الفصل السابع

الكيمياء الحرارية

أولاً: أسئلة عامة (مجاب عنها)

- التغيرات الحرارية – وحدة الحرارة (السعر)
- الحرارة النوعية – السعة الحرارية – السعة الحرارية الجزيئية.
- المسعر الحراري – قياس كمية الحرارة
- حرارة التفاعل و المحتوى الحراري
- الظروف القياسية
- أنواع حرارة التفاعل
- أنواع أخرى من الحرارات
- العوامل التي تؤثر علي حرارة التفاعل
- السعة الحرارية
- قوانين الكيمياء الحرارية

ثانياً: مسائل وحلولها

ثالثاً: أسئلة عامة (غير مجاب عنها).

رابعاً: مسائل عامة (غير محلولة).

obeikandl.com

obeikandl.com

أولاً: أسئلة عامة (مجاب عنها)

التغيرات الحرارية – وحدة الحرارة (السعر)

س: تكلم عن أنواع التفاعلات الكيميائية، طبقاً للتغيرات الحرارية المصاحبة لها؟

جـ : تقسم التفاعلات الكيميائية - طبقاً للتغيرات الحرارية المصاحبة لها - إلى نوعين ، وهما :

أ- **تفاعلات طاردة للحرارة** (Exothermic reactions): وهى تلك التفاعلات التى يصاحبها انطلاق (انبعاث) كمية من الحرارة. ومن أمثلتها: اتحاد غاز الهيدروجين (H_2) مع غا النيتروجين (N_2) لتكوين غاز النوشادر (NH_3)، طبقاً للمعادلة التالية:

$$N_2\,(g) + 3\,H_2 \rightleftharpoons 2\,NH_3\,(g) + Q$$

ب- **تفاعلات ماصة للحرارة** (Endothermic reactions): وهى تلك التفاعلات التى يصاحبها امتصاص كمية من الحرارة (من الوسط المحيط). و من أمثلتها: اتحاد غاز الأكسجين (O_2) مع غاز النيتروجين لتكون أكسيد النيتريك (NO_2)، طبقاً للمعادلة:

$$N_2\,(g) + 2\,O_2 + Q \rightleftharpoons 2\,NO_2\,(g)$$

س : عرف وحدة الحرارة « السعر» ؟

جـ : السعر الحراري (الكالوري): هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء من (14.5°C) إلى (15.5°C)، ولذلك يسمى سعر الـ (15°C).

س : بماذا يهتم علم الكيمياء الحرارية؟

جـ : يهتم علم الكيمياء الحرارية بدراسة كل ما يتعلق بالحرارة المنطلقة (المنبعثة) أو الممتصة نتيجة حدوث أى تفاعل كيميائي أو تغير فيزيائى. فالكيمياء الحرارية علم يهتم بدراسة التغيرات الحرارية التى تصاحب التفاعلات الكيميائية.

الحرارة النوعية – السعة الحرارية – السعة الحرارية الجزيئية

س: عرف كل مما يأتي : الحرارة النوعية لمادة – السعة الحرارية لمادة – السعة الحرارية الجزيئية؟

جـ : الحرارة النوعية لمادة (Specific Heat): هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة

جرام واحد من المادة بمقدار درجة مئوية واحد. ويرمز لها بالرمز ($\bar{C}$).

الحرارة النوعية للماء (Specific Heat of Water): هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة. وهى قيمة ثابتة مقدارها (1 Cal. gm. °C) أو (4.184 Joule. gm.°C).

السعة الحرارية لمادة (Heat Capacity) : هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة المادة درجة مئوية واحدة. ووحداتها هى أما سعر لكل درجة حرارة (Cal/°C) أو جول لكل درجة حرارة (J/°C) ويرمز لها بالرمز «C» ويعبر عنها رياضياً بالعلاقة: $C = q/dT$.

السعة الحرارية الجزيئية (Molar Heat Capacity): هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جزئ جرامى واحد من المادة درجة مئوية واحدة عند درجة الحرارة المعطاة. ووحدة السعة الحرارية الجزيئية هى سعر/ جزئ جرام . درجة.

س: وضح العلاقة بين السعة الحرارة المادة و الحرارة النوعية لها؟

جـ : يتضح من التعريفات السابقة أن هناك علاقة بين السعة الحرارية لمادة والحرارة النوعية لها، والعلاقة بينهما توضحها المعادلة التالية:

السعة الحرارية = الحرارة النوعية x كتلة المادة

$$m \times \bar{C} = C$$

س: استنتج العلاقة بين الحرارة النوعية لمادة و كمية الحرارة الممتصة؟

جـ : من تعريف السعة الحرارية ، فإن:

$$C = q / dT$$

$$q = C. dT$$

وحيث يمكن حساب كمية الحرارة الممتصة «q» عند ارتفاع درجة حرارة كتلة من مادة ما ، بين درجة حرارة ابتدائية «t_1» ودرجة حرارة نهائية «t_2» ، فإن

$$q = C\ (t_2 - t_1)$$

ولكن ، ومن العلاقة بين السعة الحرارية «C» و الحرارة النوعية «$\bar{C}$»

$$C = \bar{C} \times m$$

وبالتعويض عن قيمة «C» فى المعادلة السابقة:

$$q = \bar{C} \times m (t_2 - t_1)$$

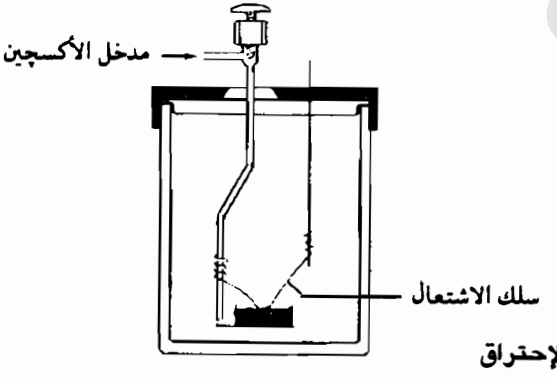
وهذه المعادلة هى الأساس الذى بنيت عليه فكرة قياس كمية الحرارة المتصة أو المنطلقة من التفاعلات الكيميائية، وذلك باستخدام جهاز خاص يعرف باسم «المسعر» (Calorimeter).

المسعر الحرارى – قياس كمية الحرارة

س : اكتب نبذة مختصرة عن المسعر الحراري (Calorimeter)؟

جـ : المسعر الحراري هو جهاز يستخدم لقياس التغيرات الحرارية (كمية الحرارة المتصة أو المنبعثة) المصاحبة للتفاعلات الكيميائية. ويتحدد نوع المسعر الحرارى المطلوب استخدامه تبعاً لنوع التفاعل الكيميائى المدروس، بمعنى إذا كان التفاعل يتم عند ضغط ثابت أو يتم عند حجم ثابت. فمثلاً، نجد أن مسعر القنبلة يستخدم لتعيين الحرارة المنطلقة أثناء عمليات الاحتراق.

ويتكون المسعر الحرارى عادة من إناء خارجى معزول عزلاً حرارياً جيداً، حتى يمنع تسرب الحرارة من داخل أو خارج هذا الإناء. وتوضع فى هذا الإناء الخارجى كتله معلومة من الماء حيث يغمر به الوعاء الذى سيتم به التفاعل. ويتم إجراء التفاعل باستخدام كميات معروفة من المواد المتفاعلة، حيث ترتفع درجة حرارة المسعر ومحتوياته من الماء نتيجة انطلاق الحرارة من التفاعل الكيميائى. ويمكن حساب كمية الحرارة المنطلقة من التفاعل بقياس الارتفاع فى درجة الحرارة و السعة الحرارية للمسعر ومحتوياته من الماء.



نموذج قنبلة الإحتراق

س : وضح – بتجربة عملية – كيفية قياس كمية الحرارة المنطلقة باستخدام مسعر القنبلة ؟

جـ: التجربة التالية توضح طريقة تعيين وحساب الحرارة المنطلقة فى تفاعل كيميائى (احتراق مادة، مثلاً).

١- توزن كمية قليلة من المادة المراد قياس حرارة احتراقها، وتوضع فى المسعر الذى يملأ بغاز الأكسجين تحت ضغط عالى.

٢- يغمر المسعر فى كمية معلومة من الماء التى توضع فى وعاء معزول عزلاً تاماً. ويستخدم مقلب (Stirrer) لجعل درجة حرارة الماء متجانسة وتعين درجة الحرارة الابتدائية للعينة« t_1 ».

٣- تبدأ عملية الاحتراق بالتسخين الكهربى (سلك كهربى) الموضوع فى المسعر.

٤- الحرارة المنطلقة من الاحتراق تؤخذ بالمسعر و مشتملاته، وتسبب زيادة فى درجة الحرارة، تصبح درجة الحرارة النهائية هى « t_2 ».

٥- يمتص الماء و المسعر الحرارة المنطلقة، وتكون السعة الحرارية الكلية للمسعر ومشتملاته هى (C_{total})، وتحسب كما يلى:

$$C_{total} = C_{H_2O} + C_{calorimeter}$$

السعة الحرارية للمسعر السعة الحرارية للماء السعة الحرارية الكلية

C_{H_2O} : السعة الحرارية للماء تحسب من كتلة الماء المستخدم و الحرارة النوعية للماء.

$C_{calorimeter}$: السعة الحرارية للمسعر تحدد بالتجربة، وتتضمن الطريقة قياس الزيادة فى حرارة المسعر بعد استخدام كمية حرارة محددة لتسخينه. والحرارة المستخدمة لهذا الغرض تأتى إما من تفاعل تنطلق منه كمية حرارة معروفة فى المسعر أو باستخدام كمية من الطاقة الكهربية المقاسة لتسخينه.

٦- كمية الحرارة المنطلقة فى التجربة « q »، تحسب من السعة الحرارية الكلية « C_{total} » ومن الزيادة فى درجة الحرارة ($t_2 - t_1$)، باستخدام المعادلة:

$$q = C_{total} \ (t_2 - t_1)$$

س : عرف حرارة التفاعل؟

جـ : تعرف حرارة التفاعل بإنها كمية الحرارة الممتصة أو المنبعثة عندما يتفاعل جزئ جرامى واحد من مادة مع جزئ جرامى واحد من مادة أخرى، من مواد تحددها معادلة التفاعل.

أو هى التغير فى الإنثالبى (ΔH) عندما يتفاعل جزئ جرامى من مادة مع جزئ جرامى من مادة أخرى، من مواد تحددها معادلة التفاعل.

س : ما هو « الإنثالبي» أو المحتوي الحراري؟

جـ : **الإنثالبى (Enthalpy)** أو المحتوى الحرارى (Heat Content)، ويرمز لها بالرمز «H» هى دالة تستخدم فى حالة التفاعلات التى تتم عند ثبوت الضغط (مثل: التفاعلات التى تتم فى آنية مفتوحة، حيث تكون معرضه للضغط الجوى، وهو ضغط ثابت).

$$H = E + PV$$

و الحرارة الممتصة أو المنبعثة من تفاعلات كيميائية تحت ضغط ثابت يمكن إرجاعها إلى التغير فى المحتوى الحرارى (الإنثالبى). وكل مادة نقية لها إنثالبى محدد عند ثبوت الضغط و درجة الحرارة. ولذلك، و بالنسبة لأى تفاعل كيميائى، فإنه يمكن التعبير عن التغير فى محتواه الحرارى (ΔH) عن طريق الفرق بين المحتوى الحرارى للمواد الناتجة (H_2(products)) والمحتوى الحرارى للمواد المتفاعلة (H_1 (reactants)، طبقاً للمعادلة:

$$\Delta H = H_{products} - H_{reactants}$$

$$\Delta H = H_2 - H_1$$

و الحرارة المنطلقة أو الممتصة فى أى تفاعل يجرى تحت ضغط ثابت ماهى إلا الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للنواتج ومجموع المحتوى الحرارى للمتفاعلات، أى أن:

$$\Delta H = H_2 - H_1 = q_p$$

الظروف القياسية

س : ما المقصود بالظروف القياسية ؟

جـ : الظروف القياسية هى ظروف معينة من الضغط و درجة الحرارة يتم عندها التفاعل حيث تكون درجة الحرارة هي (25°C) وعند ضغط يعادل ضغطاً جوياً واحداً (1 atm.).

أنواع حرارة التفاعل (حرارة التكوين – حرارة الاحتراق – حرارة التعادل – حرارة الذوبان)

س: عرف كلاً مما يأتي : حرارة التكوين – حرارة الاحتراق – حرارة التعادل– حرارة الذوبان.

جـ : **حرارة التكوين** (Heat of Formation) لمادة:

هى كمية الحرارة الممتصة أو المنبعثة (التغير فى الإنثالبى) عندما يتكون جزئ جرامى واحد (مول واحد) من المادة من عناصرها الأولية فى حالاتها القياسية. مثال ذلك: التغير الحرارى الذى يصاحبا اتحاد غاز النيتروجين (N_2) مع غاز الهيدروجين (H_2) لتكوين غاز النوشادر (NH_3).

$$N_2\,(g) + 3\,H_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,NH_3\,(g) + Q$$

(حيث Q هى حرارة تكوين جزيئين من غاز النوشادر)

حرارة الاحتراق (Heat of Combustion) لمادة:

هى التغير فى الإنثالبى (ΔH) الذى يصاحب حرق جزئ جرامى واحد من تلك المادة حرقاً تاماً فى وجود الأكسجين.

ومن المعلوم أن جميع المركبات العضوية تحترق حرقاً تاماً فى وجود الأكسجين لتعطى غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2) والماء (H_2O).

مثال ذلك: سائل البنزين يحترق فى وجود الأكسجين ليعطى ثانى أكسيد الكربون والماء، ويصاحب ذلك انطلاق كمية من الحرارة (Q) وهى حرارة احتراق البنزين، طبقاً للمعادلة التالية:

$$C_6H_6\,(l) + 7.5\,O_2\,(g) \rightarrow 6\,CO_2\,(g) + 3\,H_2O(l) + Q$$

حرارة التعادل (Heat of Neutralization):

هي التغير الحراري (التغير فى الإنثالبى، ΔH)الناتج عندما يتعادل جرام مكافئ من حمض قوى مع جرام مكافئ من قاعدة قوية فى المحاليل المخففة. و المقصود بالمحاليل المخففة هى تلك المحاليل التى تحتوى على كمية كبيرة من الماء، حيث تكون المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل ثابتة التأين. ومحصلة التفاعل هى - ببساطة - عملية تكوين الماء غير المتأين.

ومن الثابت أن قيم حرارة التعادل للأحماض و القواعد القوية واحدة وثابتة ، بغض النظر عن نوع الحمض أو القاعدة. وقيمة حرارة التعادل للأحماض والقواعد القوية تساوى (– 13.7 K. Cal) أو (– 57.4 J).

مثال ذلك :

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O, \Delta H = -57.4 \text{ KJ.}$$

$$HNO_3 + KOH \rightarrow KNO_3 + H_2O, \Delta H = -57.4 \text{ KJ.}$$

أى أنه، وبصفة عامة، ولأى تفاعل تعادل، فإنه يمكن تمثيله بالمعادلة التالية:

$$H^+ (aq) + OH^- (aq) \rightleftharpoons H_2O (L), \Delta H = -57.4 \text{ KJ.}$$

أما فى حالة الأحماض و القواعد الضعيفة (غير تامة التأين)، فإن حرارة التعادل الناتجة سوف تختلف عن المقدار(-57.4 KJ)، لأن التفاعل سوف يشتمل على عملية تفكك الحمض الضعيف أو القاعدة الضعيفة (تفاعل ماص للحرارة، وعملية تكوين الماء من أيونات (H^+) , (OH^-) (تفاعل طارد للحرارة) وتكون حرارة التعادل فى هذه الحالة هى محصلة العمليتين السابقتين. وبالتالى، فإن حرارة التعادل فى حالة الأحماض و القواعد الضعيفة تتوقف على نوع الحمض الضعيف أو القاعدة الضعيفة.

حرارة الذوبان Heat of Solution

هى التغير فى الإنثالبى (ΔH) الناتج عن ذوبان مول واحد (جزئ جرامى) من المادة المذابة (Solute) فى كمية وفيرة من المذيب (Solvent)، بحيث لا يحدث أى تغير فى حرارة المحلول عند تخفيفه.

وتعدّ حرارة الذوبان هى التغير الحرارى الناشئ عن إضافة كمية معينة من مذاب نقى إلى كمية معينة من مذيب عند ظروف من درجة الحرارة و الضغط الثابتين. ويمكن أن تمثل عملية الذوبان بالمعادلة التالية:

$$HCl\ (g) + n\ aq \rightarrow HCl.\ n\ aq.$$

و الرمز« aq » يمثل المذيب، وهو فى هذه الحالة الماء، و « n » هى عدد مولات المذيب. علماً بأن كمية الحرارة المنطلقة تعتمد على قيمة « n » ، كما هو موضح فى المعادلات التالية:

$HCl\ (g) + 5\ H_2O = HCl.\ 5H_2O, \qquad \Delta H_{298} = -63.995\ KJ.$

$HCl\ (g) + 25\ H_2O = HCl.\ 25\ H_2O, \quad \Delta H_{298} = -72.177\ KJ$

$HCl\ (g) + aq = HCl\ (aq), \qquad \Delta H = -75.076\ KJ.$

وفى كل حالة من الحالات الثلاث السابقة، فإن الحرارة المنطلقة لكل مول من المذيب هى حرارة الذوبان الصحيحة عند هذه الظروف. والقيمة الأخيرة هى عبارة عن الحرارة الكلية المنطلقة من عملية الإذابة. والمقطع « aq » يمثل محلول مائى مخفف لدرجة أن أى تخفيف آخر لا ينتج عنه تأثيرات حرارية. وتسمى قيمة « ΔH » الناتجة بحرارة الذوبان الحقيقية لحمض الهيدروكلوريك.

س : «عند إذابة مذاب في مذيب ما، فإنه تحدث عمليتان». وضحهما؟

ج: العمليتان اللتان تصاحبان عملية ذوبان مذاب من مذيب، هما:

العملية الأولي: (وهى عملية ماصة للحرارة). وهى العملية التى تصاحب تكسير هيكل البللورة المذابة إلى أيونات منفردة فى المحلول (بالنسبة للمركب الأيونى)، أو إلى جسيمات دقيقة (بالنسبة للمواد العضوية غير المتأنية، مثل : السكر أو اليوريا).

العملية الثانية: (وهى غالباً عملية طاردة للحرارة). وهى عملية تحدث بعد تكسير البللورات، وهى تنتج عن تجاذب الأيونات الناتجة عن تفكك المادة المذابة مع جزيئات المذيب. وتسمى هذه العملية بالهيدرة أو الإماهة (Hydration).

أنواع أخرى من الحرارات

س : عرف ما يأتي: حرارة تكوين ذرات غازية – طاقة الرابطة – حرارة الهدرجة؟

جـ: حرارة تكوين ذرات غازية: هى كمية الحرارة اللازمة للحصول على ذرة غازية من عنصر مستقل. وفى حالة المواد الصلبة، فإن حرارة الذرية تساوى حرارة التسامى.

مثال ذلك: حرارة التذرية للكربون هى (716.68 KJ)، حيث إن:

$C(s) \rightarrow C\ (g),\ \Delta H^{\circ}_{298^{\circ}C} = -\ 716.78\ KJ.$

طاقة الرابطة (حرارة تكوين أو كسر الرابطة): هى التغير فى الإنثالبى (ΔH) عند كسر مول واحد من الروابط فى الحالة الغازية لإعطاء ذرات فى الحالة الغازية. ومن أمثلة ذلك:

$H—H\ (g) \rightarrow 2H\ (g),\qquad \Delta H = +\ 4\ 35\ KJ/mol.$

$H—Cl\ (g) \rightarrow H\ (g) + Cl(g),\quad \Delta H = +\ 431\ KJ/mol.$

حرارة الهدرجة (Heat of Hydrogentation):

هى التغير فى الإنثالبي المصاحب لتحول مول واحد من مركب عضوى غير مشبع إلى مركب مشبع، وذلك بإضافة الهيدروجين.

مثال ذلك: عند هدرجة البنزين (السائل) بواسطة استخدام غاز الهيدرجين، فإنه يتحول إلى الهكسان الحلقى المشبع، ويصاحب ذلك انطلاق كمية من الحرارة قدرها (205 KJ). وتعرف كمية الحرارة المنطلقة فى هذه الحالة بحرارة هدرجة البنزين، طبقاً للمعادلة التالية:

$C_6H_6\ (l) + 3\ H_2\ (g) \rightarrow C_6H_{12}\ (l),\ \Delta H = -\ 205\ KJ.$

س : تكلم عن حرارة الإنصهار – حارة التبخير – حرارة التسامي؟

جـ : حرارة الانصهار (Heat of Fussion): (ΔH_{fus})

هى التغير فى الإنثالبى الحادث عند تحول مول واحد من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.

مثال ذلك: حرارة انصهار مول واحد من الماء (لصلب) تعادل (6.0 KJ).

$H_2O\ (s) \rightarrow H_2O(L),\ \Delta H_{273^{\circ}K} = 6.0\ KJ.$

حرارة التبخير (Heat of Vaporization): (ΔH_{vap})

هى التغير الحرارى المصاحب لتحول واحد من مادة سائلة إلى الحالة البخارية (الغازية) عند درجة الحرارة و الضغط المعين.

فعلى سبيل المثال، تكون حرارة التبخير لكل مول من الماء عند (298°K) وضغط واحد جوى (1 atm.) هى (44.0 KJ).

$H_2O\ (L) \rightarrow H_2O(g),\ \Delta H_{298°K} = 44.0\ KJ.$

حرارة التسامى Heat of Sublimation: (ΔH_{sub})

هى التغير الحرارى المصاحب لتحول مول واحد من مادة فى حالتها الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرة دون المرور بالحالة السائلة. وهى تساوى مجموع حرارة الانصهار وحرارة التبخير المقاسة عند نفس درجة الحرارة

$$\Delta H_{sub} = \Delta H_{fus} + \Delta H_{vap}$$

العوامل التى تؤثر على حرارة التفاعل

س: اذكر العوامل المختلفة التي تؤثر علي حرارة التفاعل؟

جـ : العوامل المختلفة التى تؤثر على حرارة التفاعل، هى:

١- الظروف التى يحدث عندها التفاعل (حجم ثابت أم ضغط ثابت).

٢- كمية المواد المتفاعلة.

٣- الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة و الناتجة.

٤- الحرارة النوعية للمواد (أو السعة الحرارية لها).

٥- تأثير درجة الحرارة على حرارة التفاعل (معادلة كيرشوف).

س : ما المقصود بالظروف التي يحدث عندها التفاعل، وكيف تؤثر علي حرارة التفاعل؟

جـ : يقصد هنا بالظروف ما إذا كان التفاعل يحدث عند ثبوت الحجم أو عند ثبوت الضغط. وهذا العامل له أهمية كبيرة فى حالة التفاعلات التى تشتمل على غازات.

ولقد تناولنا هذا الموضوع بالتفصيل عند دراستنا لموضوع الديناميكا الحرارية (الفصل

openkanal.com

السابق). ووجدنا أن حرارة التفاعل عند حجم ثابت هى: $q_v = \Delta E$، والحرارة عن ضغط ثابت هى: $q_p = \Delta H$. كما وجدنا أن هناك علاقة تربط بينهما، وهى:

$$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$$

أو

$$\Delta H = \Delta E + \Delta n\, RT$$

س : وضح كيف تؤثر كمية المواد المتفاعلة علي حرارة التفاعل؟

جـ : تتناسب حرارة التفاعل (الممتصة أو المنبعثة) تناسباً طردياً مع كميات المواد الداخلة فى التفاعل. فكلما زادت أو تضاعفت كميات المواد المتفاعلة زادت أو تضاعفت كميات الحرارة الممتصة أو المنطلقة من التفاعل.

ويمكن توضيح ذلك كمايلى:

عند احتراق (2 moles) من الهيدروجين، تنطلق كمية من الحرارة قدرها (68.32 Cal)، طبقاً للمعادلة:

$$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O,\ \Delta H = -\,68.32\ Cal.$$

أما عند احتراق (4 moles) من الهيدروجين (ضعف الكمية السابقة ، فإنه تنطلق كمية من الحرارة قدرها (136.64 Cal).

$$4H_2 + O_2 \rightarrow 4\,H_2O,\ \Delta H = -136.64\ Cal.$$

أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق (4 mols) من الهيدروجين تكون ضعف كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق (2 mols) من الهيدروجين. وهذا يوضح أن حرارة التفاعل تعتمد على كميات المواد المتفاعلة.

س : وضح كيف تؤثر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة علي حرارة التفاعل؟

جـ: لقد وجد أن الحالة الفيزيائية للمواد، سواء أكانت متفاعلة أو ناتجة، لها تأثير كبير على التغير الحرارى الحادث و المصاحب للتفاعل. ويمكن توضيح ذلك بالمثالى التالى:

عند تفاعل غاز الأكسجين وغاز الهيدروجين لتكوين الماء فى حالتة السائلة، فإنه

تتصاعد كمية من الحرارة أكبر من تلك التى تنطلق عند تكوين الماء فى حالته الغازية، كما يتضح من المعادلات التالية:

$H_2\,(g) + 0.5\,O_2\,(g) \rightarrow H_2O\,(g) + 58.0$ KCal.

$H_2\,(g) + 0.5\,O_2\,(g) \rightarrow H_2O(l) + 68.0$ KCal.

حيث استهلك الفرق بينهما (10.0 KCal) فى تحويل الماء المتكون من حالته السائلة إلى الحالة الغازية.

السعة الحرارية

س: عرف السعة الحرارية عند حجم ثابت وعند ضغط ثابت، ثم استنتج العلاقة بينهما؟

ج: السعة الحرارية عند حجم ثابت« C_V »، تساوى:

$$C_v = \frac{q_v}{dT} = \left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_v = \frac{\Delta E}{dT}$$

و السعة الحرارية عند ضغط ثابت « C_P » ، تساوى:

$$C_P = \frac{q_P}{dT} = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P = \frac{\Delta H}{dT}$$

ومن تعريف الإنثالبى،

$$H = E + PV$$

$$\Delta H = \Delta E + P\,\Delta V$$

وبالقسمة على (dT)

$$\frac{\Delta H}{dT} = \frac{\Delta E}{dT} + \frac{P\Delta V}{dT} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

ولكن

$$C_v = \frac{\Delta E}{dT} \;\&\; C_p = \frac{\Delta H}{dT}$$

وبالتعويض عن هذه القيم فى معادلة رقم (١)

$$\therefore\ C_p = C_v + \frac{P\Delta V}{dT} \quad (2)$$

obeikandl.com

ولكن، ومن قوانين الغازات المثالية: فإن $P\Delta V = RdT$

$$\therefore \frac{P\Delta V}{dT} = R$$

وبالتعويض عن هذه القيمة فى معادلة رقم (2)، نحصل على:

$$C_p = C_v + R$$

$$C_p - C_v = R$$

أى أن السعة الحرارية لمول واحد من غاز مثالى عند ضغط ثابت تكون أكبر من قيمة السعة الحرارية له عند حجم ثابت بمقدار قدره (R).

قوانين الكيمياء الحرارية

س : اشرح قانون لافوازييه-لابلاس؟

ج : ينص القانون على أن: **كمية الحرارة اللازمة لتفكك مركب معين إلى عناصره الأولية المكونة له تساوى عددياً كمية الحرارة المنطلقة أثناء تكوين ذلك المركب من عناصره الأولية.**

مثال ذلك: كمية الحرارة المنطلقة عند تكون غاز ثانى أكسيد الكربون من عناصره الأولية تساوى عددياً (94.0 KCal)، وهى نفس كمية الحرارة التى يحتاجها الغاز كى يتفكك إلى عناصره الأولية، كما يتضح مما يأتى:

$$CO_2\,(g) \rightarrow C(s) + O_2(g), \qquad \Delta H = +\,94.0\ KCal.$$

$$C\,(s) + O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g), \qquad \Delta H = -\,94.0\ KCal.$$

س : تكلم عن قانون هيس للحاصل الحراري الثابت؟

ج : ينص القانون على أن: **عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة، فإن التغير فى الإنثالبى (ΔH) لأى تفاعل كيميائى مقدار ثابت سواء تم هذا التفاعل فى خطوة واحدة أو مجموعة خطوات، بشرط أن تكون المواد المتفاعلة و الناتجة هى نفسها فى كل حالة.**

أو بصيغة أخرى: « التغير فى الإنثالبى (ΔH) لأى تفاعل مقدار ثابت مهما كانت الخطوات أو المراحل التى يتم من خلالها التغير، بشرط أن تكون المواد المتفاعلة والناتجة هى نفسها فى كل حالة».

ولنأخذ - مثلاً - تحضير محلول كلوريد الأمونيوم، $NH_4Cl\ (aq)$، من غاز النوشادر، $NH_3\ (g)$، وغاز كلوريد الهيدروجين، $HCl(g)$، بإحدى الطريقتين التاليتين:

الطريقة الأولي: (تتم في خطوتين)

$$NH_3\ (g) + HCl\ (g) \rightarrow NH_4Cl\ (s),\ \Delta H_1$$

$$NH_4Cl\ (s) + aq \rightarrow NH_4Cl\ (aq),\quad \Delta H_2$$

ويجمع المعادلتين:

$$NH_3\ (g) + HCl\ (g) + aq \rightarrow NH_4Cl\ (aq),\quad \Delta H_1 + \Delta H_2$$

أى أن التغير الحرارى فى هذه الطريقة هو $(\Delta H_1 + \Delta H_2)$

الطريقة الثانية : (تتم فى ثلاث خطوات)

$$NH_3\ (g) + aq \rightarrow NH_3\ (aq)\ ,\ \Delta H_3$$

$$HCl\ (g) + aq \rightarrow HCl\ (aq),\ \Delta H_4$$

$$NH_3\ (aq) + HCl\ (aq) \rightarrow NH_4Cl\ (aq),\ \Delta H_5$$

ويجمع المعادلات الثلاث:

$$NH_3\ (aq) + HCl(g) + aq \rightarrow NH4Cl\ (aq),\ (\Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5)$$

أى إن التغير الحرارى فى هذه الطريقة هو $(\Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5)$

وحيث إن المواد المتفاعلة و الناتجة هى نفسها فى الطريقتين، وطبقاً لقانون هيس للحاصل الحرارى الثابت، فإن:

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$$

obeikandl.com

ثانياً: مسائل وحلولها

١- اجرى تفاعل كيميائى فى مسعر حرارى يحتوى على (1.2 Kgm)من الماء، فارتفعت درجة حرارته من 20°C إلى 25°C. احسب كمية الحرارة المنطلقة من هذا التفاعل، علماً بأن السعة الحرارية للمسعر هى (2.21 KJ/°C)، و الحرارة النوعية للماء هى (4.18 J/gm°C)؟

الحـل : يمكن حساب السعة الحرارية للماء (C_{H_2O}) من العلاقة:

كتلة الماء x الحرارة النوعية للماء = السعة الحرارية للماء

$$C_{H_2O} = \overline{C}\,(H_2O) \quad x \quad m\,(H_2O)$$

$$= 4.18 \times 1200 = 5016\ J/°C$$

$$C_{H_2O} = 5.016\ KJ/°C$$

وحيث إن السعة الحرارية للمسعر ($C_{Calorimeter}$) هى 2.21 KJ/°C

ومن العلاقة:

$$C_{total} = C_{H_2O} + C_{Calorimeter}$$

$$C_{total} = 5.016 + 2.210 = 7.226\ KJ/°C$$

و بالتالى ، يمكن حساب كمية الحرارة المنطلقة «q»، من العلاقة:

$$q = C_{total}\,(t_2 - t_1) = 7.226\,(25 - 20) = 36.130\ KJ.$$

٢- يستخدم مسعر القنبلة لقياس الحرارة المنطلقة من احتراق الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$). فإذا وضعت (3 gm) من الجلوكوز فى المسعر المملوء بالأكسجين تحت ضغط والذى يحتوى على (1.5 Kgm) من الماء، وكانت درجة الحرارة الابتدائية هى (19°C)، احترق الخليط المتفاعل بالتسخين الكهربى بالسلك وسبب التفاعل زيادة فى درجة حرارة المسعر ومشتملاته إلى (25.5°C)، علماً بأن السعة الحرارية للمسعر هى (2.21 KJ/°C). احسب كمية الحرارة المنطلقة عند حرق مول واحد من الجلوكوز، علماً بأن الحرارة النوعية للماء هى4.18 J/gm°C.

الحـل: C_{H_2O} = كتلة الماء X الحرارة النوعية للماء

$$= 4.18 \times 1500$$

$$C_{H_2O} = 6.270 \text{ KJ/°C}$$

ولكن :

$$C_{total} = C_{H_2O} + C_{Calorimeter} = 6.270 + 2.210$$

$$C_{total} = 8.480 \text{ KJ .C}$$

ولكن $q = C_{total} (t_2 - t_1)$

$$= 8.48 (25.5 - 19.5) = 55.12 \text{ KJ}$$

أى أن كمية الحرارة المنطلقة عن حرق (3 gm) من الجلوكوز هى (55.12 KJ) وبالتالى، فإن كمية الحرارة المنطلقة من حرق مول واحد من الجلوكوز (X)، أى مايعادل (180 gm)، يمكن حسابه على النحو التالى:

3 gm (of glucose) $\rightarrow$ 55.12 KJ

180 gm (of glucose) $\rightarrow$ X KJ

$X = 3.31 \times 10^3$ KJ.

٣- احسب حرارة تكوين الكحول الإيثيلى (C_2H_5OH) من الإيثيلين والماء عند25°C من معرفة حرارة تكوين كل من المواد المتفاعلة والناتجة، طبقاً للمعادلة:

$$C_2H_4 (g) + H_2O(l) \rightarrow C_2H_5OH (l), \Delta H_f^{o} = ?$$

ΔH_f^o	12.5 K.Cal.	–68.3 K.Cal	–66.4 K.Cal.

الحـل:

$$\Delta H_f^o = \sum \Delta H_{f(products)}^o - \sum \Delta H_{f(reactants)}^o$$

$$\Delta H_f^o = \left[\Delta H_{f(C_2H_5)L}^o\right] - \left[\Delta H_{f(C_2H_4)\,g}^o + \Delta H_{f(H_2O)\,L}^o\right]$$

$$= -66.4 - [12.5 + (-68.3)] = -66.4 - (-55.8)$$

$$\Delta H_f^o = 10.6 \text{ K.Cal}$$

٤- احسب إنثالبي التفاعل التالي (ΔH°) من معرفة حرارة تكوين المواد المشتركة في التفاعل:

$$Fe_2O_3\,(s) + 3\,CO(g) \rightarrow 2\,Fe\,(s) + 3\,CO_2\,(g)$$

ΔH_f^o $\quad -196.5$ K.Cal $\quad 26.4$ K.Cal $\quad 0 \quad -94.1$ K.Cal.

الحل:

$$\Delta H_f^o = \sum \Delta H_{f\,(products)}^o - \sum \Delta H_{f\,(reactants)}^o$$

$$\Delta H_f^o = \left[\Delta H_{f\,(Fe)s}^o + 3\,\Delta H_{f\,(CO_2)\,g}^o\right] - \left[\Delta H_{f\,(Fe_2O_3)\,s}^o + 3\,\Delta H_{f\,(CO)\,g}^o\right]$$

$$= [(2 \times 0) + (3 \times -94.1)] - [(-1.96.5) + (3 \times -26.4)]$$

$$= [0 + (-282.3)] - [-196.5 + (-79.2)] = -282.3 - (-275.7)$$

$$= -282.3 + 275.7$$

$$\Delta H^\circ = -6.6 \text{ K Cal}$$

٥- احسب التغير الحراري (ΔH°) للتفاعل التالي، من معرفة حرارة تكوين كل من المواد المتفاعلة و الناتجة، طبقاً للمعادلة :

$$C\,(s) + O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g)$$

ΔH_f^o $\quad 0 \quad 0 \quad -94.052$ Cal.

الحـــل:

$$\Delta H_f^o = \sum \Delta H_{f\,(products)}^o - \sum \Delta H_{f\,(reactants)}^o$$

$$\Delta H_f^o = \left[\Delta H_{f\,(CO_2)\,g}^o\right] - \left[\Delta H_{f\,(C)\,s}^o + \Delta H_{f\,(O_2)\,g}^o\right]$$

$$= (-94.052) - (0 + 0)$$

$$\Delta H^\circ = -94.052 \text{ Cal}$$

أى أن $\quad \Delta H^o = \Delta H_{f\,(CO_2)\,g}^o$

أى أن التغير فى الإنثالبى الذى يصاحب تكوين غاز ثاني أكسيد الكربون من عناصره الأولية يساوى حرارة تكوين غاز ثانى أكسيد الكربون.

٦- سائل البنزين يحترق في وجود الأكسجين طبقاً للمعادلة التالية:

$$C_6H_6\,(l) + 7.5\,O_2(g) \rightarrow 6\,CO_2\,(g) + 3\,H_2O\,(l)$$

فإذا كانت الحرارة المتصاعدة عند (300°K)، وعند ثبوت الحجم هى (782.5 Cal.).
احسب الحرارة المتصاعدة إذا حدث التفاعل عند ضغط ثابت، علماً بأن:

(R = 1.987 L.atm/°K.mol.) ؟

الحل:

$$\Delta E = -782.5 \text{ Cal}$$

$$T = 300°K$$

$$R = 1.987 \text{ L. atm/ °K. mol.}$$

$$\Delta H = ?$$

Δn = عد جزيئات النواتج (فى الحالة الغازية) - عدد جزيئات المتفاعلات (فى الحالة الغازية).

$$\Delta n = 6 - 7.5 = -1.5$$

ولكن :

$$\Delta H = \Delta E + \Delta n\, RT$$

$$= -782.5 + (-1.5)\ 1.987 \times 300 = -782.5 - 891.0$$

$$\Delta H = -1673.5 \text{ Cal}$$

٧- احسب حرارة احتراق حمض البنزويك عند حجم ثابت وعند 25°C، إذاكانت حرارة احتراقه عند ضغط ثابت هى (-771.4 Cal)، علماً بأن:

(R = 1.987 L. atm/ °K.mol)

الحل:

$\Delta H = -771.4$ Cal, $T = 25 + 273 = 298°K$, $\Delta E = ?$

R = 1.987 L.atm./mol. °K

يحترق حمض البنزويك طبقاً للمعادلة التالية:

$$C_6H_5COOH\ (s) + 7.5\ O_2\ (g) \rightarrow 7\ CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (l)$$

$$\Delta n = 7 - 7.5 = -0.5$$

ولكن: $\Delta H = \Delta E + \Delta n\, RT$

oberkandl.com

$$\Delta E = \Delta H - \Delta n\, RT = -771.4 - (-0.5)\,(1.987)\,(298)$$
$$= -771.4 + 295.02 = -476.38 \text{ Cal}$$

ويلاحظ أن الحرارة المنطلقة عند ضغط ثابت أكبر من تلك المنطلقة عند حجم ثابت، وذلك لأنه عند ضغط ثابت، فإن الحجم يقل (ينضغط) ، أى أنه يحدث شغل على النظام. وهذا الشغل قدره (295.02 Cal). وهو يمثل قيمة الفرق فى كميتى الحرارة عند ضغط ثابت وحجم ثابت.

٨- احسب حرارة تكوين $H_2O(L)$ عند (90°C)، علماً بأن حرارة التكوين عند 25°C هى ($\Delta H_{25°C} = -68.37$ Cal)، وقيم السعة الحرارية المحسوبة بالسعر/مول. درجة، هى : $Cp_{(H_2O)} = 18$, $Cp_{(O_2)} = 7.05$, $Cp_{(H_2)} = 6.90$

الحل:

$$H_2\,(g) + 1/2\,O_2\,(g) \rightarrow H_2O\,(\ell)$$

$\Delta H_2 = \Delta H_{90°C} = ?$, $\Delta H_1 = \Delta H_{25\,°C} = -8.37$ Cal, $t_1 = 25°C$, $t_2 = 90°C$

وبالتعويض في معادلة كيرشوف:

$$\Delta H_2 = \Delta H_1 + [Cp_{(products)} - Cp_{(reactants)}]\,(t_2 - t_1)$$

$$\Delta H_{90°C} = -68.37 + [18 - (6.9 + 0.5 \times 7.05)]\,(90 - 25)$$

$$\Delta H_{90°C} = -67.877 \text{ Cal.}$$

٩- احسب حرارة تكوين الإيثان عند (200°C) من المعلومات الآتية:

$$2\,C\,(s) + 3\,H_2 \rightarrow C_2H_6\,(g)$$

$\Delta H_{25°C} = -20.24$ K. Cal, $\Delta H_{200°C} = ?$

$Cp_{(C)} = 2.7$, $Cp_{(H2)} = 6.9$, $Cp_{(C2H6)} = 15.4$

الحـــل

بالتعويض فى معادلة كيرشوف:

$$\Delta H_2 = \Delta H_1 + [Cp\,(prod) - Cp\,(react)]\,(t_2 - t_1)$$

$$\Delta H_{200°C} = -20.24 + [15.4 - (2 \times 2.7) + (3 \times 6.9)]\,(200 - 25)$$

$\Delta H_{200°C} = -22.112$ Cal.

٩- احسب حرارة تكوين غاز الميثان (CH_4) من معرفة حرارة احتراقه وكذلك حرارة احتراق عناصره:

1) $C_{(graphite)} + O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g)$, $\Delta H_{288°K} = -94.0$ Cal

2) $2\,H_2\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow 2\,H_2O\,(L)$, $\Delta H_{288°K} = -136.0$ Cal

3) $CH_4\,(g) + 2\,O_2(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(L)$, $\Delta H_{288°K} = -12.6$ Cal?

الحل:

حرارة تكوين غاز الميثان هى الحرارة الناتجة عندما يتكون حزئ جرامى واحد من غاز الميثان من عناصره طبقاً للمعادلة التالية:

$C_{(graphite)} + 2\,H_2\,(g) \rightarrow CH_4\,(g)$, $\Delta H_{288°K} = ?$

ويمكن الحصول على المعادلة السابقة من المعادلات المعطاة، ويكون التغير الحرارى المحسوب من هذه المعادلات يساوى التغير الحرارى المصاحب لتكوين غاز الميثان طبقاً لمعادلة تكوينه، حيث إن المواد المتفاعلة و الناتجة هى نفسها فى كل حالة.

أى أنه، يجمع المعادلتين (1, 2) ، ثم بطرح المعادلة رقم (3) من حاصل الجمع، نحصل على:

$C_{(graphite)} + 2H_2\,(g) \rightarrow CH_4\,(g)$, $\Delta H_{288°K} = (-94.0 - 136.0) - (-212.6)$

$\Delta H_{288°K} = -230.0 + 212.6$

$\Delta H_{288°K} = -17.4$ Cal.

أى أن حرارة تكوين غاز الميثان هى (- 17.4 Cal)

١٠- احسب التغير فى الإنثالبى (ΔH)، للتفاعل التالى:

$2\,C\,(s) + 2\,H_2\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow CH_3COOH\,(L)$, $\Delta H_{288°K} = -x$ Cal

من معرفة حرارة احتراق المواد المشتركة، وهى:

1) $C(s) + O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g)$, $\Delta H_{288°K} = -94.05$ Cal.

2) $H_2(g) + 0.5O_2\,(g) \rightarrow H_2O(L)$, $\Delta H_{288°K} = -68.32$ Cal.

3) $CH_3COOH(\ell) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2 + 2H_2O(\ell)$, $\Delta H_{288°K} = -208.34$ Cal.

الحل:

يمكن حساب قيمة التغير الحرارى« x » المصاحب لتكوين حمض الخليك المذكور، وذلك بتكوين معادلة شبيهة بمعادلة تكوين الحمض من المعادلات المعطاة. ويتم ذلك على النحو التالى:

بضرب كل من المعادلتين (1 ,2) فى 2، وجمعها. ثم بطرح المعادلة (3) من حاصل الجمع السابق، نحصل على المعادلة التالية:

$2C(s) + 2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow CH_3COOH(\ell) + \Delta H_{288°K} = -116.4$ Cal.

وحيث إن هذه المعادلة مماثلة تماماً لمعادلة تكوين الحمض، وحيث إن المواد المتفاعلة و الناتجة هى نفسها فى كل حالة، فيمكن تطبيق قانون هيس للحاصل الحرارى الثابت، وبالتالى، تكون قيمة التغير الحرارى المحسوبة من المعادلات السابقة وهى (-116.4 Cal)، تكافئ قيمة « X » المجهولة فى المعادلة المعطاة

أى أن : $X = -116.4$ Cal

وهى قيمة التغير فى الإنثالبى للتفاعل المذكور.

ثالثاً: أسئلة عامة (غير مجاب عنها)

١- تكلم بايجاز عن: التفاعلات الطاردة للحرارة - التفاعلات الماصة للحرارة؟

٢- عرف : السعة الحرارية لمادة؟

٣- ما المقصود بالحرارة النوعية لمادة و الحرارة النوعية للماء؟

٤- ما هو المسعر الحرارى؟

٥- اشرح تجربة توضح بها كيفية قياس الحرارة المنطلقة باستخدام المسعر الحرارى؟

٦- ما المقصود بالظروف القياسية؟

٧- عرف : حرارة التفاعل - حرارة التكوين - حرارة الاحتراق - حرارة التعادل؟

٨- اشرح العمليتين اللتين تصاحبان عملية ذوبان مذاب فى مذيب؟

٩- ما هى طاقة الرابطة؟

١٠- اذكر العوامل التى تؤثر على حرارة التفاعل؟

١١- عرف السعة الحرارية عند حجم ثابت « C_v »؟

١٢- عرف السعة الحرارية عند ضغط ثابت (C_p)؟

١٣- استنتج العلاقة بين (Cv) , (C_p) لغاز مثالى؟

١٤- ناقش تأثير درجة الحرارة على حرارة التفاعل؟

رابعاً: مسائل عامة (غير محلولة)

١- احسب حرارة احتراق حمض البنزويك عند حجم ثابت وعند (25°C) ، إذا كانت حرارة احتراقه عند ضغط ثابت هى (-771.4 Cal)

علماً بأن (R = 1.987 L.atm/mol. °K)؟

٢- اجرى تفاعل كيميائى فى مسعر حرارى يحتوى على (1.8 Kgm) من الماء فارتفعت درجة الحرارة من 30°C إلى 40°C. احسب كمية الحرارة المنطلقة من هذا التفاعل علماً بأن السعة الحرارية للمسعر هى (2.21 KJ/°C)، و الحرارة النوعية للماء هى (4.18 J/gm. °C)؟

٣- احسب حرارة تكوين الكحول الإيثيلى (C_2H_5OH) من الإيثيلين و الماء عند 25°C، من معرفة حرارة تكوين كل من المواد المتفاعلة والناتجة طبقاً للمعادلة التالية:

$$C_2H_{4\,(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_5OH_{(l)},\ \Delta H_f^o = ?$$

ΔH_f^o	12.5 K.Cal	– 68.3 K.Cal	66.4 K.Cal.

٤- احسب إنثالبى التفاعل التالى (ΔH°) من معرفة حرارة تكوين المواد المشتركة فى التفاعل:

$$Fe_2O_3\,(s) + 3\,CO(g) \rightarrow 2\,Fe\,(s) + 3\,CO_2\,(g)$$

ΔH_f^o	– 196.5K Cal	– 26.4 K Cal.	0	– 94.1 K Cal.

obeikandi.com

الفصل الثامن

الغروانيـــات

أولاً: أسئلة و إجاباتها

- تعريف وتقسيم الغروانيات
- طرق تحضير المحاليل الغروية
- تنقية الغروانيات
- خواص المحاليل الغروية
- الخواص الحركية للغروانيات
- الخواص الكهربية للغروانيات
- ثبات الغروي
- ترسيب الغروي
- المستحلبات (Emulsions)
- الغروانيات هلامية القوام (Gel)
- الغروانيات المجمعة
- الأهمية العلمية لكيمياء الغرويات

ثانياً: أسئلة عامة (غير مجاب عنها)

ثالثاً : مسائل عامة (غير محلولة)

obeikandl.com

obeikandl.com

أولاً: أسئلة و إجاباتها

تعريف وتقسيم الغرويات

س: عرف المحلول الغروي؟

ج: الغروى هو نظام يحتوى على مركبتين تسمى إحداهما: الصنف المنتشر، وتسمى الأخرى بوسط الانتشار، ويتراوح حجم الدقيقة الغروية من ٥ - ٢٠٠ ميللى ميكرون وترجع الخواص الغروية إلى كبر مساحة سطح الدقيقة الغروية و إلى وجود شحنات كهربية على سطح الدقائق الغروية المنتشرة.

س: اذكر أنواع الغرويات؟

ج : يمكن تقسيم الغرويات إلى عدة أنواع وذلك تبعاً لطبيعة كل من الصنف المنتشر ووسط الانتشار وذلك تبعاً للجدول التالى الذى يوضح اسم الغروى المتكون و أمثلة له:

وسط الإنتشار	الصنف المنتشر	الإسم	الأمثلة
غاز	غاز	—	غير معروف
	سائل	إيروسول	ضباب - ندى - سحاب
	صلب	إيروسول	الدخان
سائل	غاز	رغوة	الكريمة
	سائل	مستحلب	الزيت فى الماء والماء فى الزيت
	صلب	صول	عناصر وأملاح بعض العناصر فى الماء مثل: فى الماء $AgCl, Au, As_2S_3, S$
صلب	غاز	—	رغوة صلبة
	سائل	چيلى	چيلى
	صلب	—	زجاجيات ملونة بالمعادن الملونة

طرق تحضير المحاليل الغروية

س: اذكر طرق تحضير المحاليل الغروية؟

ج: يمكن تحضير المحاليل الغروية إما بتكثيف الدقائق فى المحاليل الحقيقية أو بتفتيت الدقائق الخشنة إلى تجمعات صغيرة. وتحت هاتين الطريقتين توجد طرق متعددة بعضها يكون كيميائياً فى طبيعته ويتضمن تفاعلات مثل التبادل المزدوج، والأكسدة، والاختزال ، والبعض الأخر يكون فيزيائياً، مثل: تبادل المذيب، واستخدام القوس الكهربى، واستخدام طاحونة الغروى وذلك بتكسير الكتل الصلبة لتصل إلى حجم الدقيقة الغروية.

تنقية الغرويات

س: اذكر الطرق المستخدمة في تنقية المحاليل الغروية؟

جـ: فى أثناء تحضير المحاليل الغروية يحتوى المحلول الغروى بجانب الدقائق الغروية على كميات كبيرة من الإلكتروليتات، وللحصول على غروى نقى فلابد من التخلص من هذه الزيادة فى الالكتروليتات. وتوجد ثلاث طرق تستخدم لهذا الغرض وهى الديلزة و الديلزة الكهربية وفوق الترشيح وفى كل من الديلزة و الديلزة الكهربية تستخدم غشاء مسامى مثل: البارشمنت، والسيلوفان، والكلوديون، وتسمح بنفاذ المذيب والمذابات ذات الوزن الجزيئى الصغير ولاتسمح بنفاذ الدقائق الغروية. وتستخدم نفس الأغشية فى عملية فوق الترشيح بجانب البورسلين و الزجاج المطحون بدرجة عالية فى أقماع الترشيح. وتتم العملية تحت ضغط وذلك لإسراع عملية الترشيح.

خواص المحاليل الغروية

س: اذكر خواص المحاليل الغروية؟

ج: تشتمل الخواص الغروية على خواص متنوعة، وهى:

أ- خواص فيزيائية. ب- خواص تجمعية. جـ - خواص ضوئية. د- خواص حركية. هـ- خواص كهربية. وتعتمد الخواص الفيزيائية على طبيعة الغروى هل هو ليوفوبى أم ليوفيلى. ففى المحاليل الليوفوبية لاتختلف الخواص الفيزيائية للغروى عن مثيلتها

لوسط الانتشار. أم فى النوع الليوفيللى فإن الخواص الفيزيائية للوسط تتغير. ومن الخواص الفيزيائية المدروسة: الكثافة، واللزوجة، والشد السطحى. أما الخواص التجمعية فتكون قيمتها أقل كثيراً عن مثيلتها فى المحاليل الحقيقية.

س: تكلم عن الخواص الضوئية للمحاليل الغروية ثم وضح كيف يمكن استخدام هذه الخاصية في تعيين حجم الدقائق الغروية؟

جـ/ تشتمل الخواص الضوئية على خاصية التشتت للضوء التى تنفرد بها الدقائق الغروية وهو ما يعرف بظاهرة "تندال"، وتستخدم النهايات العظمى والصغرى لشدة الضوء المشتت فى حساب قطر الدقيقة الغروية وذلك باستخدام المعادلة التالية :

$$\frac{D}{\lambda_m} \sin \frac{\theta_1}{2} = 1.062 - 0.347\ m$$

حيث D = قطر الدقيقة، λ_m = طول الموجة للضوء المار فى الوسط

θ_1 = الوضع الزاوى للنهاية الصغرى لشدة الضوء، $m = n/n_o$ ، وهى نسبة معامل الانكسار للغروى إلى معامل الانكسار لوسط الانتشار

س: تكلم عن طريقة الشدة الكلية للضوء النافذ في حساب قطر الدقيقة الغروية؟

جـ: تستخدم معادلة لحساب قيمة القطر D للدقيقة الغروية وهى كما يلى:

$$\left(\frac{2p\lambda m}{3\pi}\right)\left(\frac{\tau}{c}\right) = \frac{K^*}{\alpha}$$

حيث k^* هى كمية تعرف بمعامل التشتت للدقيقة، τ هى التعكير وتعطى بالقيمة التالية:

$$\tau = \frac{1}{\ell} \ln \frac{I_o}{I}$$

حيث ℓ = طول الخلية التى يمر بها الضوء

I_o = شدة الضوء الساقط، I = شدة الضوء النافذ.

وبرسم العلاقة بين K^*/α، D/λ_m يمكن تقدير قيمة D = قطر الدقيقة الغروية.

س: عرف معامل الانتشار للدقائق الغروية؟

جـ: هى عبارة عن عدد المولات من الغروى التى تنتشر عبر وحدة المساحات فى وحدة

الزمن وذلك خلال تدرج فى التركيز قدرة ١ مول/سم وتعطى بالقيمة التالية:

$$D_f = \frac{RT}{N}\left(\frac{1}{6\pi\eta r}\right)$$

حيث :

R = الثابت العام للغازات بوحدات الارج

N= عدداً فوجادرو

η= الكثافة

r = نصف قطر الدقيقة

T = درجة الحرارة المطلقة

وتستخدم هذه العلاقة لحساب نصف قطر الدقيقة.

الخواص الحركية للغروانيات

س: عرف الحركة البراونية Brownian movement؟

جـ: تتحرك الدقائق الغروية حركة دائمة وعشوائية وهذه الحركة تسمى الحركة البراونية وهى نتيجة تصادم يحدث بين الدقائق وجزيئات وسط الانتشار.

س: وضح كيف يمكن استخدام الحركة البراونية في تعيين نصف قطر الدقيقة الغروية؟

جـ: متوسط الإزاحة $\overline{\Delta}$ الناتجة من الحركة البراوانية فى زمن قدرة t على طول المحور X يؤدى إلى العلاقة التالية:

$$D_f = \frac{\overline{\Delta}^2}{2t}$$

$$\therefore \overline{\Delta}^2 = \frac{RT}{N}\left(\frac{t}{3\pi\eta r}\right)$$

ومنها يمكن حساب قيمة r للدقيقة

س: وضح استخدام ترسب الدقائق الغروية وسرعة ذلك الترسيب في حساب أبعاد الدقائق وكتلتها؟

جـ: تترسب الدقائق الغروية بفعل قوة الجاذبية تبعاً للمعادلة التالية:

obeikandl.com

$$X_2 - X_1 = \frac{2r^2 g (\rho - \rho_m)(t_2 - t_1)}{9\eta}$$

يمكن حساب قيمة r للدقيقة الغروية ومنها نحصل على كتلة الدقيقة m وذلك من العلاقة $m = 4/3\ \pi r^3 \rho$ ، ومنها نحسب الوزن الجزيئى M حيث $M = Nm$

س: اكتب معادلة سرعة ترسيب الغروي تحت تأثير قوة الطرد المركزي؟

جـ: تنص المعادلة على ما يلى:

$$\ln \frac{X_2}{X_1} = \frac{2r^2 w^2 (\rho - \rho_m)(t_2 - t_1)}{9\ \eta}$$

حيث w = سرعة دوران العينة فى جهاز الطرد المركزى ومنها نحسب قيمة r

س: اذكر العلاقة المستخدمة في حساب الوزن الجزيئي للغروي وذلك باستخدام الاتزان الترسيبي؟

جـ: المعادلة المستخدمة فى حساب M للغروى هى:

$$\ln \frac{C_2}{C_1} = \frac{Mw^2 (\rho - \rho_m)(X_2^2 - X_1^2)}{2RT\ \rho}$$

حيث C_1 , C_2 هى تركيزات الغروى عند مستويات X_1 , X_2 ، M الوزن الجزيئى للغروى.

الخواص الكهربية للغروانيات

س: ما هو مصدر الشحنات الكهربية الموجودة علي سطح الدقيقة الغروية و التي يعزي إليها الخواص الكهربية للغروي؟

جـ: مصدر الشحنات الموجودة على سطح الدقيقة هو إمامن تكوين:

أ- طبقة مزدوجة من الشحنات المختلفة على سطح الانفصال بين الدقيقة و المحلول وهو ما يسمى بجهد زيتاً.

ب- يتم أيضاً تواجد شحنات على سطح الدقائق الغروية نتيجة ما يسمى بالامتزاز

obeikandl.com

الإختيارى للأيونات و الذى يؤدى إلى تكوين شحنة كهربية على سطح الدقيقة تختلف فى إشارتها وتساوى فى قيمتها تلك الموجودة في وسط الانتشار المتاخم للدقيقة فكل من الدقيقة ووسط الانتشار يحمل شحنة كهربية مختلفة فى إشارتها وكلاهما يتأثر بالمجال الكهربى الذى يتعرض له الغروى.

س: اكتب نبذة مختصرة عن الالكتروفوريسيز Electrophoresis ؟

جـ: هى عبارة عن هجرة الدقائق الغروية المشحونة كهربائياً عند تعرضها لجهد كهربى. ففى الغروى الذى يحمل شحنة سالبة تتحرك الدقائق ناحية القطب الموجب والعكس صحيح. فقد وجد أن غروى الكبريت و أملاح الكبريتيد وصول المعادن النادرة كلها تحمل شحنة سالبة بينما أكاسيد العناصر مثل أكسيد الحديد والألومنيوم تحمل شحنة موجبة. أما فى حالة البروتينات فتعتمد الإشارة على الرقم الهيدروچينى للمحلول فعند رقم هيدروجينى معين تحمل الدقائق شحنة سالبة بينما عند رقم هيدروجينى أقل تكون الشحنة موجبة. وعند مدى معين من الرقم الهيدروجينى تكون الدقائق غير مشحونة وتسمى نقطة التعادل الكهربى وعندها لاتتحرك الدقائق فى المجال الكهربى فنقطة التعادل الكهربى للكازيين تقع فى مدى من الأس الهيدروچينى (pH 4.7–4.1).

س: عرف حركية الإلكتروفوريسز؟

جـ: هى سرعة انتقال الدقائق المشحونة مقدرة بالسنتيمتر لكل ثانية خلال جهد كهربى قدره ١ فولت/سم.

س: عرف الإلكتروأسموزيس ؟

جـ: الالكتروأسموزيس هى حركة وسط الانتشار تحت تأثير المجال الكهربى. وتعتبر نتيجة طبيعية لجهد زيتاً بين دقائق الغروى ووسط الانتشار.

ثبات الغروى

س: ما هي أسباب ثبات المحاليل الغروية؟

جـ: يرجع ثبات الغروى الليوفوبى لوجود شحنات كهربية متشابهة على سطح الدقائق مما يجعلها فى وضع تنافر مستمر ولايحدث لها أى ترسيب. أما ثبات الغرويات الليوفيلية فيرجع إلى وجود شحنات كهربية بجانب وجود طبقة من المذيب على سطح الدقيقة.

س: وضح الشروط اللازمة لترسيب الغروي؟

جـ: فى الغرويات الليوفوبية يكفى لترسيب الغروى إزالة الشحنات الموجودة على سطح الدقائق الغروية، أما فى النوع الليوفيلى فإلى جانب التخلص من الشحنات الموجودة على أسطح الدقائق يكون من اللازم إزالة طبقة المذيب المحيطة بالدقائق لإتمام عملية الترسيب.

ترسيب الغروى

س: اذكر الظروف المناسبة لترسيب غروي معين؟

جـ: لترسيب غروى معين يلزم التخلص من الشحنة الموجودة على الدقائق الغروية ويتم ذلك بإحدى الطرق الآتية:

١) تعادل الشحنات الكهربية على دقائق الغروى الليوفوبى يتم بتعريض الغروى لمجال كهربى كالذى يحدث فى عملية الإلكتروفوريسيز فيتم ترسيب الغروى عند ملامسته للقطب المخالف فى الشحنة.

٢) ومن طرق الترسيب إضافة إلكتروليت للغروى والتى تكون مسئولة عن ثبات الغروى إذا كانت بكميات قليلة إلا أنها تكون سبباً فى الترسيب عند استخدامها بكميات كبيرة. وتعتمد كمية الإلكتروليت اللازمة لترسيب الغروى على طبيعة كل من الغروى والإلكتروليت المضاف- وتتحدد قوة الترسيب للإلكتروليت بتكافؤ الأيونات المخالفة فى الإشارة للغروى وتزدادقوة الإلكتروليت على ترسيب الغروى بزيادة تكافؤ الأنيون أو الكاتيون.

٣) يمكن تجلط الغروى بإضافة غروى آخر يحمل شحنة مخالفة وفى هذه الحالة يتم ترسيب كل من المحلولين الغرويين إما ترسيباً جزيئاً أو ترسيباً كلياً. والمثال على ذلك هو ترسيب صول كبريتيد الزرنيخوز As_2S_3 السالب الشحنة بإضافة صول هيدروكسيد الحديديك الموجب الشحنة إليه.

(٤) يمكن تجمع الغروى وذلك إما بالغليان أو التجمد فعلى الغليان تقل كمية الإلكتروليت الممتزة على الصول وبنفس الطريقة يتم الترسيب يتجمد المحلول الغروى.

(٥) يتم ترسيب الغرويات الليوفيلية بطريقتين: (أ) عند إضافة مذيب عضوى مثل الأسيتون أو الكحول والتى تكون له قابلية للماء عند إضافة مثل هذا المذيب للمحلول الغروى الهيدروفيلى فإن الصنف المنتشر يحدث له عملية فقد للماء بحيث نحصل على دقائق تكون درجة ثباتها راجعة فقط إلى الشحنة الموجودة على سطحها. (ب) عند إضافة كمية قليلة من الكتروليت إلى الصول يتم الترسيب فوراً.

(٦) تترسب الغرويات الليوفيلية أيضاً باستخدام تركيزات عالية من أيونات معينة وهذه العملية والتى تسمى بعملية التمليح للغروى الليوفيلى تحدث بسبب ميل الأيونات المضافة للإماهة مسببة إزالة الماء الممتز من على الدقائق الغروية وتتبع قوة تمليح الأيونات **سلسلة هوفميستر** أو سلسة "**ليوتروبيك**" والتى ترتب فيها الأيونات بحيث تقل فيها قدرتها على الترسيب كما يلى:

$Cirate^{-3} > tartarate^{-2} > SO_4^{-2} > PO_4^{-3} > acetate^{-1} > Cl^- > NO^{-3} > I^- > CNS^-$

وذلك للأنيونات

أما الكايتونات فتقل فيها القدرة على الترسيب تبعاً للنظام التالى:

$Mg^{+2} > Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+} > Li^+ > Na^+ > K^+ > Cs^+$

المستحلبات Emulsions

س: عرف المستحلب؟

ج: المستحلب هو غروى يتكون من سائلين لا يمتزجان مع بعضهما ويكونان طبقتين.

س: وضح كيف يمكن تحضير المستحلب؟

ج: يمكن تحضير المستحلب وذلك بإمرار خليط من سائلين خلال طاحونة الغروى وتسمى المعجنة. وهذه المستحلبات المحضرة بهذه الطريقة تكون غير ثابتة ويمكن أن تترسب إذا تركت مدة معينة. ولتلاشى ذلك تضاف مادة تسمى معامل الاستحلاب، تضاف في أثناء تحضير المستحلب وذلك لضمان ثبات هذا المستحلب.

س: اذكر أنواع معامل الاستحلاب؟

جـ: الصابون بجميع أنواعه - أحماض السلفونيك طويلة السلسلة - الكبريتات - غرويات الليوفيلك.

س: اذكر أنواع المستحلبات؟

جـ: يمكن تقسيم المستحلبات إلى نوعين:

أ- مستحلبات من الزيت فى الماء وفيه يكون الصنف المنتشر هو الزيت ويكون الماء هو وسط الانتشار.

ب- مستحلبات من الماء فى الزيت ويكون عكس (أ).

تستخدم معاملات الاستحلاب من نوع الصابون القلوى المذاب وعناصر الكبريتات القاعدية (تستخدم لثبات مستحلب من الزيت فى الماء)

وعكس ذلك يستخدم صابون لايذوب فى الماء وذلك المحضر بإستخدام صابون عناصر الخارصين - الألومنيوم - الحديد وعناصر الأقلاء الأرضية وذلك لثبات مستحلبات من الماء فى الزيت.

س: اذكر طريقة للتعرف علي نوعية المستحلب؟

جـ: إذا كان الماء هو وسط الانتشار فإن أية مياه تضاف إلى المستحلب تمتزج مع المستحلب، بينما الزيت لا يمتزج مع المستحلب من هذا النوع. وإذا كان الزيت هو وسط الانتشار فإن إضافة الزيت إلى المستحلب تؤدى إلى امتزاج الزيت مع المستحلب ولا يمتزج الماء مع المستحلب. وهناك طريقة أخرى لاختبار طبيعة المستحلب وذلك عند إضافة الالكتروليت إلى المستحلب فيمكن جعل المستحلب يوصل الكهربية إذا كان الماء هو وسط الانتشار ولكن إذا كان وسط الانتشار هو الزيت فإن إضافة الالكتروليت يكون له تأثيراً ضعيف على التوصيل الكهربى.

س: اذكر الطرق المستخدمة في تكسير المستحلب؟

جـ: يمكن أن يحطم المستحلب وذلك بإحدى الطرق التالية:

١) التسخين - التجمد

٢) باستخدام جهاز الطرد لمركزى لفصل القشدة من اللبن ولفصل الماء من الدهن.

٣) حيث إن الدقائق الدهنية المنتشرة فى الماء تحمل شحنة سالبة فإضافة إلكتروليتات تحتوى على كاتيونات تحمل شحنة ثنائية أو ثلاثية موجبة يكون لها تأثير كبير فى إحداث تمليح للمستحلب.

٤) يمكن هدم المستحلب وذلك عن طريق هدم معامل الاستحلاب فعلى سبيل المثال يترسب مستحلب من الزيت فى الماء المضاف إليه صابون الصوديوم أو البوتاسيوم كعامل استحلاب وذلك بإضافة حمض قوى إلى المستحلب. ويقوم الحمض المضاف لتميؤ الصابون وينفرد الحمض الدهنى حيث إن هذا الحمض الدهنى لا يصلح كعامل استحلاب.

الغروانيات هلامية القوام "Gel"

س/ اذكر طريقة تحضير الجل؟

جـ/ اعتماداً على طبيعة الجل المتكون، تحضر الجل بواحدة من الطرق الثلاث التالية: (أ) التبريد. (ب) التبادل المزدوج. (جـ) تغيير المذيب يحضر الآجار آجار والجلاتين بتبريد محلول غروى متوسط التركيز منهم فى الماء الساخن. فعند تبريد الصول فإن الدقائق المنتشرة والمماهة تفقد الثبات وتتجمع إلى كتل كبيرة تحوى بداخلها الوسط الحر والمثال علي الطريقة الثانية: هى تحضير حمض السيليسيك بإضافة الحمض إلى محلول مائى من سليكات الصوديوم. والمثال على الطريقة الثالثة: فعند إضافة الكحول إلى محلول خلات الكالسيوم فى الماء فإن الملح ينفردعلى هيئة غروى يتحول إلى جل يحتوى على السائل بداخله.

س: اذكر أنواع الجل؟

جـ: يمكن للجل أن ينقسم إلى نوعين: (أ) جل مرن ومن الأمثلة عليه هو الآجار آجار و الجيلاتين (ب) نوع غير مرن، مثل السيليكا جل يتميز النوع المرن بإنه إذا كان فى الصورة اللامائية (الجافة) يمكن أن يعاد تحضيره بإضافة الماء إليه بينما لايحدث ذلك بالنسبة للنوع غير المرن ويرجع هذا الاختلاف إلى الاختلاف فى تركيب الجل الجاف فى كلا المثالين. وفى بعض الأحيان يسبب التسخين تغيراً كيميائياً يغير الصفة الطبيعية

للمادة والمثال على ذلك هو تحول البيض إلى كتلة قاسية عند غليانه فى الماء. يمكن لبعض أنواع الچل المرن والمجفف تجفيفاً جزيئاً أن يمتص الماء عند وضعه فى المذيب، ويمكن لكمية الماء الممتصة أن تكون كبيرة لدرجة أنه يحدث أن ينتفخ. وعلى جانب آخر توجد أنواع من الچل المرن أو غير المرن والتى ينكمش حجمها عند وضعها فى مذيب دائم الإرتشاح وتسمى هذه العملية فقدان السائل من مادة هلامية. ويكون تحول الصول إلى چل انعكاسي ويسمى أو يعرف بتسيل القوام الهلامى بالرج.

الغروانيات المجمعة Associated Colloids

س/ اشرح الدلائل التي تشير إلي تكوين تجمعات غروانية؟

ج/ عند إضافة أوليات البوتاسيوم إلى الماء عند 50°C فإنها تذوب لتكوين أيونات الأوليات والبوتاسيوم وتقل الشد السطحى للمحلول بصفة مستمرة عن الماء النقى. فعند تركيز 0.0035 مولر من الأوليات يحدث انكسار فى منحنى العلاقة بين التركيز و الشد السطحى ويثبت الشد السطحى عند 30 داين/سم . ويُظهر كل من الضغط الأسموزى والتوصيل والتعكير والحجم النوعى نفس الذى حدث فى التوتر السطحى والسبب فى حدوث مثل هذا الانكسار هى عملية تجمع أيونات الأوليات إلى تجمعات تسمى ميسيلة. والتركيز الابتدائى الذى يظهر عنده الميسيلات يسمى التركيز الحرج للميسيلة. فقبل الوصول إلى هذا التركيز تتواجد أيونات الأوليات فى المحلول كايونات منفردة. أما عند تركيز أعلى من التركيز الحرج للميسيلة تتجمع تلك الأيونات إلى ميسيلات حجمها يقترب من حجم الغروى. وعملية التحول من أيونات إلى ميسيلات هى عملية عكسية، ويمكن للميسيلات أن تتحطم وذلك بتخفيف المحلول.

ويتمثل سلوك الغرويات المجمعة فى أوليات البوتاسيوم ويتضمن ذلك الصابون، كبريتات الألكيل العالية، السلفونات وأملاح الأمينات وبعض الأصباغ وبعض جليسيريدات الأسترات ذات السلسلة الطويلة وأكاسيد البولى إيثيلين.

بعض هذه المواد تعطى أنيونات تتحول إلى ميسيلات مثل الصابون، الكبريتات، السلفونات، والبعض الآخر يعطى كاتيونات مثل: أملاح الأمينات. وأخيراً هناك مواد مثل أكسيد البولى إيثيلين غير أيونية وفى هذه الحالة يتم ميسلة الجزيئات نفسها وتتأثر الدرجة الحرجة للميسلة بدرجة الحرارة حيث تزداد برفع درجة الحرارة أما إضافة

الإلكتروليتات فتخفض من الدرجة الحرجة للميسيلة.

ويمكن تعيين الوزن الجزيئى لبعض الغراونيات المتجمعة عند الدرجة الحرجة وذلك بطريقة تشتت الضوء. وتستخدم بعض الغروانيات الكاتيونية و الأنيونية وتلك التى تحمل شحنات تستخدم كعوامل استحلاب، وفى المنظفات ومثبتات الغروى.

الأهمية العملية لكيمياء الغرويات

س/ اذكر تطبيقات الغروانيات علي بعض الظواهر الطبيعية والمشاكل الصناعية؟

ج:١) تكوين دلتا الأنهار: يترسب الطمى و الطين عند مصب النهر وذلك ليس بسبب بطء حركة المياه فى هذه المناطق ولكن بسبب أن الدقائق الطينية والتى فى حجم الغروى تتجلط أو تترسب بالأملاح الموجودة فى مياه البحار وعليه تعادل الأيونات الموجودة فى البحار الشحنات الموجودة على الدقائق الغروية.

٢) تنقية المياه: توجد البكتيريا ودقائق الطمى معلقة فى المياه قبل عملية التنقية. فعند إمرار المياه على طبقات من شب الألومنيوم تترسب هذه الشوائب. وشب الألومنيوم المحتوى على أيونات الألومنيوم الثلاثية الموجبة Al^{3+} تعادل الشحنات السالبة التى تحملها دقائق الطمى التى فى حجم الغروى وتترسب وتتجمع وترسب، فعند الترشيح يمكن الحصول على مياه نقية.

٣) التخلص من مياه المجارى وأقذارها: يتم شحن القاذورات و الأوساخ المعلقة فى مياه المجارى بشحنة معينة ولتكن شحنة موجبة فتنجذب هذه الدقائق نحو القطب السالب (الكاثود) بعملية تسمى عملية الكنفزة (انتقال الدقائق المعلقة نحو الكاثود فى مجال كهربى) حيث تتعادل الشحنات التى تحملها وتترسب ويمكن التخلص منها. ويمكن استخدام هذه المواد كأسمدة عضوية تستخدم كمخصبات للأراضى الزراعية.

٤) ترسيب ذرات الكربون المعلقة فى الأجواء الصناعية: يمكن استخدام مرسب كوتريل وذلك للتخلص من ذرات الكربون المنتشرة فى جو المدن الصناعية وذلك بالسماح لدقائق الكربون بالمرور بين صفائح مشحونة. ويمكن لدقائق الغروى المشحونة أن تفقد شحنتها عند إمرارها فى المجال الكهربى وتتجمع وترسب.

(٥) عملية دباغة الجلود: يعتبر جلد الماعز والبقر مادة بروتينية فى صورة غروى ويمكن دبغ الجلود أو تحويلها إلى جلود محفوظة يمكن استخدامها فى الأغراض المختلفة بعملية التمليح ولكن يتم ترسيب الجلود (التى تعتبر نوع من الغروى) بأملاح الكروم أو الألومنيوم ويمكن أن تدبغ بالمواد الدابغة النباتية المستخلصة من لحاء بعض الأشجار وتسمى عملية تحويل الجلود (التى تعتبر مادة غروانية) إلى جلود تستخدم فى الأغراض المختلفة و لا تتأثر بالبكتريا تسمى هذه العملية الدباغة. والمواد المستخدمة فى هذه العملية تسمى المواد الدابغة. وعملية الدباغة تعطى الجلود نوع من القساوة وتحفظها من التعفن.

(٦) غروى الدم: يعتبر الدم نوعاً من البروتين (المحتوى على ألبيومين- جلوبيولين- فيبرنيوچين) ويمكن للدم أن يتجلط بأيونات الألومنيوم والحديد. وهذا يتضح من إيقاف عملية النزيف باستخدام كلوريد الحديديك أو الشب الألومنيوم. فكرات الدم الحمراء هى حاملات للأكسجين و إذا امتزت جزيئات غازCO أول أكسيد الكربون فإنها تفقد خاصية حمل الأكسجين ويتعرض الشخص المصاب للوفاة.

(٧) التربة الزراعية : تتميز التربة الغروية بأهميتها فى الأرض الزراعية وتعتمد خصوبة التربة على مقدار ما تحتويه من غروانيات فى التربة ويعتبر الطمى من المكونات الغروية المهمة فى التربة الزراعية. وتزداد خصوبة التربة بزيادة كمية الطمى التى تحتويها حيث تحسن خواص التربة بأن تجعلها تحتفظ بالماء والمواد الغذائية الذائبة فيها لمدة طويلة على عكس التربة الخشنة التى تفقد الماء والمواد الغذائية بسهولة.

(٨) صناعة المطاط: ينتج المطاط من أشجار تسمى أشجار المطاط وهى عبارة عن سائل غروى، وهى عبارة عن دقائق منتشرة وتوجد مادة بروتينية تعمل على ثباتها فى النظام الغروى ويمكن لهذا السائل أن يحفظ ضد فعل البكتيريا التى تسبب تخمره وذلك بإضافة النشادر إليه وهذا الحفظ يكون مؤقتاً لحين إتمام إجراءات التصدير. ويمكن بطريقة أخرى أن تتجلط دقائق المطاط المنتشرة وذلك بإضافة إما حمض الخليك أو حمض الفورميك ويمكن بطريقة ثالثة أن يحفظ هذا السائل بمعاملته بالكبريت وتسمى عملية الفلكنة Vulcanization.

(٩) الألواح الفوتوغرافية الحساسة: تغطى الألواح المستخدمة فى التصوير بمخلوط من بروميد البوتاسيوم والجيلاتين المختلط بمحلول نترات الفضة. يمكن الحصول على محلول معلق من بروميد الفضة والجيلاتين.

(١٠) اللبن : اللبن عبارة عن مستحلب من الدهن المنتشر فى الماء. ويكون الكازيين والألبيومين هى عوامل الاستحلاب ويكون سهل الهضم لكبر مساحة سطحه الذى يعطى فرصة لفعل الانزيمات الهاضمة.

(١١) المطر: عند ما يصل الهواء المحمل ببخار الماء إلى منطقة باردة يحدث تكثيف للماء وتتكون قطرات مائية فى حجم الغروى فى الهواء و بتكرار التكاثف تكبر قطرات الماء التى تسقط بفعل عامل الجاذبية فى صورة المطر. وفى بعض الأحيان يكون المطر بسبب تلاقى سحب مختلفة الشحنة مع بعضها فيحدث تجلط أو ترسيب متبادل.

(١٢) دور الصابون فى عملية التنظيف: عادة ماتكون القاذورات خليطاً من مادة زيتية ودقائق صلبة تترسب على الأنسجة. ويكون عمل الصابون لازالة هذه الأوساخ تبعاً للمعادلة التالية:

$$\text{fabric dirt} + \text{soap} \rightarrow \text{fabric soap} + \text{dirt soap}$$

وتدل هذه المعادلة على أن الأوساخ الملتصقة بالنسيج يحل محلها الصابون والذى يكون سهل الغسيل بالمياه. ويتم استحلاب هذه القاذورات برغوة الصابون وتحمل بالماء للتخلص منها.

ثانياً : أسئلة عامة (غير مجاب عنها)

١) اشرح الطرق المستخدمة لتحضير المحاليل الغروية. وضح ذلك بالأمثلة؟

٢) وضح طريقة حفظ هذه المحاليل الغروية فى حالة ثبات. وضح طريقة تجلط هذه الغرويات؟

٣) ما هى الصفات المميزة للغرويات؟

٤) اشرح الطرق المستخدمة فى تحضير الأنظمة الغروية بطريقة التفتيت؟

٥) ماهو المقصود بالغرويات الليوفوبية و الغرويات الليوفيلية؟

٦) وضح طرق تنقية الغرويات؟

٧) اذكر النظريات التى تفسر أصل الشحنة الكهربية على الدقائق الغروية؟

٨) اشرح ماهو المقصود بجهد زيتا وماهى دورها فى تأثر الدقائق الغروية بالمجال الكهربى؟

٩) تكلم عن ظاهرة الإلكتروفوريسز والإلكتروأسموزيس؟

١٠) فسر ظاهرة تندال للدقائق الغروية ثم اشرح كيفية تعيين قطر الدقائق الغروية باستخدام طريقة الحد الأدنى لشدة الضوء المشتت؟

١١) باستخدام طريقة الضوء النافذ وضح كيف يمكن حساب نصف قطر الدقيقة ثم حجم الدقيقة؟

١٢) عرف معامل انتشار الغروى ثم اذكر معادلة تستخدم لحساب عدد أفوجادرو بمعلومية نصف الدقيقة؟

١٣) اكتب معادلة تبين سرعة ترسيب الدقائق الغروية تحت تأثير الجاذبية؟

١٤) عرف الحركية - الإلكتروفورية - نقطة التعادل الكهربى- الخاصية التجميعية للمحاليل الغروية؟

١٥) اذكر العوامل التى تؤثر على تشتت الضوء المار فى المحلول الغروى؟

١٦) ما هو المقصود بالغرويات الواقية. وضح بأمثلة؟

١٧) ما هى الظروف المناسبة لترسيب الغروى الليوفيلى؟

١٨) ما هى أنواع المستحلبات وكيف يمكن التمييز بين نوعى المستحلب المتكون؟

١٩) كيف يمكن تكسير المستحلب وهل توجد للمستحلبات تأثير تندال والحركة البراونية الموجودة فى الأنواع الأخرى من الغروانيات؟

٢٠) اكتب عن تحضير المحاليل الغروية بطريقة التكثيف. وضح اجابتك بالأمثلة؟

٢١) ما هى الخصائص العامة للجل قارن بين نوعى الجل المرن وغير المرن؟

٢٢) تكلم عن طبيعة الميسلات وعرف التركيز الحرج للميسلة CMC؟

٢٣) ما هو المقصود بالببتنة، اذكر أمثلة على ذلك؟

٢٤) تكلم عن قاعدة شولز وهاردى. ماهي القدرة على التجلط؟

ثالثاً : مسائل عامة (غير محلولة)

١) فى محلول غروى (m = 1.1+) كانت النهاية الصغرى الأولى لشدة المحتوى العمودى (الرأسي) للضوء المشتت عند زاوية قدرها37° عندما كانت طول الموجه فى الوسط λ_m = 4094 Å احسب قطر الدقيقة الغروية؟

٢) متوسط قطر الدقيقة المستديرة للمطاط هو 2300 أنجستروم بينما الكثافة تصل إلى 0.930 gm/ cm^3. احسب الوزن الجزئى لدقائق الغروى؟

٣) فى تجربة مستخدمًا جهاز الإلكتروفوريسز تحرك الغروى ناحية القطب السالب مسافة قدرها 3.82 cm فى 60 min عندما كان التدرج فى الجهد 2.10 V/cm احسب الحركية الإلكتروفورية للغروى؟

obeikandl.com