين في جزيء آخر.

١٧. زيادة عدد الروابط في المركب يزيد من قوى التشتت بسبب زيادة عدد الإلكترونات، لذلك نجد CH_4 في الحالة الغازية عند درجة حرارة الغرفة، بينما يكون C_8H_{18} في الحالة السائلة.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩- ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

٣ - ٦: المواد السائلة والمواد الصلبة

ص ٦١
الشكل ١٢ -٦
بسبب تساوي الضغط والجاذبية الأرضية لكل الأنابيب.
ص ٦٣
الشكل ١٥ -٦
٤ روابط هيدروجينية.
ص ٦٤
ماذا قرأت؟
حتى يقلل من احتكاك الأجزاء المتحركة فيه.
ص ٦٥
الشكل ١٧ -٦
لأن قوى التلاصق بين جسيمات الماء وثاني أكسيد السيليكون أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء، لذا يرتفع الماء على طول الأنابيب الأسطوانية. وهذه القوى في الأنابيب ذات القطر الصغير أكبر منها في الأنابيب ذات القطر الأكبر.
ص ٦٦
ماذا قرأت؟
لأن كثافة الماء في حالة الصلابة أقل من كثافته في حالة السيولة، فعندما يتجمد الماء يكوِّن كل جزيء ماء أربع روابط هيدروجينية مع أربعة جسيمات متجاورة، ونتيجة لذلك تكون جسيمات الماء في الثلج أقل تقاربًا من بعض مما في الماء السائل.
ص ٦٩
ماذا تجربة
تحليل النتائج
١.
كل من المكعب والمعيني له ثلاث محاور متساوية الطول.
وجه الاختلاف:
في المكعب جميع الزوايا متساوية وتساوي ٩٠°: $\alpha = \beta = \gamma = 90^{\circ}$
في المعيني جميع الزوايا متساوية ولا تساوي ٩٠°: $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^{\circ}$
٢. رباعي الأوجه.
٣. المعين، وثلاثي الميل، وأحادي الميل.
٤. ليست منتظمة تماما حيث يمكن أن تتأثر بقوى وظروف خارجية.
ماذا قرأت؟

من أهم خصائص الفلزات المُستخدمة في صناعة المجوهرات قابليتها للطرق والسحب، حيث يمكن طرقها في صورة صفائح رقيقة يمكن تشكيلها لتستخدم في التصاميم الزخرفية المختلفة. ويمكن سحبها حتى تُستخدم في صناعة الأقراط والعقود والسلاسل.

التقويم ٣ - ٦

ص ٧٠

١٨. هناك نظام في حالة الصلابة أكثر منه في حالة السيولة، حيث تكون جسيمات المادة الصلبة عمومًا قريبة من بعضها البعض بسبب وجود قوى تجاذب قوية بين جسيماتها، في حين تكون هذه القوى أقل في حالة السيولة.

١٩.
- نوع القوى بين الجزيئية.
- حجم الجزيئات وشكلها.
- درجة الحرارة.

٢٠. للماء توتر سطحي عالٍ، يجعل جسيمات الأوساخ غير قادرة على اختراق سطح قطرات الماء. ولكن عند استخدام المنظفات والصابون مع الماء يقل التوتر السطحي للماء بتكسير الروابط الهيدروجينية بين جزيئاته، وعندها ينتشر الماء ويحمل الأوساخ بعيدًا.

٢١.
وحدة البناء: هي أصغر ترتيب للذرات في الشبكة البلورية يحمل التماثل نفسه.
الشبكة البلورية: مجسم ثلاثي الأبعاد يبين ترتيب الجسيمات، وكل أيون موجب فيه يحاط بعدد من الأيونات السالبة، وكل أيون سالب يحاط بعدد من الأيونات الموجبة ويعتمد شكل البلورة على حجم الأيونات وعددها.

٢٢.
المواد الصلبة الجزيئية:
- ترتبط الجسيمات في هذه المواد إما بوساطة قوى التشتت، أو القوى الثنائية القطبية أو الروابط الهيدروجينية.
- خصائصها: متوسطة اللين، تتفاوت درجات الانصهار بين المنخفضة والمرتفعة نسبيًا، رديئة التوصيل.

المواد الصلبة التساهمية الشبكية:
- ترتبط الذرات بروابط تساهمية.
- خصائصها: صلبة جدًا، درجة انصهار مرتفعة، رديئة التوصيل عادةً.

٢٣. لأن قوى التلاصق بين جسيمات الماء وثاني أكسيد السيليكون في الزجاج أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء، لذا يرتفع الماء على جدران المخبار المدرج.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩ - ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ - ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

٢٤. لأن قوى التماسك بين جسيمات الزئبق أعلى من قوى التلاصق بين جسيمات الزئبق وثاني أكسيد السيليكون في الزجاج.
٢٥. المادة الصلبة التي يتم تبريد مصهورها بسرعة كبيرة في حوض من الثلج تكون غير متبلورة، لأنها في هذه الحالة لا يُسمح للبلورات بالتكون.
٢٦. نقوم بإحضار مخبارين ونضع في أحدهما كمية من الماء ونضع في الآخر كمية متساوية من كحول أيزوبروبيل ثم نلقي في مخبار الماء حجر من على ارتفاع معين ونحسب الوقت اللازم كي يصل الحجر إلى قاع المخبار ثم نلقي بنفس الحجر مرة أخرى في مخبارالكحول من على نفس الارتفاع ثم نحدد الوقت اللازم لوصول الحجر إلى قاع المخبار. ثم نسجل الملاحظات. نستنتج أن الحجر يستغرق وقت أكبر للوصول إلى قاع مخبار كحول الأيزوبروبيل.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩- ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

٤ ـ ٦: تغيرات الحالة الفيزيائية

ص ٧١

الشكل ٢٣ ـ ٦

الانصهار والتجمد.

ص ٧٢

الشكل ٢٤ ـ ٦

تُزاح قمة المنحنى إلى اليمين، بسبب زيادة الطاقة الحركية بزيادة درجة الحرارة.

اختبار الرسم البياني

تكون الجسيمات في الحالة الغازية.

ص ٧٤

الشكل ٢٧ ـ ٦

لأن الجليد الجاف يتسامى ولا يُكوّن سائل ، بينما ينصهر الثلج مكونًا سائل يضر بالأطعمة.

ماذا قرات؟

عندما يمر الهواء المشبع ببخار الماء فوق أرض باردة أو مسطح مائي يتكاثف، ويحتاج إلى جسيمات صلبة صغيرة جدًا معلقة في الهواء تسمى نوى التكاثف حتى يتكاثف عليه. وينتج من ذلك التكاثف السحب والضباب والأمطار.

ص ٧٥

اختبار الرسم البياني

سائل.

ص ٧٦

اختبار الرسم البياني

بزيادة الضغط يتكون الماء الصلب عند درجات حرارة أقل من تلك التي يتكون عندها CO_2 بزيادة الضغط.

الشكل ٣٠ ـ ٦

يُظهر منحنى الحالة الفيزيائية لـ CO_2 أنه عند ضغط **1 atm** يتحول CO_2 من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية بارتفاع درجة الحرارة، ولا يوجد CO_2 في الحالة السائلة عند هذا الضغط.

سبب وجود نوعين من الكربون الصلب:

- عند درجة الحرارة والضغط العاديين يكون الجرافيت هو الحالة المستقرة للكربون.
- عند درجات الحرارة والضغط العاليين يكون الألماس اكثر استقرارًا.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩ـ ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

التقويم ٤ - ٦

ص ٧٦

٢٧. إضافة الطاقة يزيد الطاقة الحركية لجسيمات المادة فتضعف قوى التجاذب بين الجزيئية، وعند انتزاع الطاقة تقل الطاقة الحركية فتقرب جسيمات المادة من بعضها مكونة قوى تجاذب بين جزيئية.

٢٨.

الانصهار: عملية تحول المادة من صلب إلى سائل، وهذه العملية تحتاج إلى طاقة.

التجمد: عملية تحول المادة من سائل إلى صلب، وتنطلق طاقة في أثناء ذلك.

٢٩.

الترسب: عملية تحول المادة من غاز إلى صلب دون المرور بالحالة السائلة، وتنطلق الطاقة في أثناء ذلك.

التسامي: عملية تحول المادة الصلبة إلى غاز دون المرور بالحالة السائلة، وتُمتص طاقة أثناء ذلك.

٣٠.

التسامي: عملية تحول المادة الصلبة إلى غازية دون المرور بالحالة السائلة، وتُمتص طاقة أثناء ذلك.

التبخر: عملية تحول المادة السائلة إلى غازية،عند درجة حرارة الغرفة، وتُمتص طاقة أثناء ذلك.

٣١. يوضح حالات المادة (صلبة، سائلة، غازية) عند ضغوط ودرجات حرارة مختلفة.

٣٢.

النقطة الثلاثية: تمثل درجة الحرارة والضغط التي تكون عندها المادة في حالاتها الثلاث معًا.

النقطة الحرجة: تُمثل كلًا من الضغط ودرجة الحرارة التي لايمكن للمادة بعدها أن تكون في الحالة السائلة.

٣٣. سائل.

مختبر الكيمياء

ص ٧٨

حلل واستنتج

١. الأسيتون هو الأسرع تبخرًا، أما الماء والأمونيا فهما الأبطأ.

٢. في الأسيتون، فهو سائل غير قطبي، يتبخر بسرعة.

٣. كلما زاد التوتر السطحي كلما كان شكل القطرة كرويًا أو مقبقبًا. تزيد قوى التجاذب بين الجزيئية التوتر السطحي.

٤. يتبخر الكحول النقي أسرع من الماء لأن بين جزيئاته روابط هيدروجينية أضعف.

٥. يوجد ماء أكثر في المزيج، لأن سرعة تبخير الأمونيا مشابهة لسرعة تبخير الماء.

٦. يتبخر الإيثانول الساخن أسرع من الإيثانول عند درجة حرارة الغرفة بسبب زيادة الطاقة الحركية.

٨.

١- التأكد من جودة المواد والدوات المستخدمة.

٢- الدقة في جعل أحجام العينات متساوية.

٣- الدقة في تحديد زمن التبخر.

استقصاء

بزيادة مساحة السطح تزيد سرعة التبخر.

التجربة:

يتم اتباع نفس خطوات التجربة السابقة ولكن يتم توزيع نفس حجم القطرة من السائل على مساحة أكبر عن طريق فردها على الورقة الشمعية، ويراعى أن تكون المساحة الموزع عليها القطرة متساوية لكل العينات. ثم يتم مقارنة زمن التبخر لكل نوع من السوائل للتجربة السابقة والتجربة الحالية.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩- ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

الفصل ٦: مراجعة الفصل

ص ٨١

١ - ٦

إتقان المفاهيم

٣٤. **التصادم المرن:** تصادمات لا تُفقد من خلالها الطاقة الحركية بل تنتقل من جسيم لآخر ولكن يبقى متوسط الطاقة الحركية ثابتًا.

٣٥. بزيادة الحرارة تزداد الطاقة الحركية للجسيمات.

٣٦. تسمح حركة الجسيمات الدائمة للغاز أن يتمدد حتى يملأ الوعاء الذي يحتويه، وعند تقليل الحجم المحصور فيه الغاز فإنه ينضغط؛ حيث تسمح الفراغات بين جسيمات الغاز بإنضغاطه فتقترب جسيماته من بعضها.

٣٧.

فروض نظرية الحركة الجزيئية:

- **حجم الغاز:** تتكون الغازات من جسيمات ذات حجوم صغيرة جدًا مقارنة بحجوم الفراغات التي تفصل بينها، كما أنها متباعدة، لذلك تنعدم قوى التجاذب والتنافر فيما بينها.

حركة الجسيمات: حركة جسيمات الغاز مستمرة وعشوائية، وتتحرك في خط مستقيم حتى تصطدم بجسيمات أخرى أو بجدار الوعاء الذي توجد فيه، وتعد التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة.

٣٨.

- الغازات لها كثافة منخفضة.
- لها قابلية للتمدد والانضغاط.
- لها قابلية للانتشار والتدفق.

٣٩.

- كلاهما حركة جسيمات الغاز، فالانتشار حركة تداخل المواد معًا، أما التدفق فهو عملية ذات صلة بالانتشار، ويحدث عندما يخرج الغاز من خلال ثقب صغير.
- يتناسب معدل سرعة انتشار أو تدفق الغاز عكسيًا مع الجذر التربيعي للكتلة المولية له.

٤٠. تقل الكثافة، بسبب زيادة الحجم؛ حيث تتباعد جسيمات الغاز عن بعضها.

٤١.

- بسبب اختلاف ضغط الهواء في المناطق المرتفعة عنها في المنخفضة نتيجة اختلاف الارتفاع.
- من المتوقع أن يكون الزمن اللازم لعمل الخبز أطول عند الارتفاعات العالية؛ لأنه بانخفض الضغط تنخفض درجة الحرارة مما يزيد من زمن طهي الطعام.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩- ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

إتقان المسائل

٤٢.

$$\frac{\text{معدل انتشار الـ He}}{\text{معدل انتشار الغاز 2}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{\text{الكتلة المولية للـ He}}}$$

$$\frac{\text{معدل انتشار الـ He}}{(\text{معدل انتشار الـ He}) \times \frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{4.003\ \text{g/mol}}}$$

$$\text{الكتلة المولية للغاز ٢} = 3^2 \times 4.003 = 36.027\ \text{g/mol}$$

٤٣.

$$\text{نسبة معدل الانتشار} = \frac{\text{معدل انتشار Kr}}{\text{معدل انتشار Ne}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ Ne}}{\text{الكتلة المولية لـ Kr}}}$$

$$= \sqrt{\frac{20.180\ \text{g/mol}}{83.798\ \text{g/mol}}} = 0.491$$

٤٤.

$$\frac{\text{معدل انتشار الـ } O_2}{\text{معدل انتشار الغاز 2}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{\text{الكتلة المولية للـ } O_2}}$$

$$\frac{\text{معدل انتشار الـ } O_2}{(\text{معدل انتشار الـ } O_2) \times 3} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية للغاز 2}}{15.999\ \text{g/mol}}}$$

$$\text{الكتلة المولية للغاز ٢} = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \times 15.999\ \text{g/mol}$$

$$= 1.778\ \text{g/mol}$$

٤٥.

متروك للطالب.

٤٦.

$$P_{total} = P_{O_2} + P_{H_2O}$$

$$= 0.41\ \text{atm} + 0.58\ \text{atm}$$

$$= 0.990\ \text{atm}$$

٤٧.

$$33.6\ \text{KPa} = \frac{1\ \text{atm}}{101.3\ \text{KPa}} \times 33.6\ \text{KPa} = 0.332\ \text{atm}$$

الضغط عند قمة إفرست هو ثلث الضغط عند سطح البحر.

٤٨.

$$84.0\ \text{KPa} = \frac{1\ \text{atm}}{101.3\ \text{KPa}} \times 84.0\ \text{KPa} = 0.829\ \text{atm}$$

$$84.0\ \text{KPa} = \frac{7.501\ \text{torr}}{1\ \text{KPa}} \times 84.0\ \text{KPa} = 630.084\ \text{torr}$$

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩ـ ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

٤٩.

$$8.4\ atm = \frac{101.3\ KPa}{1\ atm} \times 8.4\ atm = 850.92\ atm$$

$$8.4\ atm = \frac{760\ mm\ Hg}{1\ atm} \times 8.4\ atm = 6384\ atm$$

٥٠. ينتشر الغازان أحدهما في الآخر حتى يصبح تركيب الخليط ثابت في الدورقين.

٦ ـ ٢

إتقان المفاهيم

٥١.

القطبية المؤقتة: تنشأ عن إزاحة مؤقتة في كثافة الإلكترونات في السحب الإلكترونية، فعندما يقترب جزيئان أحدهما من الآخر ـ ولاسيما عند تصادمهما ـ فإن السحب الإلكترونية لأحدهما تتنافر مع السحب الإلكترونية للجزيء الآخر، فتصبح كثافة الإلكترونات حول كل نواة ـ ولو للحظة ـ لكل سحابة إلكترونية أكبر في جهة عن الأخرى، فيشكل كل جزيء ثنائية قطبية مؤقتة.

القطبية الدائمة: تكون بعض المناطق في الجزيء سالبة جزئيًا دائمًا، وبعضها الآخر موجبًا جزئيًا دائمًا.

٥٢. لأن قوى التشتت تعتمد على أقطاب مؤقتة، بينما تعتمد القوى الثنائية القطبية على أقطاب دائمة.

ص ٨٢

٥٣. في الروابط الهيدروجينية يكون فرق السالبية الكهربائية كبير بين الذرتين المرتبطتين، مما يجعل قوى التجاذب بينهما يكون أكبر من تلك المتكونة في حالة قوى التشتت أو القوى الثنائية القطبية.

٥٤.

- القوى بين الجزيئية: هي قوى بينية تربط بين جسيمات المادة ومن أنواعها: قوى التشتت، والثنائية القطبية، والروابط الهيدروجينية.
- القوى الجزيئية: هي قوى التجاذب التي تربط بين جسيمات المادة بروابط أيونية أو تساهمية أو فلزية.
- القوى بين الجزيئية كلها أضعف من القوى الجزيئية.

٥٥. لأن الجزيئات الطويلة لها مساحة سطح أكبر، لذا تزداد قوى التجاذب بين الجزيئية.

إتقان المسائل

٥٦.

a. HF

الطرف الموجب: H^+

الطرف السالب: F^-

b. HBr

الطرف الموجب: H^+
الطرف السالب: Br^-

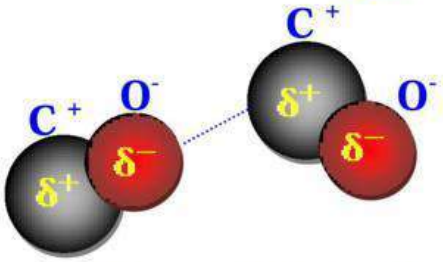
c. NO

الطرف الموجب: N^+
الطرف السالب: O^-

d. CO

الطرف الموجب: C^+
الطرف السالب: O^-

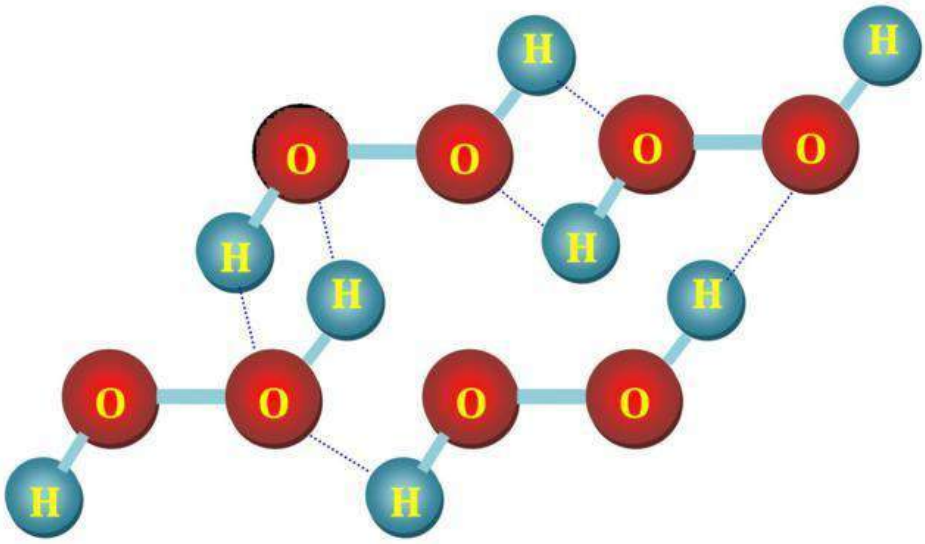
٥٧.



٥٨. جميعها تكون روابط هيدروجينية.

٥٩.

c. H_2O_2 يكون روابط هيدروجينية.



٦ ـ ٣
إتقان المفاهيم

٦٠.
التوتر السطحي: هو الطاقة اللازمة لزيادة مساحة سطح السائل بمقدار معين.
لحدوث التوتر السطحي لابد من وجود قوى تجاذب قوية بين جزيئات السائل.

٦١. لأن قوى التلاصق بين جسيمات الماء وثاني أكسيد السيليكون في الزجاج أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء، لذا يرتفع الماء على جدران المخبار المدرج.

٦٢. الدبس أكثر لزوجة من الماء عند درجة حرارة الغرفة، لأن قوى التجاذب بين جزيئاته يُبطئ من حركته.

٦٣. قوى التلاصق بين جسيمات الماء وثاني أكسيد السيليكون في الأنابيب أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء، لذا يرتفع الماء على طول الأنابيب الشعرية.

٦٤.
المكعب: أطوال أضلاعه متساوية، وكذلك زواياه جميعها= 90^o.
أحادي الميل: أطوال أضلاعه غير متساوية، وله زاويتان متساويتان α & γ كل منهما= 90^o أما الزاوية الثالثة β فهي مختلفة.
سداسي الأوجه: له ضلعان متساويان في الطول a & b، وضلع مختلف c.
وزاويتان متساويتان β & α كل منهما= 90^o، والزاوية الثالثة γ= 120^o.

٦٥.
المواد الصلبة التساهمية الشبكية:
- ترتبط الذرات بروابط تساهمية.
- خصائصها: صلبة جدًا، درجة انصهار مرتفعة، رديئة التوصيل عادةً.

المواد الصلبة الأيونية:
- ترتبط أيوناتها بروابط أيونية.
- خصائصها: صلبة، هشة، درجة انصهار مرتفعة، رديئة التوصيل.

٦٦. الفلزات الصلبة تتكون من أيونات موجبة محاطة ببحر من الإلكترونات المتحركة، وتجعل هذه الإلكترونات المتحركة الفلزات قابلة للطرق والسحب، وعند تسليط قوة على الفلز تتحرك الإلكترونات لتجعل الأيونات مترابطة في مواقعها الجديدة. بينما عند طرق البلورة الأيونية تُزاح الأيونات الموجبة والسالبة من مواقعها، مما يؤدي إلى تنافر بين الشحنات المتشابهة وإلى تكسر البلورة.

٦٧. المواد الفلزية، مصهورات ومحاليل المواد الأيونية.

٦٨. كلما كانت قوى التجاذب قوية بين جسيمات المادة كلما زادت لزوجتها.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩ـ ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

٦٩. لأنه يوجد بين جسيمات الماء روابط هيدروجينية قوية ينشأ عنها توتر سطحي عالٍ، بينما ترتبط جسيمات الجازولين غير القطبية بقوى تشتت ضعيفة ينشأ عنها توتر سطحي منخفض.

٧٠.

a. ٨ جسيمات.

b. ٩ جسيمات.

٧١. المادة الصلبة التي يتم تبريد مصهورها بسرعة كبيرة في حوض من الثلج تكون غير متبلورة، لأنها في هذه الحالة لا يُسمح للبلورات بالتكون.

٧٢. الملح لأنه يتأين في الماء إلى أيونات موجبة وسالبة.

٧٣. لأن كثافة الماء في حالة الصلابة أقل من كثافته في حالة السيولة، فعندما يتجمد الماء يكوِّن كل جزيء ماء أربع روابط هيدروجينية مع أربعة جسيمات متجاورة، ونتيجة لذلك تكون جسيمات الماء في الثلج أقل تقاربًا من بعض مما في الماء السائل. بينما البنزين الصلب أكثر كثافة من البنزين السائل لذلك يغرق مكعب البنزين الصلب في البنزين السائل.

سلوك البنزين طبيعي أكثر لأن جسيمات المادة الصلبة عمومًا بعضها قريب من بعض أكثر مما عليه في الحالة السائلة.

ص ٨٣

إتقان المسائل

٧٤.

a. مكعب.

b. أحادي الميل.

c. رباعي الأوجه.

d. سداسي الأوجه.

٤ - ٦

إتقان المفاهيم

٧٥.

الترسب والتسامي عمليتان متعاكستان.

الترسب: عملية تحول المادة من غاز إلى صلب دون المرور بالحالة السائلة، وتنطلق الطاقة في أثناء ذلك.

التسامي: عملية تحول المادة الصلبة إلى غاز دون المرور بالحالة السائلة، وتُمتص طاقة أثناء ذلك.

٧٦.

التبخر: عملية تحول المادة السائلة إلى غازية،عند درجة حرارة الغرفة، وتُمتص طاقة أثناء ذلك.

الغليان: عملية تحول المادة السائلة إلى غازية،عندما يتساوى ضغط بخار السائل مع الضغط الخارجي أو الضغط الجوي، وتُمتص طاقة أثناء ذلك.

٧٧.
درجة الانصهار: الدرجة التي تتكسر عندها القوى التي تربط بين البلورات في الشبكة البلورية للمادة البلورية فتتحول من الصلب إلى سائل.
٧٨. عند درجة الغليان يتساوى ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي.
٧٩. يحمل الهواء الجوي بخار الماء، وعندما يصطدم بجسم درجة حرارته أقل منه مثل زجاج النافذة يفقد جزءًا من طاقته و يتكثف مُكونًا قطرات الندى.
٨٠. يتسامى بعض الثلج.

إتقان المسائل

٨١.

٨٢. لا يحتاج الانصهار إلى طاقة كبيرة لأن الجسيمات في المادة الصلبة يجب ألا تتحرك بعيدة بعضها عن بعض أو تكتسب حركة أكبر لتكوين السائل. أما عند الغليان فإن الجزيئات تتحرك وتبتعد عن بعضها لذلك تحتاج إلى طاقة أكبر.

مراجعة عامة

٨٣. تصنف الغازات والسوائل على أنها موائع؛ بسبب قابليتها للانسياب والانتشار، حيث تتماسك الجسيمات في الحالة السائلة والغازية بقوى تجاذب أضعف من تلك في الحالة الصلبة.
٨٤. جزيئات الأكسجين غير قطبية، والقوى الوحيدة التي تربط بين جزيئاته هي قوى التشتت الضعيفة، لذا يكون الأكسجين في الحالة الغازية، بينما يوجد بين جزيئات الماء روابط هيدروجينية وهي أقوى من قوى التشتت، لذا تتجاذب جزيئات الماء بقوة أكبر وتقترب من بعضها مكونة الحالة السائلة.
٨٥. تتكون الغازات من جسيمات ذات حجوم صغيرة جدًا مقارنة بحجوم الفراغات التي تفصل بينها، كما أنها متباعدة، وعند تقليل الحجم المحصور فيه الغاز فإنه ينضغط؛ حيث تسمح الفراغات بين جسيمات الغاز بإنضغاطه فتقترب جسيماته من بعضها. أما في حالة المواد السائلة والصلبة فإن المسافات بين الجسيمات تكون متقاربة فلا تتأثر بالانضغاط.
٨٦. لأن ذرات الزئبق ترتبط معا بروابط فلزية أقوى من الروابط الهيدروجينية التي تربط جزيئات الماء معًا ولذلك فإن ذرات الزئبق متراصة أكثر بعضها فوق بعض مما ينتج عنه كتلة أكبر في وحدة الحجم.
٨٧. الوعاء الذي يوجد فيه ضعف الضغط به ضعف العدد من الجسيمات.
٨٨. قوى التشتت، والقوى الثنائية القطبية، والروابط الهيدروجينية.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩ـ ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com

٨٩. لا، ليس هذا التغير تجمد فالتغير الوحيد في الحالة الفيزيائية الذي يحدث هو تبخر الماء السائل لتكوين بخار الماء ويظل السكر دائما في الحالة الصلبة حتى عند عدم رؤيته تصبح البلورات كبيرة بدرجة كافية مع الزمن لرؤيتها بالعين المجردة.

ص ٨٤

٩٠.

$$1\ atm = 760\ torr$$

a. 100 °C

b. 78.5 °C

c.

$$0.80\ atm = \frac{760\ torr}{1\ atm} \times 0.80\ atm = 608\ torr$$

94 °C

٩١.

a. المواد الصلبة الجزيئية.

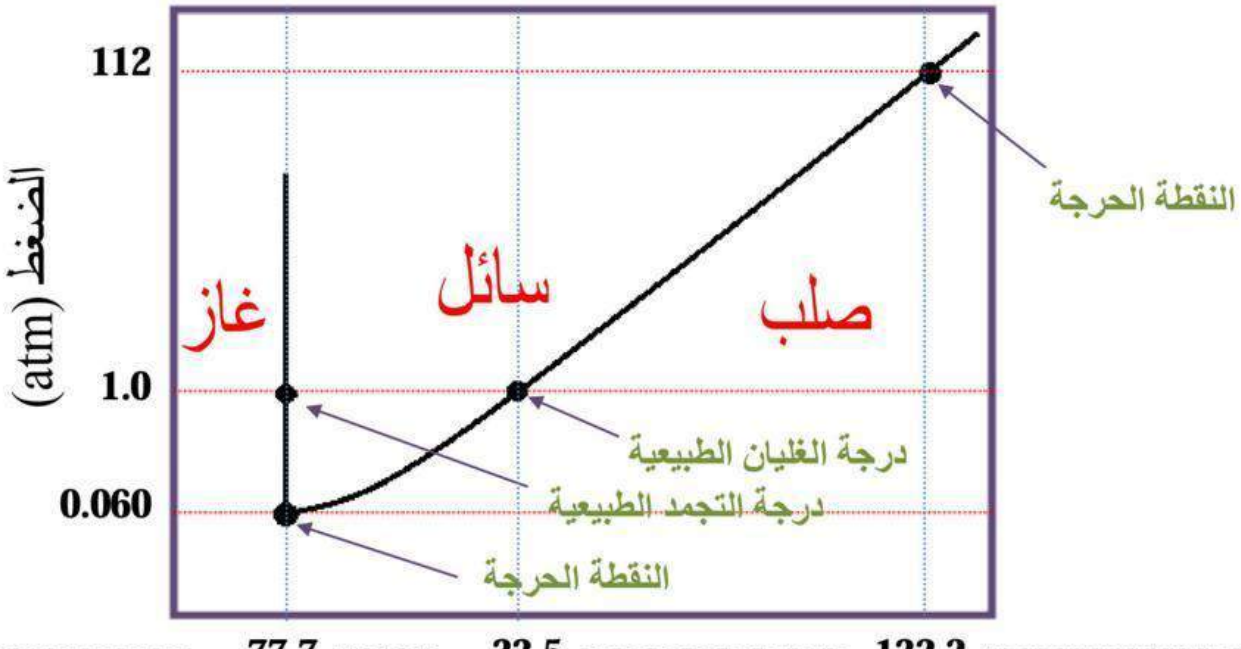
b. المواد الصلبة الفلزية.

c. المواد الصلبة الأيونية.

d. المواد الصلبة التساهمية الشبكية.

٩٢. ينتج ضاغط الهواء الطاقة بصورة سريعة لأن الغازات يمكن ضغطها بسهولة بينما تتضمن الأنظمة الهيدروليكية السوائل التي لا يمكن ضغطها بهذه السهولة وهي أكثر فائدة لإنتاج طاقة ثابتة ببطء.

٩٣.



مكتبة ابن سينا بجده (ب ٢٥٢٠٩٦٦ - ٨ ٠٥٤٢٣٩٣٩٠٧ - ٠٥٥٠٥٦٩)
a.com

٩٤. تُستهلك الطاقة الحرارية في إضعاف الروابط بين الجسيمات حتى تنصهر المادة تمامًا.

٩٥. الإنتشار حيث حدث تداخل بين جسيمات العطر وجسيمات الهواء.

٩٦.

a. كثافة غاز البروم أعلى من كثافة الهواء.

b. ينتشر البروم السائل أقل سرعة من البروم الغاز.

٩٧. NH_3 يستطيع تكوين روابط هيدروجينية مع الماء، بينما لا يُكون CH_4 هذه الروابط، بل يُكون قوى تشتت ضعيفة فقط، لذلك NH_3 أكثر ذائبية في الماء.

٩٨.

تُنتج طاقة: التجمد، التكثف، الترسب.

تستهلك طاقة: الإنصهار، الغليان، التسامي.

٩٩. درجة حرارة أعلى من 31.1 °C، وضغط أعلى من 73 bar.

ص ٨٥

مسألة تحدٍ

١٠٠.

المعطيات:

كتلة KBr = 135.2 g

حجم H_2O = 2.3 L

المطلوب:

- حجم المحلول المستخدم لتحضير محلول حجمه 1.5L وتركيزه 0.1 mol/L من محلول KBr السابق.

الحل:

حساب كتلة KBr في 1L من محلول KBr المراد تحضيره.

$$\text{عدد المولات} = \text{الكتلة (g)} \times \frac{1\ \text{mol}}{\text{الكتلة المولية (g)}}$$

عدد مولات KBr في 1L من المحلول المراد تحضيره = 0.1 mol

$$\text{الكتلة (g)} = \text{عدد المولات} \times \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1\ \text{mol}}$$

كتلة KBr (g) في 1L من المحلول المراد تحضيره $= 0.1\ \text{mol} \times \frac{119.002\ \text{g}}{1\ \text{mol}}$

$= 11.9002\ \text{g}.$

حساب كتلة KBr في 1.5 L من محلول KBr المراد تحضيره

كتلة KBr	حجم المحلول
11.9002 g	1 L
?	1.5 L

كتلة KBr = 17.8503 g.

= النسبة بين كتلة KBr في المحلول المراد تحضيره وكتلته في المحلول الأول

$$\frac{17.8503\ g}{135.2\ g} = 0.132.$$

حجم المحلول المستخدم (L) = حجم المحلول الأول (L) × 0.132

= 0.132 × 2.3 L

= 0.3037 L

= 303.7 ml

مراجعة تراكمية:

١٠١.

a. مخلوط متجانس.

b. مخلوط غير متجانس.

c. مركب.

d. مركب.

e. مركب.

١٠٢. يتم اختبار توصيل المحلولين للتيار الكهربائي، فالمحلول الأيوني موصل للكهرباء، والمحلول التساهمي غير موصل.

١٠٣.

b. الكيمياء الفيزيائية.

١٠٤.

b. إحلال مزدوج.

١٠٥.

a. ديمتري مندليف.

تقويم إضافي

أسئلة المستندات

١٠٩. اليود مركب غير قطبي، بين جزيئاته قوى تشتت ضعيفة، لذا يكون من السهل تفكك هذه القوى وتحول اليود مباشرة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية.

١١٠. ينصهر اليود الصلب عند 112.9°C ويغلي عند د رجة 183.0° C وضغطه البخاري هو 100 mmHg عند درجة حرارة ،116.5°C، وعند تسخينه بسرعة أو في أنبوب مغلق ينصهر، ويجب توافر ضغط بخاري مقداره 100 mmHg للسماح لليود السائل بالتكون ومنع حدوث التسامي، وفي الأوعية المفتوحة تتسامى البلورات في العادة كاملة قبل أن تنصهر.

١١١. إذا لم يكن الأنبوب مغلق بإحكام فإن بخار اليود سوف يتسرب إلى الغرفة.

١١٢. عند إمالة الأنبوب يلامس اليود الجدران التي تكون درجة حرارتها أقل منه فيفقد جزءًا من حرارته بسرعة ويتصلب، حيث يتصلب اليود عند 20°C.

اختبار مقنن

ص ٨٦

أسئلة الاختيار من متعدد

١. **c**

$$\frac{\text{معدل انتشار NO}}{\text{معدل انتشار } N_2O_4} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ } N_2O_2}{\text{الكتلة المولية لـ NO}}} = \sqrt{\frac{92.01\ g/mol}{30.006\ g/mol}} = 1.751$$

٢. **b**

٣. **b**

$$P_{total} = P_{Ne} + P_{Kr} + P_{Ar}$$

$$P_{Ar} = P_{total} - P_{Ne} - P_{Kr}$$

$$= 3.782\ atm - 0.435\ atm - 0.613\ atm$$

$$= 1.734\ atm$$

٤. **d**

٥. **d**

٦. **c**

ص ٨٧

٧. **a**

٨. **b**

أسئلة الإجابات القصيرة

٩.

١٠.

العلاقة عكسية بين طول الرابطة وطاقة الربط.

بزيادة طاقة الربط يقل طول الرابطة.

أسئلة الإجابات المفتوحة

١١.

$AlCl_3$ له شكل مثلث مسطح في حين أن PCl_3 له شكل هرمي.

يعود السبب في اختلاف أشكالهما إلى اختلاف عدد أزواج الإلكترونات غير المرتبطة ولأن للألمنيوم ٣ إلكترونات تكافؤ تستخدم جميعها في الارتباط بالكلور ولا يتبقى أي منها غير مرتبط وبذلك ينتج شكل مثلث مسطح. أما PCl_3 فله شكل هرمي لأن للفسفور 5 إلكترونات تكافؤ وتستخدم ثلاثة فقط منها في الارتباط مع ثلاث ذرات كلور مما يترك زوجا من الإلكترونات غير مرتبط ويتنافر مع الأزواج المرتبطة لتكوين شكل ثلاثي الأبعاد.

مكتبة ابن سينا بجدة (ت ٢٥٢٠٩٩٩- ٦٣٣٣٣٥٨) (ج ٠٥٠٥٦٩٨٢١٤ ـ ٠٥٤٢٣٩٣٩١٧)
WWW.ibn-sinaa.com