الفصل الثالث

الاتـــزان الأيونـــى

أولاً : أسئلة و إجاباتها

- قانون أوستفالد للتخفيف.
- الحاصل الأيوني للماء، الرقم الهيدروجيني، الرقم الهيدروكسيلي، المحاليل المنظمة، تأثير الأيون المشترك، حاصل الذوبانية.
- الأدلة.
- العلاقة بين الرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيلي.

ثانياً : مسائل وحلولها

ثالثاً : أسئلة عامة (غير مجاب عنها)

رابعاً : مسائل عامة (غير محلولة).

obeikandl.com

obeikandl.com

أولاً : أسئلة و إجاباتها

قانون أوستفالد للتخفيف

س: عرف قانون أوستفالد للتخفيف. ثم وضح كيف يمكن استنتاجه رياضياً؟

جـ : استنتاج قانون أوستفالد:

لقد وجد أوستفالد أنه يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الالكتروليتات الضعيفة. ويفرض أنه يوجد لدينا ١ جم جزئ من حمض ضعيف أذيب فى حجم قدره (V) لتر. و أن درجة تأين هذا الالكتروليت هى (α) و أن هذا الالكتروليت يتفكك طبقاً للمعادلة :

$$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$$

عدد الجزيئات فى البداية	1	0	0
عدد الجزيئات عند الاتزان	$1-\alpha$	α	α
التركيز عند الاتزان	$\frac{1-\alpha}{V}$	$\frac{\alpha}{V}$	$\frac{\alpha}{V}$

وبتطبيق قانون الاتزان (ثابت الاتزان):

$$K_a = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]} = \frac{\alpha/V \cdot \alpha/V}{(1-\alpha)/V}$$

حيث (K_a) هى ثابت تأين الحمض الضعيف ، فإن

بدلالة الحجم

$$K_a = \frac{\alpha^2}{V(1-\alpha)}$$

ولكن $(C = 1/V)$

$$K_a = \frac{\alpha^2 C}{(1-\alpha)}$$

وفى حالة المحاليل المخففة جداً جداً، فإنه يمكن إهمال قيمة (α) بالمقارنة بالواحد الصحيح فى المقام. وتؤول المعادلة إلى: $K_a = \alpha^2 C$

$$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

وينص **قانون أوستفالد للتخفيف** على أنه: «عند ثبوت درجة الحرارة، وبالنسبة لإلكتروليت ضعيف، فإن حاصل ضرب تركيز أيوناته مقسوماً على درجة تركيز الجزيئات غير المتأينة يساوى مقداراً ثابتاً يعرف بثابت التأين أو ثابت التفكك للإلكتروليت الضعيف».

الحاصل الأيونى للماء – الرقم الهيدروچينى – الرقم الهيدروكسيلى

س: عرف كلا مما يأتي : الحاصل الأيوني للماء – الرقم الهيدروجيني – الرقم الهيدروكسيلي

جـ : الحاصل الأيوني للماء: ويرمز له بالرمز (K_W) وهو يساوى حاصل ضرب تركيز أيون الهيدروچين وتركيز أيون الهيدروكسيل، وهو يساوى قيمة ثابتة مقدارها 10^{-14}

الرقم الهيدروجيني : ويرمز له بالرمز **pH** وهو يساوى اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروچين فى المحلول:

$$pH = - \log \{H^+\}$$

الرقم الهيدروكسيلي: ويرمز له بالرمز pOH

وهو يساوى اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروكسيل فى المحلول.

$$pOH = - \log [OH^-]$$

س : وضح كيف يمكن الاستدلال علي نوع محلول بمعلومية الأس الهيدروچيني له.

جـ : إذا كانت pH = 7 ، فإن المحلول يكون متعادلاً.

أما إذا كانت pH > 7، فإن المحلول يكون له الصفة القاعدية (القلوية) وكلما زادت القيمة زادت قاعدية (قلوية) المحلول. فالمحلول الذى له pH = 12 يكون أكثر قاعدية من المحلول الذى له pH = 9.

أما إذا كانت pH < 7، فإن المحلول يكون له الصفة الحامضية. وكلما قلت القيمة زادت حامضية المحلول. فالمحلول الذى له pH = 3 يكون أكثر حامضية من المحلول الذى له pH = 5.

س: اكتب ما تعرفه عن : المحاليل المنظمة - تأثير الأيون المشترك - حاصل الذوبانية لملح شحيح الذوبان.

جـ : المحاليل المنظمة: هى تلك المحاليل التى تقاوم التغير فى الرقم الهيدروجينى- من خلال إعادة تنظيم نفسها داخلياً - بحيث يبقى الرقم الهيدروجينى ثابت دون تغير. ويتكون المحلول المنظم من حمض ضعيف واحد أملاحه (مثل: حمض الخليك وملح خلات الصوديوم)، أو من قاعدة ضعيفة واحد أملاحها (مثل: هيدروكسيد الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم). وللمحاليل المنظمة أهمية كبيرة فى كثير من العمليات الحيوية التى تتم داخل أجهزة الكائنات الحية. والتى تتم عند مدى معين وثابت للرقم الهيدروجينى. و للمحاليل المنظمة أهمية كبيرة فى الكيمياء التحليلية، حيث إن العديد من عمليات الترسيب تتم عند قيم معينة وثابتة من pH.

تأثير الأيون المشترك :

يطلق على خفض تأين إلكتروليت ضعيف فى محلوله نتيجة إضافة محلول يحتوى على أحد أيوناته تعبير "تأثير الأيون المشترك".

وبفرض أنه لدينا محلول إلكتروليت ضعيف، مثل: حمض الخليك: و الذى يتفكك طبقاً للمعادلة:

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

فإذا أضفنا إلى هذا المحلول إلكتروليت قوى يحتوى على أحد أيونات الحمض الضعيف، مثل : خلات الصوت الصوديوم، CH_3COONa، والذى يتفكك طبقاً للمعادلة:

$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

وطبقاً لمبدأ لوشاتيليه فإن الاتزان فى معادلة تفكك الحمض سوف يختل، ويسير التفاعل فى الاتجاه الذى يقلل من تركيز أيون (CH_3COO^-) أى أن التفاعل يسير فى الاتجاه الخلفى وينتج عن ذلك خفض تأين الحمض.

حاصل الذوبانية لملح شحيح الذوبان

عند إذابة ملح شحيح الذوبان فى الماء فإنه يحدث اتزان بين الملح (المذاب) غير الذائب و أيونات الجزء الذائب من الملح. ويقال فى هذه الحالة أنه لدينا اتزان غير متجانس بين الأيونات فى المحلول و الملح غير الذائب.

ويعرف حاصل الذوبانية (K_{sp}) لملح شحيح الذوبان بأنه مقدار ثابت عند درجة الحرارة الثابتة، وهو عبارة عن حاصل ضرب تركيزات الأيونات (مرفوعاً لأس عدد جزيئاتها) الناتجة من تفكك الجزء المذاب من الملح و الموجودة فى حالة اتزان مع الملح غير الذائب فى محلوله المشبع.

وبفرض أن الملح المذاب هو (AgCl)، فإن K_{sp} له يعطى بالعلاقة :

$$K_{sp} = [Ag^+]\,[Cl^-]$$

لأن الملح (AgCl) هو شحيح الذوبان ويعبر عنه بالعلاقة

$$AgCl\ (s) \underset{}{\overset{H_2O}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{(ذائب)}}{AgCl} \longrightarrow Ag^+ + Cl^-$$

الأدلـــة

س: اكتب نبذة عن الأدلة ، موضحاً ميكانيكية عملها في الأوساط المختلفة؟

جـ : الأدلة هى عبارة عن أحماض أو قواعد عضوية ضعيفة ملونة أو غير ملونة، يتغير لونها حسب المدى الهيدروجينى الموجودة فيه. وتستخدم الأدلة فى عمليات المعايرة بين الأحماض و القواعد لتعيين نقطة التعادل (التكافؤ). ولكل دليل مدى للرقم الهيدروجينى يتغير لون الدليل خلاله. ويوضح الجدول التالى أمثلة للأدلة:

الدليل	رمزه	نوعه	لونه في الوسط الحمضي	لونه في الوسط القاعدي	مدي الرقم الهيدروجيني	نوع المعايرة المستخدم فيها
فينول فيثالين phenol phthaline	Ph.Ph.	حمض ضعيف	عديم اللون	أحمر وردى	٣و٨-٥و١٠	حمض قوى+ قاعدة قوية حمض ضعيف+ قاعدة قوية
ميثيل البرتقالي methyl orange	M.O.	قاعدة ضعيفة	أحمر	أصفر	١و٣-٤و٤	حمض قوى + قاعدة قوية حمض قوى + قاعدة ضعيفة

أ- دليل الفينول فيثالين: هو عبارة عن حمض عضوى ضعيف، نرمز له (HIn) وهو يتفكك طبقاً للمعادلة:

$$H\text{–}In \rightleftharpoons H^+ + In^-$$

(وردى) (عديم اللون)

و الدليل نفسه عديم اللون، وحيث إن تأينه ضعيف، فإن تركيز الأيونات الملونة (In^-) الناتجة من تأينه يكون قليلاً وغير كاف لتلوين المحلول.

وفى حالة وجود الدليل فى وسط حمضى، حيث يكون تركيز أيون الهيدروجين كبيراً نسبياً، حيث يختل الاتزان فى المعادلة السابقة، وطبقاً لمبدأ لوشاتيليه، فإن التفاعل يسير فى الاتجاه الخلفى وهو اتجاه تكوين (HIn) عديم اللون (لون الدليل فى الوسط الحامض عديم اللون).

أما فى حالة وجود الدليل فى وسط قاعدى، حيث يكون تركيز أيون الهيدروكسيل كبيراً نسبياً، فإن أيونات (OH^-) تتحد مع أيونات (H^+) لتكوين الماء، و بالتالى يقل تركيز أيون (H^+) فى المحلول، حيث يختل الاتزان فى المعادلة السابقة، وطبقاً لمبدأ لوشاتيليه يسير التفاعل فى الاتجاه الأمامى، وهو اتجاه تفكك (HIn)، حيث يزداد تركيز أيونات (In^-) الملونة فى المحلول بالدرجة التى تلون المحلول باللون الوردى. وهكذا يصبح لون الدليل فى الوسط القاعدى هو أحمر وردى.

وبنفس الأسلوب يمكن شرح ميكانيكية عمل دليل الميثيل البرتقالى فى الأوساط المختلفة.

العلاقة بين الرقم الهيدروجينى والرقم الهيدروكسيلى

س: استنتج العلاقة بين pOH, pH ؟

جـ : يمكن استنتاج العلاقة على النحو التالى:

من تعريف الحاصل الأيونى للماء ، فإن :

$$[H^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$$

و بأخذ اللوغاريتم للطرفين، فإن:

$$\log [H^+] + \log [OH^-] = \log 10^{-14}$$

$$\log [H^+] + \log [OH^-] = -14$$

وبضرب طرفى المعادلة السابقة فى (-١)

$$-\log [H^+] + (-\log [OH^-]) = 14$$

ولكن $pH = -\log [H+]$, $pOH = -\log [OH^-]$

وبالتعويض عن هذه القيم فى المعادلة السابقة

$$pH + pOH = 14$$

س: استنتج العلاقة بين pH , pKa لمحلول منظم

جـ : نفرض أنه لدينا محلولاً منظم مكوناً من حمض ضعيف (HA) و أحد أملاحه (NaA):

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

$$NaA \longrightarrow Na^+ + A^-$$

وبتطبيق قانون أوستفالد على تفكك الحمض الضعيف:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

وبأخذ اللوغاريتم:

$$\log K_a = \log [H^+] + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

وبإعادة ترتيب المعادلة السابقة:

$$-\log [H^+] = -\log K_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\therefore pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

obeikandl.com

ونظراً للتأين الكامل للملح، فإن تركيز الملح يساوى تركيز أيوناته = $[A^-]$

ونظراً للتأين الضعيف للحمض، فإن تركيز الحمض الكلى يساوى تركيز الحمض غير المتأين = $[HA]$

$$\therefore pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

ثانياً : مسائل وحلولها

س: إذا علمت أن درجة التأين لمحلول (0.1M) حمض الخليك تساوى 1.323×10^{-3}.

احسب ثابت التأين (K_a) لحمض الخليك.

الحل:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} \qquad \therefore K_a = \alpha^2 C$$

$$K_a = \left(1.323 \times 10^{-3}\right)^2 \times 0.1 = 1.75 \times 10^{-5}$$

س : احسب ثابت التأين لمحلول (0.1M) حمض الخليك، علماً بأن الـ pH له تساوي (2.88). ثم احسب درجة التأين للحمض.

جـ : يتفكك الحمض للمعادلة :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3CO\bar{O} + H^+$$

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

$$[H^+] = 10^{-2.88}$$

$$[H^+] = 1.3 \times 10^{-3}$$

$$\therefore [H^+] = [CH_3COO^-] = 1.3 \times 10^{-3}$$

obeikandi.com

ويمكن حساب ثابت تأين الحمض، K_a، باستخدام المعادلة:

$$K_a = \frac{\left[CH_3COO^-\right]\left[H^+\right]}{\left[CH_3COOH\right]} = \frac{1.3 \times 10^{-3} \times 1.3 \times 10^{-3}}{0.1}$$

$$K_a = 1.69 \times 10^{-5}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{1.69 \times 10^{-5}}{0.1}}$$

$$\alpha = 0.041$$

س: إذا علمت أن درجة التأين لمحلول (0.01M) نوشادر تساوي (4.2%) أحسب ثابت التأين (K_b) للنوشادر.

جـ : تتأين النوشادر فى الماء طبقاً للمعادلة:

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$K_{b\,(NH_3)} = \frac{\left[NH_4^+\right]\left[OH^-\right]}{\left[NH_3\right]}$$

$$\left[NH_4^+\right] = \frac{4.2}{100} \times 0.01 = 4.2 \times 10^{-4}\ M$$

ولكن ..

$$\left[NH_4^+\right] = \left[OH^-\right] = 4.2 \times 10^{-4}$$

$$\left[NH_3\right] = 1 \times 10^{-2}$$

$$K_b = \frac{\left(4.2 \times 10^{-4}\right) 4.2 \times 10^{-4}}{10^{-2}} = 1.8 \times 10^{-5}$$

obeikandl.com

س : إذا كانت درجة التوصيل المكافئة لمحلول N/32 لحمض ضعيف هي (9.2 mhos)، وكانت درجة التوصيل عند تخفيف لا نهائي هي (9.83 mhos). احسب ثابت تأين الحمض.

جـ : حيث إن : $\alpha = \Lambda/\Lambda o$

Λ = درجة التوصيل المكافئة

Λo = درجة التوصيل المكافئة عند تخفيف لا نهائى

$$\alpha = \Lambda/\Lambda o = 9.2/9.83 = 0.9764$$

$$\alpha = 0.9764,\ V = 32$$

بالتعويض فى قانون أوستفالد:

$$K_a = \frac{\alpha^2}{V(1-\alpha)}$$

$$K_a = \frac{(0.9764)^2}{32(1-0.9764)} = 1.8 \times 10^{-5}$$

س : احسب تركيزات $[H^+]$, $[HS^-]$, $[S^{2-}]$, $[H_2S]$ في محلول (0.1M) من H_2S.

علماً بأن $\left(K_{a1_{(H_2S)}} = 1.1 \times 10^{-7},\ K_{a2_{(HS^-)}} = 1.0 \times 10^{-14}\right)$

جـ : معادلة التأين الأولى لحمض H_2S، يمكن كتابتها كما يلى:

H_2S	$\rightleftharpoons$	H^+	+	HS^-
0.1		0		0
0.1 – x		x		x

$$K_{a1} = \frac{[H^+][SH^-]}{[H_2S]} = \frac{x \cdot x}{0.1 - x}$$

(يمكن اهمال قيمة (X) فى المقام بالمقارنة بالمقدار 0.1.

obeikandl.com

$$K_{a1} = \frac{x^2}{0.1}$$

$$x^2 = 0.1 \times K_{a1} = 0.1 \times 1.1 \times 10^{-7} = 1.1 \times 10^{-8}$$

$$x = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L.}$$

$$\therefore x = [H^+] = [HS^-] = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L.}$$

ومن معادلة التأين الثانى للحمض :

$$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$$

$$K_{a2} = \frac{[H^+][S^{2-}]}{[HS^-]}$$

$$\therefore K_{a2} = [S^{2-}]$$

$$\therefore [S^{2-}] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L.}$$

س : احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول 0.001 ع من حمض الهيدروكلوريك.

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$$10^{-3} \qquad 10^{-3} \qquad 10^{-3}$$

$$[H^+] = 10^{-3}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log 10^{-3}$$

$$pH = 3$$

س : احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول 0.001 N من هيدروكسيد الصوديوم.

جـ :

$$\underset{10^{-3}}{NaOH} \rightleftharpoons \underset{10^{-3}}{Na^{+}} + \underset{10^{-3}}{OH^{-}}$$

$$[H^{+}][OH^{-}] = 10^{-14}$$

$$[H^{+}] = \frac{10^{-14}}{[OH^{-}]} = \frac{10^{-14}}{[10^{-3}]}$$

$$[H^{+}] = [10^{-11}]$$

$$pH = -\log [H^{+}] = -10^{-11}$$

$$pH = 11.0$$

س: احسب الأس الهيدروكسيلي لمحلول تركيز أيون الهيدروجين به يساوي 0.05M .

جـ :

$$[H^{+}] = 0.05$$

$$pH = -\log 0.05$$

$$pH = 1.3$$

ولكن :

$$pH + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - pH$$

$$pOH = 14 - 1.3$$

$$pOH = 12.7$$

obeikandl.com

س : احسب تركيز أيون الهيدروچين وتركيز أيون الهيدروكسيل لمحلول الأس الهيدروجيني له يساوى 9 ؟

جـ :

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

$$[H^+] = 10^{-9}$$

ولكن :

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5}$$

س : احسب قيمة pH لمحلول منظم مكون من حمض الخليك و خلات الصوديوم، تركيز كل منهما (0.1M) (علماً بأن $K_a = 1.75 \times 10^{-5}$)

جـ :

$$pK_a = -\log K_a = -\log 1.75 \times 10^{-5}$$

$$pK_a = 3.76$$

ولكن :

$$pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{acid}$$

$$pH = 3.76 + \log \frac{0.1}{0.1} = 3.76$$

س : إذا كان ثابت تأين حمض (HF) هو (3.53×10^{-4}). أحسب الـ pH لمحلول يتكون من خلط (0.125 M HF) مع (0.25M NaF) في محلول حجمه (200 ml).

جـ :

$$pK_a\,(HF) = -\log K_a\,(HF) = -\log 3.53\ 10^{-4}$$

$$pK_a = 2.45$$

$$[HF] = \frac{0.125}{200} \times 1000 = 0.625\ M$$

$$[NaF] = \frac{0.25}{200} \times 1000 = 1.25\ M$$

$$pH = pk + \log \frac{[salt]}{[acid]} = 2.45 + \log \frac{[1.25]}{[0.625]}$$

$$pH = 2.45 + 0.30 = 2.75$$

obeikandl.com

س : إذا كانت ذوبانية أيودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ هي 4×10^{-5} mol/L عند 25°C.
فما هو حاصل الذوبانية لهذا الملح؟

جـ :

$$Pb(IO_3)_2 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2\,IO_3^-$$

$$x \qquad 2x$$

$$(4\times10^{-5}) \quad (2\times4\times10^{-5})$$

$[Pb^{2+}] = 4 \times 10^{-5}$ M, $[IO_3^-] = 2 \times 4 \times 10^{-5} = 8 \times 10^{-5}$

$Ksp = [Pb^{2+}]\,[IO_3^-]^2 = (4\times 10^{-5}) \times (8\times10^{-5})^2$

$K_{sp} = 2.56 \times 10^{-13}$

س : احسب ذوبانية ملح كلوريد الفضة بالمول/لتر عند درجة 25°C ، إذا علمت أن K_{sp} لكلوريد الفضة يساوى 1.7×10^{-10}؟

جـ :

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

$$x \qquad x$$

$K_{sp} = [Ag^+]\,[Cl^-]$

$1.7 \times 10^{-10} = x \cdot x$

$x^2 = 1.7 \times 10^{-10}$

$x = 1.3 \times 10^{-5}$ mol/L

وبذلك فإن ذوبانية ملح كلوريد الفضة = $[Ag^+]$ أو $[Cl^-]$ أى أنها تساوى 1.3×10^{-5}.

س : احسب تركيز كل من أيون (+Ag) و (CrO_4^{2-}) في محلول مشبع من كرومات الفضة Ag_2CrO_4 عند 25°C ، علماً بأن K_{sp} للمحلول تساوي 1.92×10^{-12}؟

جـ :

$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2\,Ag^+ + CrO_4^{2-}$$

$$2x \qquad x$$

$[Ag^+] = 2x$, $[CrO_4^{2-}] = x$

$K_{sp} = [Ag^+]^2 [CrO_4^{2-}]$

$1.92 \times 10^{-12} = (2x)^2 . (x)$

$4x^3 = 1.92 \times 10^{-12}$

$x^3 = 0.48 \times 10^{-12}$

$x = 7.8 \times 10^{-3}$

$[Ag^+] = 2x = 2 \times 7.8 \times 10^{-3} = 15.6 \times 10^{-3}$ M

$[Ag^+] = 1.56 \times 10^{-4}$ M

$[CrO_4^{2-}] = x = 7.8 \times 10^{-3}$ M

س : وضح هل يترسب كبريتات الرصاص ($PbSO_4$) عند إضافة 100 ml من محلول 0.003 M نترات رصاص ($PbNO_3$) إلي 400 ml من محلول 0.004 M كبريتات صوديوم (Na_2SO_4)، علماً بأن Ksp لكبريتات الرصاص هو $2x10^{-8}$.

جـ :

$$\left[Pb^{2+}\right] \text{ in 100 ml} = \frac{0.003}{1000} \times 100 = 3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\left[SO_4^{2-}\right] \text{ in 400 ml} = \frac{0.004}{1000} \times 400 = 1.6 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{But, } \left[Pb^{2+}\right] \text{ in mixture} = \frac{3 \times 10^{-4}}{0.5} = 6 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\left[SO_4^{2-}\right] \text{ in mixture} = \frac{1.6 \times 10^{-2}}{0.5} = 3.2 \times 10^{-2} \text{ M}$$

ولكن الحاصل الأيونى لكبريتات الرصاص فى المحلول هو:

$$K_{(PbSO_4)} = \left[Pb^{2+}\right]\left[SO_4^{2-}\right]$$

$$= 6 \times 10^{-4} \times 3.2 \times 10^{-2}$$

$$K_{(PbSO_4)} = 1.92 \times 10^{-5}$$

وهكذا ، فإن الحاصل الأيونى للملح يساوى 1.92×10^{-5} ، وهو أكبر من حاصل الإذابة لنفس الملح (حاصل الإذابة للملح يساوى $2x10^{-8}$).

الحاصل الأيونى > حاصل الإذابة ← المحلول فوق مشبع ويحدث ترسيب

وعلى ذلك، فإن كبريتات الرصاص سوف تترسب فى المحلول.

ثالثاً : أسئلة عامة (غير مجاب عنها)

١- ما هو تأثير الأيون المشترك؟ اعط أمثلة مع المعادلات؟

٢- ما هو المحلول المنظم؟ أعط مثالاً موضحاً كيف يعمل المحلول المنظم؟

٣- استنتج العلاقة بين الأس الهيدروجينى (pH) و الأس الهيدروكسيلى (pOH)؟

٤- وضح ميكانيكية عمل دليل الفينول فيثالين فى الوسطين الحمضى والقاعدى؟

٥- عرف: الحاصل الأيونى للماء - قانون أوستفالد للتخفيف ؟

٦- عرف : الأس الهيدروچينى؟

٧- اكتب نبذة مختصرة عن : الأدلة - حاصل الذوبانية لملح شحيح الذوبان؟

رابعاً : مسائل عامة (غير محلولة)

١- إذا كانت ذوبانية كبريتات الرصاص ($PbSO_4$) هى (9.2×10^{-2} gm/L). احسب ثابت حاصل الإذابة لهذا المركب؟

٢- ثابت حاصل الإذابة لكربونات الباريوم هى (8.1×10^{-9}). فما هى ذوبانية هذا المركب؟

٣- احسب ذوبانية (AgCl) فى محلول (HCl) تركيزة (0.01M)؟