

المواد الصلبة في الهيكل المصهور

Molten framework solids

(١, ٤) الأملاح المصهورة والأكاسيد

Molten salts and oxides

تتضمن الأملاح الصلبة والأكاسيد المركبات الأيونية مثل كلوريد الصوديوم NaCl والمركبات القطبية في الهيكل التساهمي مثل أكسيد السليكون SiO_2 ، والمركبات شبه الجزيئية مثل كلوريد الزئبق الثنائي HgCl_2 . وللمواد الصلبة في هيكلها المصهور تاريخ طويل لاستخدامها كمذيبات. فمثلا تم صنع الزجاج من (مصهور أكسيد السليكون وأكسيد الكالسيوم) منذ زمن بعيد مع إضافة أملاح فلزات عديدة كمذابات لإعطاء الألوان المختلفة. وتم استخدام الأملاح المصهورة كإلكترونيات منذ أن قام العالم Sir Humphry Davy بفصل فلزات المجموعتين الأولى والثانية من هيدروكسيدات المصهورة بالتحليل الكهربائي.

ويمكن تقسيم مثل هذه المصاهير إلى مصاهير أيونية *ionic melts*، وهي التي تتأين تماما، والمصاهير في الهيكل الزجاجي *framework/glass melts*، وهي التي تتأين جزئيا، والمصاهير الجزيئية *molecular melts* مثل كلوريد الزئبق الثنائي HgCl_2 ، وهو الذي يُظهر تأينا قليلا في المصهور. ويمكن أن تشمل المصاهير الأيونية على المركبات الأيونية الثنائية (مثل NaCl و KCl) أو كاتيونات عديدة الذرات (مثل Et_4N^+) والأنيونات (مثل NO_3^- و SO_4^{2-}).

(٤, ١, ١) التعاريف للمواد الصلبة في الهيكل المصهور

Definitions in molten framework solids

تتحطم مفاهيم الأحماض والقواعد، التي تُعد مفيدة ومناسبة كيميائياً مع المذيبات الجزيئية، وعند الأخذ في الاعتبار المواد الصلبة في الهيكل المصهور. فإن التعاريف المبنية على الأنواع الناتجة بكميات صغيرة من التأين الذاتي للمذيب الجزيئي لا تعتبر مناسبة عندما لا يوجد أيونات (مصهور ثاني أكسيد السليكون)، أو عندما تكون المذيبات تامة التأين (مصهور كلوريد البوتاسيوم). وفي عام ١٩٣٩م، أعطى يوسانوفيتش Usanovych تعريفاً عاماً للحمضية*.

الحامض هو أي مادة تستطيع أن تكون أملاحاً مع القواعد بواسطة تعادلها، لتعطي الكاتيونات، وتتحد مع الأنيونات أو تقبل الإلكترونات. والقاعدة هي أي مادة تستطيع أن تكون أملاحاً مع الأحماض خلال التعادل، لتعطي الأنيونات، التي تتحد مع الكاتيونات أو تعطي إلكترونات.

هذا التعريف عام جداً، ويغطي سلوك حامض وقاعدة برونستد، وسلوك حامض وقاعدة لويس، ويمتد لوصف بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال كتفاعلات حامض وقاعدة. على الرغم من أنها فكرة مفيدة، إلا أن تعريف Usanovych يمكن استخدامه عملياً أيضاً.

وقد طور لوكس وفلود Lux & Flood نظرية محدودة أكثر لوصف سلوك الأحماض والقواعد بمصطلحات أيون الأكسيد، O^{2-} ، ويمكن تطبيقها على المصاهير مرتفعة الحرارة. ويُعرف مفهوم لوكس-فلود الحامض بأنه مستقبل أيون الأكسيد *an oxide ion acceptor*، بينما القاعدة مانحة لأيون الأكسيد *an oxide ion donor* (المعادلة رقم ٤, ١).

* تتفاعل الأحماض والقواعد في الأملاح المصهورة. وتحتاج تعاريف الأحماض والقواعد إلى الامتداد عند تلك التعاريف المستخدمة في السوائل الجزيئية.

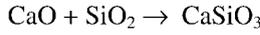
(٤, ١)



أيون أكسيد حامض قاعدة

فعند درجات الحرارة العالية، يتفاعل أكسيد الكالسيوم مع ثاني أكسيد السليكون ليعطي سليكات الكالسيوم (المعادلة رقم ٤, ٢).

(٤, ٢)

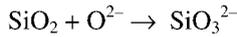


هنا، يتصرف CaO كمانح لأيون الأكسيد (أي قاعدة) (المعادلة رقم ٤, ٣)، بينما يتصرف SiO₂ كمستقبل لأيون الأكسيد (المعادلة رقم ٤, ٤).

(٤, ٣)



(٤, ٤)



يرتبط تعريف لوكس-فلود جدا مع تعريف لويس. ويُعد أيون الأكسيد، O²⁻، قاعدة لويس، فعند تفاعل CaO مع SiO₂، تكون أحماض لويس Ca²⁺ و SiO₂ في تنافس مع قاعدة لويس O²⁻. إن فكرة لوكس-فلود لقوة أيون الأكسيد المانح/المستقبل مساعدة جدا في فهم الكيمياء في مذيبات الأكسيد المصهور ومن ثم في الكيمياء الأرضية. أنشئ تدرج للحمضية/القاعدية النسبية للأكاسيد. أكاسيد مثل BaO و Cs₂O هي الأكثر قاعدية، بينما SO₃ و Cl₂O₇ الأكثر حمضية*.

من الممكن أن يمتد مفهوم لوكس-فلود لتفاعلات الحامض والقاعدة لتتضمن الأيونات السالبة الأخرى مثل أيونات الفلور F⁻، والكلور Cl⁻ (المعادلة رقم ٤, ٥).

(٤, ٥)

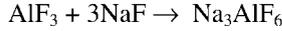


أيون هاليد حامض قاعدة

تفاعل فلوريد الصوديوم مع فلوريد الألمنيوم (المعادلة رقم ٤, ٦) يعطي الكريوليت cryolite الذي يُعتقد أنه تفاعل حامض لويس وقاعدة حيث يتحد حامض لويس AlF₃ مع ثلاثة أيونات قواعد لويس F⁻.

* تعريف لوكس-فلود مفيد في المصاهير الأيونية بتراكيز عالية من الأنيونات.

(٤, ٦)



وبالتسلسل، في مصطلحات لوكس-فلود، فإن NaF هو مانح أيون الفلوريد (أي قاعدة) و AlF_3 هو مستقبل أيون الفلوريد (أي حامض).

(٤, ٢) الهاليدات المصهورة

Molten halides

يمكن إذابة كلوريدات فلزات المجموعة الأولى بدون تفككها، ولكن درجات انصهارها عالية نسبياً، الجدول رقم (٤, ١). ويمكن تقليل درجات الانصهار بمخلوط الهاليدات لتكوين مخاليط حرجة التصلد (إيوتكتيكية) *eutectic*. مخلوط من 41 mole% مع 59 mole% له درجة انصهار ٤٥٠°م، وملائم للدراسة. ومن عيوبه أن كاتيونات الليثيوم Li^+ عُرضة للتعقيد مع أي أنيونات أخرى موجودة. كما أن مخلوط مولاري بنسبة 1:1 من NaCl و KCl له درجة انصهار ٦٥٨°م. وتوصل الأملاح المصهورة الكهرباء جيداً. فمثلاً، التوصيل النوعي لمصهور KCl عند ٨٠٠°م يكون ٢٢ ضعفاً لمحلول مائي 1 M من KCl عند ٢٥°م. المركبات الأيونية قابلة للذوبان بشدة في مثل هذه الأملاح المصهورة.

الجدول رقم (٤, ١). نقاط انصهار هاليدات المجموعة الأولى.

نقطة الانصهار	الهاليد
613°C	LiCl
801°C	NaCl
776°C	KCl
715°C	RbCl
646°C	CsCl

ومثل هذه الكلوريدات المصهورة تحتوي على كاتيونات حامض لويس قليلة (كاتيونات فلزات المجموعة الأولى عموماً لا تتعقد جيداً)، ولكن تركيز عالٍ من قاعدة لويس الجيدة. ولهذا فإنها أوساط جيدة لتكوين الكلوريدات المعقدة. وإذا أُذيب CrCl_3 و NiCl_2 في مصهور KCl ، تتكون الأنيونات $[\text{CrCl}_6]^{3-}$ و $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ على التوالي. ولا توجد تلك الكاتيونات في الماء. في مصهور KCl ويكون تركيز Cl^- مساوياً 35 M. تركيز الماء للمحاليل المائية يساوي 55.5 M. غياب الماء المقترن بتركيز Cl^- العالي، يُفضّل إنتاج أنيونات كلورو معقدة.

هذه القاعدية العالية غير مطلوبة عادة. وإضافة حامض لويس AlCl_3 لمصهور KCl يقلل تركيز أيون الكلوريد الحر حيث يُصبح معقداً إلى AlCl_3 (المعادلة رقم ٤,٧).



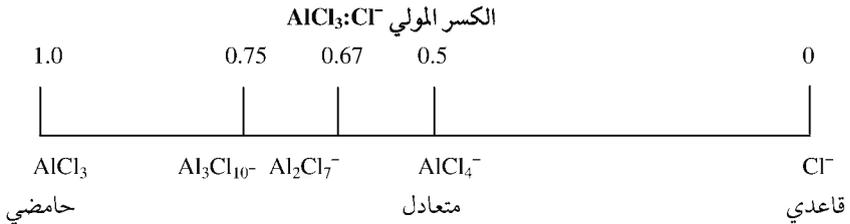
تحدث أيضاً تفاعلات ثانوية مكونة من معقدات عديدة الأنوية (المعادلتان رقم

٤,٨ و رقم ٤,٩).



وبضبط النسبة المولية $\text{AlCl}_3:\text{KCl}$ ، ويمكن عمل مصاهير متغيرة القاعدية، وذات

درجات انصهار منخفضة (الشكل رقم ٤,١).

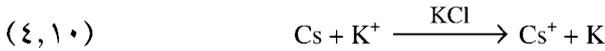


شكل رقم (٤,١). الحمضية والقاعدية في مصاهير $\text{AlCl}_3:\text{KCl}$.

(٤,٣) الفلزات في الأملاح المصهورة

Metals in molten salts

تذوب الفلزات عادة في أحد أملاحها المصهورة. ولهذا، سوف يذوب الصوديوم في مصهور NaCl، والكاديوم في مصهور CdCl₂. وعندما يذاب فلز كهريته الموجبة أكبر (مثل Cs) في ملح فلز كهريته الموجبة أقل (مثل KCl)، سوف يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال العادي، ومن ثم يُختزل K⁺ ويتأكسد Cs (المعادلة رقم ٤,١٠). وسوف يتصرف المخلوط مثل K في مصهور KCl. ومثل هذه المحاليل للفلزات يمكن الحكم عليها على امتداد تداخلات المذاب - المذيب.



(٤,٣,١) التطور المهمل بين المذاب والمذيب

Negligible solute solvent interaction

عندما يذوب البوتاسيوم في مصهور KCl يزداد التوصيل، ولهذا عند كسر مولي 0.42 يكون التوصيل ٤٠٠ ضعف الملح المصهور بمفرده. محاليل البوتاسيوم في مصهور KCl يكون لونها أزرقاً غامقاً، وتذكرنا بفلزات المجموعة الأولى (انظر القسم ٣.٣). التفاعل الابتدائي هو المعادلة رقم (٤,١١).



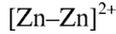
وكلما ارتفع تركيز الفلز، يحدث لمعان (بريق) للمحلول، على الرغم من أن التوصيلية قريبة من قيمتها للملح المصهور، بدلا مما تشبه الفلز. ومثل هذا السلوك مشابه لفلزات المجموعة الأولى في سائل النشار. وبالطبع، لا يمكن إعادة تكوين البوتاسيوم الفلزي بواسطة تبخير المذيب مثلما يحدث مع سائل النشار.

(٤, ٣, ٢) التداخل الذي يمكن تقديره بين المذاب والمذيب

Appreciable solute solvent interaction

يذوب العديد من الفلزات، مثل الخارصين والكاديوم والزئبق، في مصاهير كلوريداتها لتعطي أنواع غير عادية.

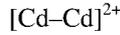
فعندما يُضاف الخارصين إلى مصهور كلوريد الخارصين $ZnCl_2$ عند -500° م يتكون مصهور أصفر. وهذا يمكن تبريده إلى الزجاج الأصفر الدايم مغناطيسي. وأكدت الدراسات الطيفية وجود أيونات Zn_2^{2+} ، (٤, ١)، كدليل على الخارصين غير الثابت جدا. عندما يُذاب الكاديوم في مصهور كلوريد الكاديوم $CdCl_2$ ، يتكون محلول أحمر بواسطة التفاعل رقم (٤, ١٢).



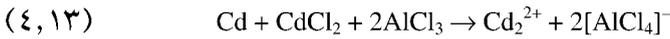
(٤, ١)



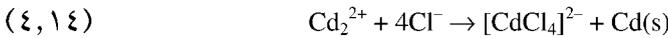
ويمكن تثبيت الأيون Cd_2^{2+} ، (٤, ٢)، المحتوي على الكاديوم الأحادي بإضافة $AlCl_3$ لتقليل تركيز Cl^- (المعادلة رقم ٤, ١٣) ويمكن فصل $Cd_2[AlCl_4]_2$ الصلب من المصهور.



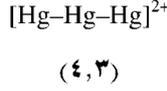
(٤, ٢)



ومع إضافة المزيد من Cl^- ، على سبيل المثال بإضافة KCl ، يختل تناسب أيون Cd_2^{2+} (المعادلة رقم ٤, ١٤).



ومع الزئبق في مصهور $\text{HgCl}_2/\text{AlCl}_3$ ، يمكن أن يتكون الكاتيون الخطي Hg_3^{2+} ،
(٤,٣) ، (المعادلة رقم ١٥, ٤).



أظهرت الدراسات على مصاهير BiCl_3 الكثير من البولي كاتيونات. أمكن التعرف على Bi_5^{3+} و Bi_8^{2+} و Bi_9^{5+} في مصاهير BiCl_3 المحتوية على AlCl_3 بكمية تكفي لجعل القاعدية (تركيز Cl^-) منخفضة جدا. أمكن أيضا التعرف على تلك الأنواع في مذيب ثاني أكسيد الكبريت (انظر القسم ١٢, ٣).

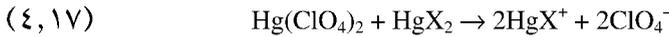
(٤, ٣, ٣) أملاح الفلزات عندما تكون القوى التساهمية سائدة

Metal salts where covalent forces are dominant

تنصهر هاليدات الزئبق الثنائي HgX_2 ، عند درجات حرارة معتدلة (HgBr_2 عند 230°C ، HgCl_2 عند 276°C). ويمكن اعتبار المصاهير كمذيبات جزيئية تساهمية ، بدلا من الأيونية. توصل المصاهير الكهربائية بفضل التأين الذاتي (المعادلة رقم ١٦, ٤).



في تلك المصاهير، تعمل أملاح الزئبق الثنائي الأخرى، مثل $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$ كأحماض معطية أيونات HgX^+ (المعادلة رقم ١٧, ٤).



تعمل هاليدات البوتاسيوم، KX ، كقواعد (المعادلة رقم ١٨, ٤).



ويمكن أن يتفاعل $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$ مع هاليدات الزئبق المصهورة في تفاعلات تعادل الأحماض والقواعد (المعادلة رقم ١٩, ٤).



(٤, ١٩)

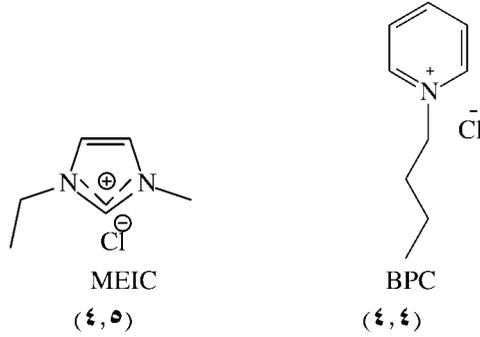
(٤, ٣, ٤) اللافلزات في المصاهير Non-metals in melts

يُظهر الكشف عن اليود I_2 المذاب في مصهور ICI/AlCl_3 أنه يمكن تكوين البولي كاتيونات I_3^+ و I_5^+ ، ويمكن فصل المركبات $\text{I}_3[\text{AlCl}_4]$ و $\text{I}_5[\text{AlCl}_4]$. وهناك دليل على أن I_2^+ مصهورا أكثر حامضية. يكوّن التيليريوم في مصهور $\text{TeCl}_4/\text{AlCl}_3$ كاتيون Te_4^{2+} الرباعي المستوي الذي يمكن فصله على شكل $\text{Te}_4(\text{AlCl}_4)_2$.

(٤, ٤) الأملاح منخفضة الانصهار

Low melting salts

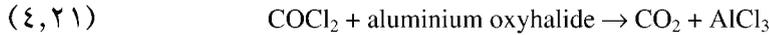
الأملاح المصهورة لها توصيلية عالية، وتُعد أوساطا ممتازة للتفاعلات الكهروكيميائية. ويمكن الكشف عن الأملاح التي تكون سائلة عند درجة حرارة الغرفة من أجل الاستخدام التجاري. ثبت أن الملحين، N-كلوريد بيوتيل البيريدنيوم N-*butylpyridinium chloride* (BPC)، (٤, ٤)، (نقطة انصهاره 131.5°C) و ١-ميثيل-٣-إيثيل كلوريد الإيميدازوليوم (MEIC) *1-methyl-3-ethylimidazolium chloride*، (٤, ٥)، (نقطة انصهاره 87°C)، لهما استخدامات خاصة. عند خلطهم مع AlCl_3 ، تنخفض نقطة الانصهار، وهذه المخاليط تكون سائلة عند درجة حرارة الغرفة. على سبيل المثال، ١-ميثيل-٣-إيثيل كلوريد الإيميدازوليوم المخروط مع AlCl_3 40-60 mole% يكون سائلا عند 25°C . يقلل AlCl_3 أيضا قاعدية لويس للمذيب. تلك الأملاح السائلة لها مدى ثبات أكسدة واختزال واسع مقداره $\pm 2\text{ V}$ ، ولهذا فإنها مذيبات كهروكيميائية مثالية.



ويحتاج تحضيرها إلى الاهتمام والعناية. كما أن تنقية الكواشف تعتبر ضرورية. ومن الضروري الحفاظ عليها بعيدا عن الماء. حيث يتفاعل ثلاثي كلوريد الألمنيوم ليعطي HCl وأكس هاليدات الألمنيوم. يمكن إزالة HCl بإضافة EtCl_3 (المعادلة رقم (٤,٢٠)).



بينما يمكن إزالة أوكسي هاليدات الألمنيوم بإضافة الفوسجين (المعادلة رقم (٤,٢١)).



تلك المصاهير الأيونية في درجة حرارة الغرفة تُعد أوساط تحضير ممتازة لمعقدات الكلورو للفلزات الانتقالية، وبطريقة مشابهة للمصاهير عالية درجة الحرارة. ومع مدى ثباتها الكهروكيميائي الواسع فإنها تُبدي مسارات جذابة لمعقدات الكلورو لحالات الأكسدة غير العادية.

الجدول رقم (٤,٢). بعض الأنواع المدروسة في مصاهير MEIC/AlCl_3 .

TiCl_6^{2-}	MnCl_4^{2-}	RuCl_6^{2-}
MoCl_6^{3-}	ReCl_6^{3-}	OsCl_6^{3-}
MoCl_6^{2-}	ReCl_6^{2-}	IrCl_6^{3-}
$\text{Mo}_2\text{Cl}_8^{3-}$	FeCl_4^-	NiCl_4^{2-}
WCl_6^{2-}	FeCl_4^{2-}	CuCl_4^{2-}

(١, ٤, ٤) أملاح كلورو نحاسات الأحادية عند درجة حرارة الغرفة

Chlorocuprate(I) room-temperature molten salts

واستخدم كلوريد النحاس الأحادي كحامض لويس بطريقة مشابهة لكلوريد الألمنيوم $AlCl_3$. عندما يُخلط $CuCl$ مع بعض هيدروكسي كلوريدات ألكيل أمونيوم، $R_3NH^+Cl^-$ ، ينتج زيتونا لونها أصفر باهت مخضر أو أخضر فاتح وهي تُعد سوائل أيونية عند درجة حرارة الغرفة.

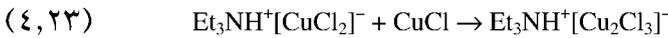
وأكثرها دراسة المتكونة من $Et_3NH_4Cl^-$ (المعادلة رقم ٤,٢٢) والجدول رقم (٤,٣).



الجدول رقم (٤,٣). خواص $Et_3NH^+[CuCl_2]^-$ عند $٢٥^\circ C$.

$123 \times 10^{-3} \text{ Pa s}$	اللزوجة، η
$4.3 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$	التوشيل النوعي، K

وتحدث تفاعلات مشابهة مع $Et_3PH^+Cl^-$ و $Et_3PCI^+Cl^-$. المركبات الألكيلية الأحادية والثنائية والرباعية المقابلة تكون مواد صلبة عند درجة حرارة الغرفة. يمكن إضافة جزيء ثاني من $CuCl$ ، مع استمرار بقاء المصهور في درجة حرارة الغرفة (المعادلة رقم ٤,٢٣).



إن مركبات كلورو نحاسات الأحادية حساسة جدا لأكسدة الهواء الجوي إلى النحاس الثنائي، والمنع الصارم للأكسجين ضروري جدا للتخصير والدراسة. هذا الاستعداد للأكسدة يحد من استخدامها. وترتبط أيونات كلورو نحاسات الأحادية بالتوازنات من المعادلة رقم (٤,٢٤) إلى رقم (٤,٢٦).





تتصرف هذه المصاهير كأوساط تركيز Cl^- فيها عالٍ. وأظهرت الدراسات على هاليدات الفلزات الانتقالية في مصاهير كلورو نحاسات الأحادية معقدات الكلورو الفلزية المتوقعة (الجدول رقم ٤, ٤).

الجدول رقم (٤, ٤). معقدات الكلورو المتكونة في المصاهير.

الهاليد	الأصناف في المصهور	الهاليد	الأصناف في المصهور
CoCl_2	$[\text{CoCl}_4]^{2-}$	NiCl_2	$[\text{NiCl}_4]^{2-}$
CrCl_3	$[\text{CrCl}_6]^{3-}$	FeCl_3	$[\text{FeCl}_6]^{3-}$
TiCl_3	$[\text{TiCl}_6]^{3-}$	MnCl_3	$[\text{MnCl}_4]^-$
VCl_3	$[\text{VCl}_6]^{3-}$		

يعطي النظام ١-ميثيل-٣-إيثيل كلوريد الإيميدازوليوم/كلوريد النحاس الأحادي مصاهير أيونية مشابهة عند درجة حرارة الغرفة.

(٤, ٤, ٢) البروتونات في المصاهير الحمضية

Protons in acidic melts

عندما يُذاب HCl في مخلوط 1:1 من ١-ميثيل-٣-إيثيل كلوريد الإيميدازوليوم (MEIC)، (٤, ٥)، وكلوريد الألمنيوم AlCl_3 ، فإن المخلوط يتصرف كحامض فائق الحمضية مع دالة هامت الحمضية (انظر القسم ١, ٢) -12.6 H_0 . في مخلوط 1:2 من $\text{MEIC}:\text{AlCl}_3$ ، يمكن الحصول على H_0 منخفضة حتى -18 . مثل هذه الأوساط عالية الحمضية أسهل جدا في التعامل معها من الأحماض فائقة الحمضية التقليدية HF/SbF_5 أو $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{SbF}_5$ في تلك المصاهير الحمضية، إن الأنواع المحتوية على الهيدروجين فقط تكون جزيئية حتى يمكن أن يتذاب HCl بواسطة AlCl_4^- و Al_2O_7 بواسطة MEI^+ .

(٤, ٤, ٣) رباعي ألكيل النشادر رباعي ألكيل البورات

Tetraalkylammonium tetraalkylborates

كلا المصهورين اللذين سبق ذكرهما لهما خواص حامض وقاعدة لويس ملموسة. إن المصاهير الأيونية في درجة حرارة الغرفة بدون هذه الخواص المانحة والمستقبلة هي المبنية على رباعي ألكيل النشادر رباعي ألكيل البورات. أهم الأمثلة المدروسة $[Et_3(n\text{-hexyl})N^+][Et_3(n\text{-hexyl})B^-]$. هذا الملح سائل عند درجة حرارة الغرفة، ولكن له لزوجة أعلى ملموسة عند السائل الجزيئي التساهمي المحتوي على وحدات متشابهة، مثل ثلاثي إيثيل هكسان. وذوبانية المذابات مشابهة للمذابات في الألكانات. يبدو أن مثل هذه المركبات الأيونية السائلة ليس لديها أي مميزات خاصة كأوساط تفاعل.

(٤, ٥) مصاهير نترات فلزات المجموعة الأولى

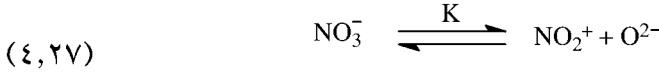
Group 1 metal nitrate melts

نترات فلزات المجموعة الأولى لها نقاط انصهار أقل من الكلوريد المقابلة (الجدول رقم ٤.٥).

الجدول رقم (٤, ٥). نقاط انصهار نترات المجموعة الأولى مقارنة مع كلوريداتها.

النترات	نقطة الانصهار (MP/°C)	الكلوريد	نقطة الانصهار (MP/°C)
LiNO ₃	255	LiCl	613
NaNO ₃	307	NaCl	801
KNO ₃	334	KCl	776

وبخلط الأملاح يمكن عمل مصاهير منخفضة الانصهار حرجة التصلد، $NaNO_3/KNO_3$ بنسبة 1:1 عند ٢٢٠°م، LiO_3/KNO_3 بنسبة 1:1.33 عند ١٣٢°م. يمكن أن تعمل النترات المصهورة كقواعد لويس-فلود ضعيفة (مانحات أيون أكسيد) مع التوازن رقم (٤, ٢٧) يحدث فقط مدى ضعيف جدا.



ثابت التوازن K يساوي 2.7×10^{-26} M عن 250° م، ويساوي 5.7×10^{-24} M عند 300° م في $\text{NaNO}_3/\text{KNO}_3$ 1:1.

ومع التسخين، تتفكك النترات إلى نيتريت (المعادلة رقم ٤, ٢٨)، وتحتوي مصاهير النترات أيضا على بعض النيتريت.



وتُعد النيتريتات قواعد لوكس-فلود أقوى من النترات مع ثابت توازن للمعادلة رقم ٤, ٢٩ أكبر قليلا 10^{10} من النترات.

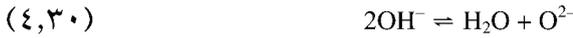


تحتوي النترات المصهورة على NO_2^- و O_2 و NO^+ و NO_2^+ ، وأيضا NO و NO_2 المتكون بواسطة تفاعل تلك الأيونات. ومع هذه الزيادة من الكواشف، تُعد النترات المصهورة عوامل مؤكسدة قوية. من الأفضل أن نتجنب التلامس مع الفلزات النشطة مثل الألمنيوم، وكذلك السيانيدات والمركبات العضوية أو المواد الأخرى التي يسهل أكسدتها، يمكن أكسدتها بقوة تحضيرية. واستخدمت مصاهير النترات كفلزات مهبطية إلكترولية مع غطاء سميك من أكسيد الفلز. واستخدمت مصاهير النترات لتحضير أكاسيد الفلزات من أملاحها. كما يمكن تحضير الأكاسيد المستخدمة تجاريا مثل الألومينا (Al_2O_3) والزركونيا (ZrO_2) والتيتانيا (TiO_2) والهافنيا (HfO_2) واليتريا (Y_2O_3) لاستخدامها كحفازات أو داعمة للحفازات.

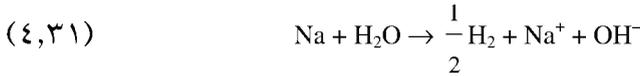
(٤,٦) مصاهير الهيدروكسيدات كمذيبات

Hydroxide melts as solvents

استخدمت هيدروكسيدات الفلزات المصهورة بواسطة Sir Humphry Davy عام ١٨٠٧ م في تحضيراته الكهروكيميائية الرائدة لفلزات المجموعتين الأولى والثانية. وحيث إن هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم لهما نقاط انصهار عالية (٣١٨ و ٣٦٠°م على التوالي) فإن الدراسات تُجرى عادة على مخلوط ١ : ١ (نقطة الغليان ١٧٠°م). يخوض أيون الهيدروكسيد إضافة بروتون آلية (المعادلة رقم ٤,٣٠).



ومع توافق تعريف الأحماض والقواعد بمصطلحات إنتاج الأنواع المتكونة في التآين الذاتي للمذيب، في الهيدروكسيدات المصهورة يكون الماء حمضيا، بينما أكاسيد الفلزات مثل CaO تكون قاعدية. ويمكن رؤية حمضية الماء من تفاعله العنيف مع فلز الصوديوم في الهيدروكسيد المصهور (المعادلة رقم ٤,٣١).



نافذة ثبات الأكسدة والاختزال حوالي 2V، من اختزال كاتيون فلز المجموعة الأولى إلى العنصر إلى أكسدة الهيدروكسيد إلى الأكسيد الفائق.

(٤,٧) الأكاسيد كمذيبات

Oxides as solvents

مدى الأكاسيد من المركبات الأيونية مثل Li₂O و MgO عبر المواد الأصلية في الشكل القطبي مثل B₂O₃ و SiO₂ إلى السوائل الجزيئية مثل CO₂ و SO₂. فوق نقاط انصهارهم، تأين السوائل في الشكل القطبي لها لزوجات عالية جدا (الجدول رقم ٤,٦) وتوصيل نوعي منخفض جدا، $<10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$.

الجدول رقم (٤,٦). نقاط الانصهار واللزوجة لبعض الأكاسيد.

	نقطة الانصهار $M_p/^\circ C$	اللزوجة $\eta/Pa s$
B_2O_3	450	10^4
SiO_2	1710	10^6
GeO_2	1115	10^6
As_2O_3	309	10^5

المزيد من الأكاسيد الأيونية لها نقاط انصهار عالية، ولكن التوصيل النوعي أعلى بكثير (الجدول رقم ٤,٧).

الجدول رقم (٤,٧). نقاط الانصهار والتوصيل النوعي لبعض الأكاسيد.

	نقطة الانصهار $M_p/^\circ C$	التوصيل النوعي $\kappa /S cm^{-1}$
MgO	2800	35
CaO	2580	40
Al_2O_3	2050	15
TiO_2	1650	10

سوف تُذيب أكاسيد الهيكل المصهور الأكاسيد الأيونية، مقللة درجات الانصهار. وهكذا، سوف يذيب SiO_2 و B_2O_3 كلا من Li_2O و CaO و FeO و CoO و PbO مقللا درجة الانصهار حتى $400^\circ C$. وتعكس توصيلية المصاهير الأيونات في المحلول. أيضا، تقل اللزوجة كثيرا. إضافة $2.5 \text{ mole\% } K_2O$ إلى SiO_2 عند $1600^\circ C$ تقلل اللزوجة من 2×10^6 إلى $2 \times 10^2 Pa s$. عندما تُضاف الأكاسيد الأيونية فإن أنيونات الأكسيد تشوش الشكل البنائي لهيكل SiO_2 ، وتتكون الوحدات الأيونية الأصغر. بالنسبة إلى CaO 50% في SiO_2 وليستونيت (wolstonite) يتكون الشكل البنائي من كاتيونات Ca^{2+} وأنيونات $Si_3O_9^{6-}$.

(١, ٧, ٤) الزجاج Glass

تمثل مصاهير تلك الأكاسيد أساس صناعة الزجاج. تبرّد مصاهير SiO_2 مع Na_2O مذاب (مضاف على شكل Na_2CO_3) و CaO (مضاف على شكل CaCO_3) لتعطي زجاج "الصودا" العادي الذي يؤلف 90% من إنتاج الزجاج. إضافة B_2O_3 7-10% تكون زجاج بورو سليكات المألوف. وتمنح محاليل أكاسيد الفلزات الانتقالية اللون. ولهذا، فإن CaO المضاف يصنع الزجاج الأزرق، Cr_2O_3 الأخضر، NiO البنفسجي، FeO الأخضر. يتكون الزجاج الخاص بإذابة مواد مضافة أخرى. على سبيل المثال، إضافة PbO تعطي زجاج الرصاص، المفيد في الحماية من الإشعاع. خواص المذيب لمصاهير SiO_2 أساسية لإنتاج مواد الألياف البصرية المستخدمة في نقل المعلومات.

(٨, ٤) مسائل

Problems

- (١, ٤) لماذا يكون AgCl ذائباً في مصهور $\text{AlCl}_3:\text{MEIC}$ 1:2، متى تتوقع أن تجبر أيونات الكلوريد التوازن $\text{AgCl} = \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ نحو الجانب الأيسر؟
- (٢, ٤) لماذا يوجد بولي كاتيونات اليود في الهاليدات المصهورة وفي الأحماض فائقة الحمضية، ولكن لا يوجد في المذيبات الأخرى؟

المسرد والاختصارات

Glossary and abbreviations

ثابت ثنائي الكهربية، السماحية النسبية	ϵ_r
اللزوجة	η
التوصيل النوعي	K
العزم ثنائي القطب	μ
معامل الانكسار (عند $\lambda = 589.3 \text{ nm}$)	n_D
اللوغاريتم السالب لثابت تفاعلات انتقال البروتون الآلية، ثابت التوازن للتفاعل المتوازن: $2\text{HS} = \text{H}_2\text{S}^+ + \text{S}^-$	pK_{auto}
العدد المستقبل (انظر القسم ١.٥)	AN
-N,N ثنائي ميثيل فورماميد	DMF
ثنائي ميثيل سلفوكسيد	DMSO
العدد المانح (جوتمان) (انظر القسم ١.٥)	DN
القوة الدافعة الكهربية	EMF
مستقبل زوج إلكتروني	EPA
مانح زوج إلكتروني	EPD
مستقبل رابطة هيدروجينية	HBA
مانح رابطة هيدروجينية	HBD
سداسي ميثيل فسفور أميد ($\equiv \text{HMPT}$)	HMPA

سداسي ميثيل فسفوريك ثلاثي أميد (HMPA=)	HMPT
الكتلة المولية النسبية	RMM
رباعي هيدرو فيوران	THF
المذيب HS يمكن أن ينتقل إليه بروتون ليعطي H_2S^+ ويمكن أن ينتزع منه بروتون ليعطي S^-	مذيب مانح للبروتون
مذيب يتكون من جزيئات ثنائية القطب	مذيب ثنائي القطب
المذيب الذي تذوب فيه المركبات الأيونية جيدا لتعطي محاليل موصلة جيدة للكهرباء	مذيب إلكتروليتي
كاتيون وأنيون مرتبطان معا بقوة كهربية ساكنة، مع توريط صغير للمذيب	زوج أيوني
المذيب الذي تذوب فيه المركبات الأيونية بضآلة، ويعطي تجمعه توصيلية منخفضة	مذيب غير إلكتروليتي
المذيب الذي لا تتذابوب فيه بسهولة المركبات العضوية ثنائية القطب أو الأيونات غير العضوية	مذيب غير قطبي
المذيب الذي لا يُنتج بروتونات بسهولة	مذيب غير مولّد للبروتونات
المذيب الذي تتذابوب فيه المركبات العضوية ثنائية القطب والأيونات غير العضوية	مذيب قطبي
المذيب الذي تتحرك فيه الإلكترونات بسهولة تحت تأثير مجال كهربائي	مذيب قابل للاستقطاب
نتائج حركة إلكترون في جزيء نتيجة لمجال كهربائي خارجي	الاستقطاب
المذيب الذي يعطي البروتونات بسهولة (≡ مولّد للبروتونات)	مذيب مانح للبروتونات
المذيب الذي يُنتج البروتون بسهولة	مذيب مولّد للبروتونات
مذيب بذرة (ذرات) محتوية على زوج منفرد حيث يمكن انتقال بروتون إليه بسهولة	مذيب أليف للبروتونات
المذيب الذي لا يمكن انتقال بروتون إليه بسهولة	مذيب كاره للبروتونات

الجدول رقم (أ-١). المذيبات الالمانية الجزيئية الشائعة وخواصها.

Solvent (with common abbreviation)	Mp/°C	Bp/°C	pK _{auto} *	ϵ_r at 25 °C unless given	n_D at 20 °C unless given	μ/D	DN /kcal mol ⁻¹ †	E _T ^N
Acetic acid (AcOH)	16.7	117.9	14.45	6.15 (20 °C)	1.3719	1.68	20	0.82
Acetone	-94.7	56.1	32.5	20.56	1.3587	2.69	17	0.355
Acetonitrile (AN)	-43.8	81.6	>33.3	35.9	1.3441	3.44	14.1	0.47
Ammonia	-77.7	-33.35	32.5(-33°C)	23.9 (-33°C)	1.325(15°C)	1.82	~50	
Benzene	5.5	80.1		2.27	1.5011	0	0.1	0.111
Bromine trifluoride	8.8	125.8		107		1.19		
Chloroform	-63.5	61.2		4.81	1.4459	1.15	4	0.259
Cyclohexane	6.7	80.7		2.02	1.4262	0		0.006
Dichloromethane (DCM)	-94.9	39.6		8.93	1.4242	1.14	1	0.309
Diethyl ether	-116.3	34.4		4.20	1.3524	1.15	19.2	0.117
N,N-Dimethylformamide (DMF)	-60.4	153.0	27-29	36.71	1.4305	3.86	26.6	0.404
Dimethyl sulfoxide (DMSO)	18.5	189	33.3	46.45	1.4793	3.9	29.8	0.444
Dinitrogen tetroxide	-11.2	21.15		2.42		0		
Ethanol (EtOH)	-114.5	78.3	18.88	24.55	1.3614	1.66	-32	0.654
Ethyl acetate	-83.55	77.1	22.83	6.02	1.3724	1.88	17.1	0.228
Ethylenediamine 1,2-diaminoethane	8.5	118	15.2	12.9	1.4543	1.90	55	0.350
Fluorosulfonic acid	-89.0	162.7	7.4			3.78 [‡]		
Hexane	-95.3	68.7		1.88	1.3749	0	0	0.012
Hexamethylphosphoramide (HMPA, HMTA) [§]	7.2	233	20.56	29.6	1.4588	5.54	38.8	0.315
Hydrazine	1.4	113.5	13	52.9	1.5568	1.85	44	
Hydrogen fluoride	-83.36	19.51	12.3	84		1.83		
Methanol	-97.7	64.5	17.2	32.66	1.3284	2.87	19-30	0.762
Nitromethane	-28.55	101.2	>24	35.94	1.3819	3.56	2.7	0.481
Sulfur dioxide	-75.5	-10.1		20(-40°C)	1.357(13 °C)	1.62		
Sulfuric acid	10.4	-290(d)	3.33	100	1.43	2.73		
Tetrahydrofuran (THF)	-108.4	66.0		7.58	1.4072	1.75	20	0.207
Water (for comparison)	0.0	100	14.0	78.3	1.3330	1.83	18-33	1.000

*Compilations of pK_{auto} data may be in *molarity* or *molality* units which accounts for variations.

† A range of values reflects disagreement between various techniques.

‡ From molecular modelling calculation.

§ ≡ Hexamethylphosphoric triamide.

المراجع

Bibliography

- T. A. Donnell, *Superacids and Acidic Melts as Inorganic Reaction Media*, VCH, Weinheim, 1993.
- J. J. Lagowski, (Ed.), *The Chemistry of Non-aqueous Solvents*, Vols 1–5, Academic Press, New York, 1966–1978.
- G. Mamantov and A. I. Popov, (Eds.), *Chemistry of Nonaqueous Solutions — Current Progress*, VCH, New York, 1994.
- Y. Marcus, *Ion Solvation*, Wiley-Interscience, Chichester, 1985.
- D. Nicholls, *Inorganic Chemistry in Liquid Ammonia*, Elsevier, Amsterdam, 1979.
- O. Popovych and R. P. T. Tomkins, *Nonaqueous Solution Chemistry*, Wiley, New York, 1981.
- Ch. Reichardt, *Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry*, 2nd Edn, VCH, Weinheim, 1988.
- L. Šafářik and Z. Stránský, *Titrimetric Analysis in Organic Solvents*, Vol 22 of Wilson and Wilson's *Comprehensive Analytical Chemistry*, Ed. G. Svehla, Elsevier, Amsterdam, 1986.
- B. Trémillon, *Reactions in Solution — an Applied Analytical Approach*, Wiley, Chichester, 1997.

إجابات المسائل

Answers to problems

(١,١) بينما يكون ϵ_r متنبيئ جيد للقبطية، فإن الخواص الكيميائية الأخرى للمذبيات هامة. هنا، الأعداد المانحة للأستونيتريل (14.1) والبيريدين (33) وهي ليست أعلى من الماء. النحاس (I) الأحادي كاتيون لئِن، والأستونيتريل والبيريدين مذبيات لينة لها ألفة خاصة للكاتيونات اللينة.

(١,٢) يزدوج حامض الخليك بقوة ليعطي سائلا منخفض القطبية (انظر القسم ١,٣). في وجود زيادة من الماء ذي الرابطة الهيدروجينية تنكسر الجزئيات المزدوجة.

(٢,١) أ) المذبيات التي تغطي مدى الرقم الهيدروجيني 0-7 pH على الشكل رقم (٢,٢) تتضمن الماء والإيثانول والأستونيتريل. جميعها يمكن استخدامها.

ب) المذبيات التي تغطي مدى الرقم الهيدروجيني 20-27 pH على الشكل رقم (٢,٢) تتضمن الأستونيتريل وثنائي ميثيل فورماميد ... إلخ.

(٢,٢) ١) يتم نشدرة N^{3-} في سائل النشار إلى الأميد، $3NH_3 + N^{3-} \rightarrow 4NH_2^-$ ومن ثم يكون قاعديا.

(٢) في سائل النشار يكون حامض الخليك حامضا قويا، ويتفكك تماما إلى NH_4^+ و OAc^- . وهكذا فإن KOAc يمثل ملح الحامض (HOAc) وقاعدة قوية (KNH_2) ولا يغير من الحمضية/القاعدية في سائل النشار.

(٣) يذوب NaHSO_4 في H_2SO_4 ليعطي أيونات HSO_4^- ، أيون اللابات لحامض الكبريتيك. إنه يجعل المحلول أكثر قاعدية.

(٣، ١) يذوب N_2O_4 ليعطي NO^+ و NO_3^- . ولهذا فإن النواتج النهائية تكون:



(٣، ٢) N_2H_4 و NH_2NO_2 (نيتراميد)، Hg_3N_2 و CH_3NH_2 و $\text{OC}(\text{NH}_2)_2$ (يوربا) و $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$.

(٣، ٣) HF النقي مانح بروتون نقي جدا، ولهذا فإن EtOH سوف ينتقل إليه بروتون ليصبح EtOH_2^+ ، NH_3 سوف ينتقل إليها بروتون لتصبح NH_4^+ ، وسوف ينتقل بروتون إلى PhCO_2H ليصبح $\text{PhCO}_2\text{H}_2^+$.

(٤، ١) في المصاهير الغنية بالكلوريد، يُكوّن حامض لويس Ag^+ أنيونات كلورو معقدة ذاتية $[\text{AgCl}_n]^{(n-1)-}$ حيث $(n = 2-4)$.

(٤، ٢) تُعد بولي كاتيونات اليود أحماض لويس قوية والتي تتناسق ومن ثم تتفاعل مع قواعد لويس. في الأحماض فائقة الحمضية والمصاهير الغنية بكلوريد الألمنيوم فإن تراكيز قواعد لويس تكون منخفضة جدا ومن ثم فإن الكاتيونات الفعالة جدا لن تجد مادة متفاعلة لتفككها.

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي - إنجليزي

أ

reduction of solvent	اختزال المذيب
supercritical fluids uses	استخدامات السوائل فوق الحرجة
solvents uses	استخدامات المذيب
acids and bases levelling	استواء الأحماض والقواعد
solvent levelling	استواء المذيب
solvent extraction	الاستخلاص بالمذيب
polarization	الاستقطاب
induced polarization	الاستقطاب المستحث (المحفز)
oreintational polarization	الاستقطاب الموجه
oriental polarization	الاستقطاب الموجه
levelling	الاستواء (التعلية)
homoconjugation	الاقتران المتجانس
autoprotolysis	الانتقال الذاتي للبروتون

sulfuric acid autoprotolysis	الانتقال الذاتي للبروتون في حامض الكبريتيك
donor acids	الأحماض المانحة
superacids	الأحماض فائقة الحمضية
HSAB and solvents	الأحماض والقواعد القاسية واللينة والمذيبات
ion pairs	الأزواج الأيونية
ion-pairs in ammonia	الأزواج الأيونية في الشادر السائلة
ion-pairs in acetic acid	الأزواج الأيونية في حامض الخليك
acetonitrile	الأسيتونيتريل
oxidation of hydrogen fluoride	الأكسدة في فلوريد الهيدروجين
alkalides	الأكاليدات
low melting salts	الأملاح منخفضة الانصهار
ammoniated electrons	الإلكترونات الشادرية
electrons in liquid ammonia	الإلكترونات في الشادر السائلة
electrides	الإكتريدات
proton transfer in sulfuric acid	انتقال البروتون في حامض الكبريتيك
ϵ_r , see dielectric constant	انظر ثابت ثنائي الكهربية
δ , see solubility parameter	انظر متغير الذوبانية
apatite	أباتيت
Lewis acids	أحماض لويس

acceptor acids	أحماض مستقبلة
solvation numbers of anions	أعداد التذابب للأنيونات
cations solvation numbers	أعداد التذابب للكاتيونات
molten oxides	أكاسيد مصهورة
oxidation of solvent	أكسدة المذيب
molten salts	أملاح مصهورة
lyate ion	أيون لايات
lyonium ion	أيون ليونيوم
ethanol	إيثانول
ethylenediamine	إيثيلين ثنائي الأمين

ب

protons in acidic melts	البروتونات في المصاهير الحمضية
polycations in superacids	البولي كاتيونات في الأحماض فائقة الحمضية
polycations in molten salts	البولي كاتيونات في الأملاح المصهورة
Brönsted	برونستد

ت

self-ionization of liquid ammonia	التأين الذاتي للشادر السائلة
self ionization of dinitrogen tetroxide	التأين الذاتي لثنائي النيتروجين رباعي الأكسيد

self -ionization, see autoprotolysis	التأين الذاتي ، انظر الانتقال الذاتي للبروتون
cavities in liquid ammonia	التجاويف في النشادر السائلة
cavity in solvent	التجويف داخل المذيب (جوف المذيب)
solvolysis	التحلل بالتفاعل مع المذيب
bromine trifluoride electrolysis	التحليل الكهربائي لثلاثي فلوريد البروم
ion-solvent interactions	التداخلات بين الأيون والمذيب
dipole-solvent interactions	التداخلات ثنائية القطب - المذيب
dipole-dipole interactions	التداخلات ثنائية القطب-ثنائية القطب
solvatochromism	التداوب اللوني
solvation in liquid ammonia	التداوب في النشادر السائلة
solvolysis in liquid ammonia	الترابط بمجزئات المذيب في النشادر السائلة
speciation in sulfuric acid	التطور النوعي في حامض الكبريتيك
solubility-governed reactions	التفاعلات المحكومة بالذوبانية
reactions in superacids	التفاعلات في الأحماض فائقة الحمضية
discrimination, see differentiation	التمييز ، انظر المفاضلة
conductance in sulfuric acid	التوصيل في حامض الكبريتيك
effect of solvent on solvation enthalpies	تأثير المذيب على إنتالبي التداوب
effect of solvents on NMR chemical shifts	تأثير المذيبات على الإزاحات الكيميائية للرنين النووي المغناطيسي

effect of solvents on redox potentials	تأثير المذيبات على جهود الأكسدة والاختزال
dispersion attraction	تجاذب التشتت (التفريق)
solvent cavity	تجويف المذيب (جوف المذيب)
cryoscopy in sulfuric acid	تحديد نقطة تجمد السوائل في حامض الكبريتيك
solvolysis of anions	تحلل الأنيونات بالتعامل مع المذيب
solvolysis of neutral molecules	تحلل الجزيئات المتعادلة مع المذيب
solvolysis of cations	تحلل الكاتيونات بالتعامل مع المذيب
dipole-dipole interaction	تداخل ثنائي القطب-ثنائي القطب
π^* scale of dipolarity/polarizability	تدرج (مقياس) π^* للقطبية الثنائية/القابلية للاستقطاب
pH scale	تدرج (مقياس) الرقم الهيدروجيني
physical polarity scales	تدرجات القطبية الفيزيائية
chemical polarity scales	تدرجات القطبية الكيميائية
solvation	تذاب
solvates	تذابات
composition of nitrate melts	تركيب مصاهير النترات
solvent classification	تصنيف المذيب
classification of solvents	تصنيف المذيبات
modelling of solvents	تصنيف (نمذجة) المذيبات
Kolthoff classification	تصنيف كولسوف
solvents application	تطبيق المذيبات

acid-base neutralization in liquid water	تعاادل الحامض والقاعدة في الماء السائل
acid-base neutralization in liquid ammonia	تعاادل الحامض والقاعدة في النشادر السائلة
definition of E_T^N	تعريف E_T^N
acids and bases solvent-based definition	تعريف الأحماض والقواعد المبني على المذيب
definition of donor number	تعريف العدد المانح
dipole moment definition	تعريف العزم ثنائي القطب
acids and bases Arrhenius definition	تعريف أرهينيوس للأحماض والقواعد
acids and bases Brönsted-Lowry definition	تعريف برونستد-لوري للأحماض والقواعد
Usanovych definition	تعريف يوسانوفيتش
ammonia, liquid acid-base reactions	تفاعلات الأحماض والقواعد في النشادر السائلة
redox reactions	تفاعلات الأكسدة والاختزال
reactions of ammoniated electrons	تفاعلات الإلكترونات النشادرية
double decomposition reactions	تفاعلات التفكك الثنائي (المضاعف)
metathetical reactions	تفاعلات التفكك المزدوج
acid-base reactions	تفاعلات الحامض والقاعدة
acid-base reactions in inert solvents	تفاعلات الحامض والقاعدة في المذيبات الخاملة
polarity assessment	تقدير القطبية

polarity assessment by molecular properties	تقدير القطبية بواسطة الخواص الجزيئية
polarity assessment by bulk properties	تقدير القطبية بواسطة الخواص الجسمية
polarity assessment from chemical properties	تقدير القطبية من الخواص الكيميائية

ث

autoprotolysis constant	ثابت الانتقال الذاتي للبروتون
dielectric constant	ثابت ثنائي الكهربية (ثابت العزل الكهربائي)
sulfur dioxide	ثاني أكسيد الكبريت
trifluoromethylsulfonic acid	ثلاثي فلوروميثيل حامض السلفونيك
bromine trifluoride	ثلاثي فلوريد البروم
dipole	ثنائي القطب (ذو القطبين)
instantaneous dipole	ثنائي القطب الحظي
dinitrogen tetroxide	ثنائي النيتروجين رباعي الأكسيد
1,2-diaminoethane, see ethylene diamine	ثنائي أمينو إيثان ، انظر إيثيلين ثنائي الأمين
dimethyl sulfoxide	ثنائي ميثيل سلفوكسيد
dimethylformamide	ثنائي ميثيل فورماميد
N,N-dimethylformamide	N,N-ثنائي ميثيل فورماميد

ج

standard electrode potential, variation with pH	جهد القطب القياسي ، التغير مع الرقم الهيدروجيني
cyclic voltammetry	جهدية دائرية (فولتامترية دورية)

Gutmann, Viktor

جوتمان ، فيكتور

ح

pyrosulfuric acid

حامض البيروكبريتيك

trifilic acid, see trifluoro-
methylsulfonic acid

حامض الترايفيليك ، انظر ثلاثي
فلوروميثيل حامض السلفونيك

acetic acid

حامض الخليك

fluorosulfonic acid

حامض الفلوروسلفونيك

sulfuric acid

حامض الكبريتيك

magic acid

حامض سحري

hydrogen fluoride superacid

حامض فلوريد الهيدروجين فائق
الحمضية

conjugated acid

حامض مقترن

carrier

حامل (ناقل)

size of primary hydration sphere

حجم المجال الكروي الابتدائي للتميؤ

hydrogen fluoride handling

حمل فلوريد الهيدروجين ونقله

relative acidities of solvents

الحموضة النسبية للمذيبات

خ

hydrogen-bond donor properties of
solvents

خواص المذيبات المانحة للرابطة
الهيدروجينية

hydrogen-bond acceptor properties of
solvents

خواص المذيبات المستقبلة للرابطة
الهيدروجينية

Lewis acid-base properties of solvents	خواص حامض لويس وقاعدته للمذيبات
Lewis acid-base correlation with physical properties of compounds	خواص حامض لويس وقاعدته مع الخواص الفيزيائية للمركبات
heat sink	خافض للحرارة
acidity function, H_0	دالة الحمضية، H_0
Hammett acidity function, see acidity function	دالة هاممت الحمضية، انظر الدالة الحمضية
critical temperature	درجة حرارة حرجة
Gibbs free energy cycle for solution of ionic compound	دورة طاقة جيبس الحرة لمحلول مركب أيوني
solubilities in liquid ammonia	الذوبانيات في النشادر السائلة
solubilities in hydrogen fluoride	الذوبانيات في فلوريد الهيدروجين
solubility	الذوبانية
solubilities in acetic acid	الذوبانية في حامض الخليك
solubility in sulfuric acid	الذوبانية في حامض الكبريتيك
tetrahydrofuran	رباعي هيدروفيوران
hydrogen bonding in hydrogen fluoride	الرابطة الهيدروجينية في فلوريد الهيدروجين

effective pH

الرقم الهيدروجيني المؤثر

ز

glass

زجاج

contact ion pair

زوج أيوني متلامس (متلاصق)

س

liquid ammonia, see ammonia

سائل النشادر، انظر النشادر

hexamethyl phosphoramidate, see
hexamethylphosphoric triamide

سداسي ميثيل فسفور أميد، انظر
سداسي ميثيل فسفوريك ثلاثي
أميد

hexamethylphosphoric triamide

سداسي ميثيل فسفوريك ثلاثي أميد

amphoteric behavior in liquid
ammonia

السلوك المتردد في النشادر السائلة

relative permittivity, see dielectric
constant

السماحية النسبية، انظر ثابت ثنائي
الكهربية

supercritical fluids

السوائل فوق الحرجة

superphosphate

سوبر فوسفات

ش

ammonia structure of solid

الشكل البنائي الصلب للنشادر

ص

sodium in liquid ammonia

الصوديوم في النشادر السائلة

ض

cohesive pressure	ضغط التماسك
critical pressure	ضغط حرج

ط

cohesive energy	طاقة التماسك
cohesive energy of hydrogen bonding	طاقة التماسك للرابطة الهيدروجينية
Gibbs free energy of solution	طاقة جيبس الحرة لمحلول
length of pH scale	طول مؤشر الرقم الهيدروجيني
hydration free energies	الطاقات الحرة للتميؤ (الإماهة)

ع

ammonia family of compounds	عائلة مركبات النشادر
hardness of solvents	عسر المذيبات
hardness and softness of solvents, table	عسر ويسر المذيبات ، جدول
E_T^N correlation with acceptor number	علاقة E_T^N المتبادلة مع العدد المستقبل
polarizabilities relationship to refractive index	علاقة القابلية للاستقطاب بمعامل الانكسار
acceptor number	العدد المانح
DN, donor number	العدد المانح
AN, acceptor number	العدد المستقبل

ف

bone	فحم حجري
------	----------

group 1 metals in ethylenediamine	فلزات المجموعة الأولى في الإيثيلين ثنائي الأمين
hydrogen fluoride	فلوريد الهيدروجين
metals in molten salts	الفلزات في الأملاح المصهورة
metals in liquid ammonia	الفلزات في النشادر السائلة
ق	
proton mobility in water	قابلية التحرك للبروتون في الماء
conjugated base	قاعدة مقترنة
solvent basicity	قاعدية المذيب
solvent polarity, see polarity	قطبية المذيب ، انظر القطبية
Lewis bases	قواعد لويس
acceptor bases	قواعد مستقبلة
dispersion forces	قوى التشتت
polarography	قياس الاستقطابية
pH measuring	قياس الرقم الهيدروجيني
NMR measurement of solvation numbers	قياس الرنين النووي المغناطيسي لأعداد التداوب
NMR measurement of acceptor number	قياس الرنين النووي المغناطيسي للعدد المستقبل
polarizabilities	القابليات للاستقطاب
polarizability	القابلية للاستقطاب

polarity	القطبية
polarity in molecules	القطبية في الجزيئات
donor bases	القواعد المانحة
bases, solvent-based definition	القواعد، التعريف المبني على المذيب
ك	
cations	كاتيونات
cryolite	كريوليت
ل	
softness of solvents	ليونة المذيبات
م	
oxide ion donor	مانح أيون الأكسيد
solubility parameter	دالة الذوبانية
solubility parameter of solids	دالة الذوبانية للمواد الصلبة (الجوامد)
mean spherical approximation, solvent model	متوسط المجال الكروي التقريبي، نموذج المذيب
eutectic mixtures	مخاليط إيوتكتية
supercritical fluids phase diagram	مخطط الطور للسوائل فوق الحرجة
effective pH range of solvents	مدى الرقم الهيدروجيني المؤثر للمذيبات
dipolar solvent	مذيب ثنائي القطب
inert solvent	مذيب خامل

aprotic solvent	مذيب غير بروتوني (متعادل) لا حامضي ولا قاعدي
amphiprotic solvent	مذيب متردد (ذو خصائص حمضية وقاعدية)
oxide ion acceptor	مستقبل أيون الأكسيد
glass melts	مصاهير الزجاج
nitrate melts	مصاهير النترات
hydroxide melts	مصاهير الهيدروكسيد
ionic melts	مصاهير أيونية
molecular melts	مصاهير جزيئية
chlorocuprate melts	مصاهير كلورو نحاسات
Born equation	معادلة بورن
Kirkwood equation	معادلة كيركود
refractive index	معامل الانكسار
activity coefficients, effect of solvent	معاملات الفاعلية، تأثير المذيب
transfer activity coefficients	معاملات فعالية الانتقال
acid-base titrations	معايير الأحماض والقواعد
redox titrations	معايير الأكسدة والاختزال
acid-base reactions titrations	معايير تفاعلات الحامض والقاعدة
differentiation	مفاضلة (تمييز)
solvent differentiating	مفاضلة المذيب

titration curves	منحنيات المعايرة
kinetic stability zone	منطقة الاستقرار (الثبات) الحركية
hydration sphere, primary	المجال الكروي الابتدائي للتميؤ
cations solvation spheres	المجالات الكروية لتذابوب الكاتيونات
hydrogen-bond donor group	المجموعة المانحة للرابطة الهيدروجينية
hydrogen-bond acceptor group	المجموعة المستقبلة للرابطة الهيدروجينية
solutes in sulfuric acid	المذابات في حامض الكبريتيك
HSAB and solvents	المذيبات و HSAB
solvent molecular	المذيب الجزيئي
solvent metallic	المذيب الفلزي
protogenic solvent	المذيب المولد للبروتون
protophilic solvent	المذيب أليف البروتونات
solvent-shared ion pair	المذيب بزواج إلكتروني مشترك
solvent-separated ion pair	المذيب بزواج إلكتروني منفصل
protophobic solvent	المذيب كاره البروتونات
electrolytic solvents	المذيبات الإلكتروليتية
non-electrolytic solvents	المذيبات غير الإلكتروليتية
ن	
solubility product	نتاج الإذابة (حاصل الإذابة)
ammonia	النشادر
Brönsted-Lowry theory	نظرية برونستد-لوري

Lux-Flood theory

نظرية لوكس-فلود

models of solvents

نماذج المذيبات

models of liquid ammonia

النماذج في النشادر السائلة

٥

mercury(II) halides

هاليدات الزئبق الثنائي

molten halides

هاليدات مصهورة

framework melts

هيكل المصاهير

solvent polar framework

الهيكل القطبي للمذيب

٩

wolstonite

وليستونيت

ثانياً: إنجليزي - عربي

A

1,2-diaminoethane, see ethylene diamine	١، ٢-ثنائي أمينو إيثان، انظر إيثيلين ثنائي الأمين ثبت المصطلحات
acceptor acids	أحماض مستقبلة
acceptor bases	قواعد مستقبلة
acceptor number	العدد المانح
acetic acid	حامض الخليك
ion-pairs in acetic acid	الأزواج الأيونية في حامض الخليك
solubilities in acetic acid	الذوبانية في حامض الخليك
acetonitrile	الأسيتونيترييل
acid-base neutralization in liquid ammonia	تعاادل الحامض والقاعدة في سائل النشادر
acid-base neutralization in liquid water	تعاادل الحامض والقاعدة في الماء السائل
acid-base reactions	تفاعلات الحامض والقاعدة
acid-base reactions in inert solvents	تفاعلات الحامض والقاعدة في المذيبات الخاملة
acid-base reactions titrations	معايرات تفاعلات الحامض والقاعدة
acidity function	دالة الحمضية
acids and bases levelling	تسوية الأحماض والقواعد
acids and bases Arrhenius definition	تعريف أرهينيوس للأحماض والقواعد

acids and bases Bronsted-Lowry definition	تعريف برونستد-لوري للأحماض والقواعد
acids and bases solvent-based definition	تعريف الأحماض والقواعد المبني على المذيب
activity coefficients, effect of solvent	معاملات الفاعلية، تأثير المذيب
alkalides	الألكاليدات
ammonia	النشادر
ammonia family of compounds	عائلة المركبات المبنية على النشادر
ammonia structure of solid	الشكل البنائي الصلب للنشادر
acid-base reactions in liquid ammonia	تفاعلات الأحماض والقواعد في سائل النشادر
amphoteric behavior in liquid ammonia	السلوك المتردد في سائل النشادر
cavities in liquid ammonia	التجاويف في سائل النشادر
electrons in liquid ammonia	الإلكترونات في سائل النشادر
ion-pairs in liquid ammonia	الأزواج الأيونية في سائل النشادر
metals in liquid ammonia	الفلزات في سائل النشادر
models of liquid ammonia	النماذج في سائل النشادر
self-ionization of liquid ammonia	التأين الذاتي للنشادر السائلة
sodium in liquid ammonia	الصوديوم في سائل النشادر
solubilities in liquid ammonia	الذوبانيات في سائل النشادر
solvation in liquid ammonia	التذابوب في سائل النشادر

solvolysis in liquid ammonia	الترايط بمجزئئات المذيب في سائل النشادر
reactions of ammoniated electrons	تفاعلات الإلكترونات النشادرية
amphiprotic solvent	مذيب متردد (ذو خصائص حمضية وقاعدية)
AN, acceptor number	العدد المستقبل
solvation numbers of anions	أعداد التذابوب للأنيونات
apatite	أباتيت
aprotic solvent	مذيب غير بروتوني (متعادل) لا حامضي ولا قاعدي
autoprotolysis	الانتقال الذاتي للبروتون
autoprotolysis constant	ثابت الانتقال الذاتي للبروتون
B	
bases, solvent-based definition	القواعد، التعريف المبني على المذيب
bone	فحم حجري
Born equation	معادلة بورن
bromine trifluoride	ثلاثي فلوريد البروم
bromine trifluoride electrolysis	التحليل الكهربائي لثلاثي فلوريد البروم
Bronsted	برونستد
Bronsted-Lowry theory	نظرية برونستد-لوري
C	
carrier	حامل (ناقل)

cations solvation numbers	أعداد التذاوب للكاتيونات
cations solvation spheres	المجالات الكروية لتذاوب الكاتيونات
cavity in solvent	التجويف داخل المذيب (جوف المذيب)
chlorocuprate melts	مصاهير كلورو نحاسات
classification of solvents	تصنيف المذيبات
cohesive energy	طاقة التماسك
cohesive pressure	ضغط التماسك
conjugated acid	حامض مقترن
conjugated base	قاعدة مقترنة
contact ion pair	زوج أيوني متلامس (متلاصق)
critical pressure	ضغط حرج
critical temperature	درجة حرارة حرجة
cryolite	كريوليت
cyclic voltammetry	جهدية دائرية (فولتامترية دورية)
D	
δ , see solubility parameter	انظر متغير الذوبانية
dielectric constant	ثابت ثنائي الكهربية (ثابت العزل الكهربائي)
differentiation	مفاضلة (تمييز)
dimethylformamide	ثنائي ميثيل فورماميد
N,N-dimethyl sulfoxide	N,N-ثنائي ميثيل سلفوكسيد

dinitrogen tetroxide	ثنائي النيتروجين رباعي الأكسيد
self ionization of dinitrogen tetroxide	التأين الذاتي لثنائي النيتروجين رباعي الأكسيد
dipolar solvent	مذيب ثنائي القطب
dipole	ثنائي القطب (ذو القطبين)
dipole-dipole interaction	تداخل ثنائي القطب-ثنائي القطب
instantaneous dipole	ثنائي القطب الخطي
dipole moment definition	تعريف العزم ثنائي القطب
dipole moment of solvents	العزم ثنائي (ذو القطبين) القطب للمذيبات
discrimination, see differentiation	التمييز، انظر المفاضلة
dispersion attraction	تجاذب التشتت (الانتشار)
dispersion forces	قوى التشتت (التفريق)
DN, donor number	العدد المانح
donor acids	الأحماض المانحة
donor bases	القواعد المانحة
definition of donor number	تعريف العدد المانح
double decomposition reactions	تفاعلات التفكك الثنائي (المضاعف)
E_T^N correlation with acceptor number	علاقة E_T^N المتبادلة مع العدد المستقبل
definition of E_T^N	E_T^N تعريف

effective pH	الرقم الهيدروجيني المؤثر
effective pH range of solvents	مدى الرقم الهيدروجيني المؤثر للمذيبات
electrides	الإلكتريدات
electrolytic solvents	المذيبات الإلكتروليزية
ammoniated electrons	الإلكترونات النشارية
ϵ_r , see dielectric constant	انظر ثابت ثنائي الكهربائية
ethanol	إيثانول
ethylenediamine	إيثيلين ثنائي الأمين
group 1 metals in ethylenediamine	فلزات المجموعة الأولى في الإيثيلين ثنائي الأمين
eutectic mixtures	مخاليط إيوتكتية
F	
fluorosulfonic acid	حامض الفلوروسلفونيك
framework melts	هيكل المصاهير
G	
Gibbs free energy cycle for solution of ionic compound	دورة طاقة جيبس الحرة لمحلل مركب أيوني
Gibbs free energy of solution	طاقة جيبس الحرة لمحلل
glass	زجاج
glass melts	مصاهير الزجاج

Gutmann, Viktor

جوتمان ، فيكتور

H

H₀, acidity functionدالة الحمضية ، H₀

Hammett acidity function, see acidity function

دالة هاممت الحمضية ، انظر الدالة الحمضية

hardness and softness of solvents, table

عسر ويسر المذيبات ، جدول

hardness of solvents

عسر المذيبات

heat sink

خافض للحرارة

hexamethylphosphoramide, see hexamethylphosphoric triamide

سداسي ميثيل فسفور أميد ، انظر سداسي ميثيل فسفوريك ثلاثي أميد

hexamethylphosphoric triamide

سداسي ميثيل فسفوريك ثلاثي أميد

homoconjugation

الاقتران المتجانس

HSAB and solvents

HSAB والمذيبات

hydration free energies

الطاقات الحرة للتميؤ (الإماهة)

hydration sphere, primary

المجال الكروي الابتدائي للتميؤ

size of primary hydration sphere

حجم المجال الكروي الابتدائي للتميؤ

cohesive energy of hydrogen bonding

طاقة التماسك للرابطة الهيدروجينية

hydrogen fluoride

فلوريد الهيدروجين

hydrogen fluoride handling

حمل فلوريد الهيدروجين ونقله

hydrogen bonding in hydrogen fluoride

الرابطة الهيدروجينية في فلوريد الهيدروجين

oxidation of hydrogen fluoride	الأكسدة في فلوريد الهيدروجين
solubilities in hydrogen fluoride	الذوبانيات في فلوريد الهيدروجين
hydrogen fluoride superacid	حامض فلوريد الهيدروجين فائق الحمضية
hydrogen-bond acceptor group	المجموعة المستقبلة للرابطة الهيدروجينية
hydrogen-bond acceptor properties of solvents	خواص المذيبات المستقبلة للرابطة الهيدروجينية
hydrogen-bond donor group	المجموعة المانحة للرابطة الهيدروجينية
hydrogen-bond donor properties of solvents	خواص المذيبات المانحة للرابطة الهيدروجينية
hydroxide melts	مصاهير الهيدروكسيد

I

induced polarization	الاستقطاب المستحث (المحفز)
inert solvent	مذيب خامل
dipole-dipole interactions	التداخلات ثنائية القطب-ثنائية القطب
dipole-solvent interactions	التداخلات ثنائية القطب-المذيب
ion-solvent interactions	التداخلات بين الأيون والمذيب
ion pairs	الأزواج الأيونية
ionic melts	مصاهير أيونية

K

kinetic stability zone	منطقة الاستقرار (الثبات) الحركي
------------------------	---------------------------------

Kirkwood equation	معادلة كيركود
Kolthoff classification	تصنيف كولسوف

L

levelling	الاستواء (التعلية)
Lewis acid-base properties of solvents	خواص حامض لويس وقاعدته للمذيبات
Lewis acid-base correlation with physical properties of compounds	خواص حامض لويس وقاعدته مع الخواص الفيزيائية للمركبات
Lewis acids	أحماض لويس
Lewis bases	قواعد لويس
liquid ammonia, see ammonia	نشادر سائلة، انظر النشادر
low melting salts	الأملاح منخفضة الانصهار
Lux-Flood theory	نظرية لوكس - فلود
lyate ion	أيون لايات
lyonium ion	أيون ليونيوم

M

magic acid	حامض سحري
mean spherical approximation, solvent model	متوسط المجال الكروي التقريبي، نموذج المذيب
mercury(II) halides	هاليدات الزئبق الثنائي
metathetical reactions	تفاعلات التفكك المزدوج

models of solvents	نماذج المذيبات
molecular melts	مصاهير جزيئية
molten halides	هاليدات مصهورة
molten oxides	أكاسيد مصهورة
molten salts	أملاح مصهورة
metals in molten salts	الفلزات في الأملاح المصهورة

N

N,N-dimethylformamide	N,N-ثنائي ميثيل فورماميد
nitrate melts	مصاهير النترات
composition of nitrate melts	تركيب مصاهير النترات
effect of solvents on NMR chemical shifts	تأثير المذيبات على الإزاحات الكيميائية للرنين النووي المغناطيسي
NMR measurement of acceptor number	قياس الرنين النووي المغناطيسي للعدد المستقبل
NMR measurement of solvation numbers	قياس الرنين النووي المغناطيسي لأعداد التداوب
non-electrolytic solvents	المذيبات غير الإلكتروليتية

O

orientational polarization	الاستقطاب الموجه
oxidation of solvent	أكسدة المذيب
oxide ion acceptor	مستقبل أيون الأكسيد

oxide ion donor	مانح أيون الأكسيد
P	
pH scale	تدرّيج (مقياس) الرقم الهيدروجيني
length of pH scale	طول تدرّيج الرقم الهيدروجيني
pH measuring	قياس الرقم الهيدروجيني
π^* scale of dipolarity/polarizability	تدرّيج π^* للقبطية الثنائية/القابلية للاستقطاب
polarity	القبطية
polarity assessment	تقدير القبطية
polarity assessment by bulk properties	تقدير القبطية بواسطة الخواص الجسمية
polarity assessment from chemical properties	تقدير القبطية من الخواص الكيميائية
polarity assessment by molecular properties	تقدير القبطية بواسطة الخواص الجزيئية
polarity in molecules	القبطية في الجزيئات
chemical polarity scales	تدرّيجات القبطية الكيميائية
physical polarity scales	تدرّيجات القبطية الفيزيائية
polarizabilities	القابليات للاستقطاب
polarizabilities relationship to refractive index	علاقة القابلية للاستقطاب بمعامل الانكسار
polarizability	القابلية للاستقطاب
polarization	الاستقطاب
oriental polarization	الاستقطاب الموجه
polarography	قياس الاستقطابية

polycations in molten salts	البولي كاتيونات في الأملاح المصهورة
polycations in superacids	البولي كاتيونات في الأحماض فائقة الحمضية
protogenic solvent	المذيب المولّد للبروتون
proton mobility in water	قابلية التحرك للبروتون في الماء
protons in acidic melts	البروتونات في المصاهير الحمضية
protophilic solvent	المذيب أليف البروتونات
protophobic solvent	المذيب كاره البروتونات
pyrosulfuric acid	حامض البيروكبريتيك

R

effect of solvents on redox potentials	تأثير المذيبات على جهود الأكسدة والاختزال
redox reactions	تفاعلات الأكسدة والاختزال
reduction of solvent	اختزال المذيب
refractive index	معامل الانكسار
relative acidities of solvents	الحموضة النسبية للمذيبات
relative permittivity, see dielectric constant	السماحية النسبية، انظر ثابت ثنائي الكهربية

S

self -ionization, see autoprotolysis	التأين الذاتي، انظر الانتقال الذاتي للبروتون
softness of solvents	ليونة المذيبات

solubility	الذوبانية
solubility parameter	متغير الذوبانية
solubility parameter of solids	متغير الذوبانية للمواد الصلبة (الجوامد)
solubility product	ناتج الذوبانية (حاصل الإذابة)
solubility-governed reactions	التفاعلات المحكومة بالذوبانية
solvates	تذاوبات
solvation	تذاوب
effect of solvent on solvation enthalpies	تأثير المذيب على إنثالبي التذاوب
solvatochromism	التذاوب اللوني
solvent classification	تصنيف المذيب
solvent extraction	الاستخلاص بالمذيب
solvent polarity, see polarity	قطبية المذيب ، انظر القطبية
solvent differentiating	مفاضلة (تمييز) المذيب
solvent levelling	تسوية المذيب
solvent metallic	المذيب الفلزي
solvent molecular	المذيب الجزيئي
solvent polar framework	الهيكل القطبي للمذيب
solvent basicity	قاعدية المذيب
solvent cavity	تجويف المذيب (جوف المذيب)
solvent-separated ion pair	المذيب بزوج إلكتروني منفصل
solvent-shared ion pair	المذيب بزوج إلكتروني مشترك

solvents application	تطبيق المذيبات
modelling of solvents	تصنيف (نمذجة) المذيبات
solvents uses	استخدامات المذيب
solvolysis	التحلل بالتفاعل مع المذيب
solvolysis of anions	تحلل الأنيونات بالتعامل مع المذيب
solvolysis of cations	تحلل الكاتيونات بالتعامل مع المذيب
solvolysis of neutral molecules	تحلل الجزيئات المتعادلة مع المذيب
standard electrode potential, variation with pH	جهد القطب القياسي ، التغير مع الرقم الهيدروجيني
sulfur dioxide	ثاني أكسيد الكبريت
sulfuric acid	حامض الكبريتيك
sulfuric acid autoprotolysis	الانتقال الذاتي للبروتون في حامض الكبريتيك
conductance in sulfuric acid	التوصيل في حامض الكبريتيك
cryoscopy in sulfuric acid	تحديد نقطة تجمد السوائل في حامض الكبريتيك
proton transfer in sulfuric acid	انتقال البروتون في حامض الكبريتيك
solubility in sulfuric acid	الذوبانية في حامض الكبريتيك
solutes in sulfuric acid	المذابات في حامض الكبريتيك
speciation in sulfuric acid	التطور النوعي في حامض الكبريتيك
superacids	الأحماض فائقة الحمضية

reactions in superacids	التفاعلات في الأحماض فائقة الحمضية
supercritical fluids	السوائل فوق الحرجة
supercritical fluids phase diagram	مخطط الطور للسوائل فوق الحرجة
supercritical fluids uses	استخدامات السوائل فوق الحرجة
superphosphate	سوبر فوسفات

T

tetrahydrofuran	رباعي هيدروفيوران
acid-base titrations	معايير الأحماض والقواعد
redox titrations	معايير الأكسدة والاختزال
titration curves	منحنيات المعايرة
transfer activity coefficients	معاملات فعالية الانتقال
triflic acid, see trifluoromethylsulfonic acid	حامض التريفلوريك ، انظر ثلاثي
trifluoromethylsulfonic acid	فلوروميثيل حامض السلفونيك
	ثلاثي فلوروميثيل حامض السلفونيك

U

Usanovich definition	تعريف يوسانوفيتش
----------------------	------------------

W

wolstonite	وليستونيت
------------	-----------