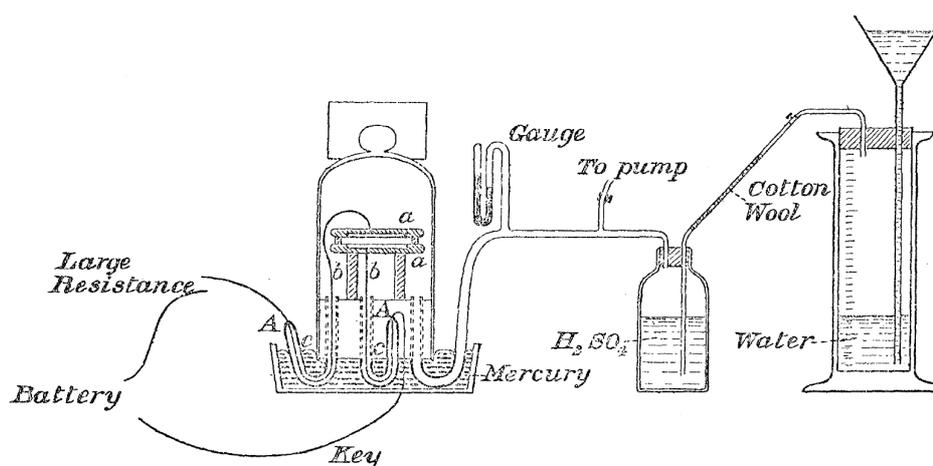

Expériences pour les leçons de chimie

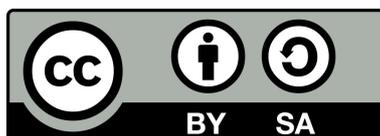
Agrégation de physique-chimie option physique

Année 2013 – 2014



Source : *The Electric Strength of Mixtures of Nitrogen and Hydrogen, Fawcett*

Ce document propose un ensemble d'expériences ainsi que leurs références pour l'épreuve orale de leçon de chimie de l'agrégation de physique-chimie - option physique. Il est relativement succinct (parfois incomplet) et va à l'essentiel. En effet, il faut avoir à l'esprit que lors de cette épreuve vous devrez – en 4h – en plus de préparer vos expériences, préparer votre leçon ainsi que la partie « Agir en fonctionnaire de l'état de façon éthique et responsable ». C'est pourquoi ce document propose des expériences courtes et relativement simples.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International. Fondée sur une œuvre hébergée sur :

www.phy-chim.blogspot.fr

Sommaire

1. SUGGESTIONS D'EXPÉRIENCES.....	1
1.Chimie et couleur (L).....	1
2.Stéréochimie (L).....	1
3.Solubilité (L).....	1
4.Conversion d'énergie chimique (L).....	1
5.Séparations, purifications, contrôle de pureté (L).....	1
6.Matériaux polymères (L).....	2
7.Chimie et développement durable (L).....	2
8.Synthèses inorganiques (L).....	2
9.Stratégies en synthèse organique (L).....	2
10.Dosages par étalonnage (L).....	2
11.Dosages par titrage (L).....	2
12.Optimisation des cinétiques de réaction (L).....	3
13.Synthèse organique : caractérisations par spectroscopie (L).....	3
14.Relation structure réactivité en chimie organique (L).....	3
15.Réaction chimique par échange de proton (L).....	3
16.Capteurs électrochimiques (L).....	3
17.Molécules de la santé (L).....	4
18.Structures et propriétés des molécules du vivant (L).....	4
19.Solvants (CP).....	4
20.Classification périodique (CP).....	4
21.Solides cristallins (CP).....	5
22.Réactions d'oxydoréduction (CP).....	5
23.Réactions de précipitation (CP).....	5
24.Dosages suivis par potentiométrie (pH-métrie exclue) (CP).....	5
25.Dosages acido-basiques (CP).....	5
26.Cinétique homogène (CP).....	6
27.Évolution et équilibre chimique (CP).....	6
28.Optimisation d'un processus de synthèse industrielle (CP).....	6
29.Hydrométallurgie (CP).....	6
30.Diagrammes potentiel-pH (construction exclue) (CP).....	7
31.Corrosion humide des métaux (CP).....	7
32.Conformations et configurations (CP).....	7
2. BIBLIOGRAPHIE POUR LES EXPÉRIENCES.....	7

1. Suggestions d'expériences

1. Chimie et couleur (L)

- Loi de Beer-Lambert, confection d'une échelle de teinte avec des solutions de permanganate de potassium, application au dosage des ions permanganate dans une solution commerciale de Dakin.
→ [1] manipulation n°31
- Synthèse de l'indigo, rendement (distinction colorant-pigment en utilisant du bleu de méthylène)
→ [4] chapitre 8, section 2
- Influence du pH sur la couleur, détermination du pKa du Bleu de bromothymol (BBT).
→ [5] Chapitre 4, section 2.5

2. Stéréochimie (L)

- Détermination du pouvoir rotatoire du \pm limonène
→ [4] chapitre 2, section 2 (valeur tabulée dans [2] manipulation n°75)
- Points de fusion de deux diastéréoisomères (acides maléique et fumarique).
→ [4] chapitre 1, section 2
- Dosage des acides fumarique et maléique. Influence de la stéréochimie sur la valeur des pKa.
→ [4] chapitre 1, section 1

3. Solubilité (L)

- Détermination de la solubilité de l'hydroxyde d'aluminium dans l'eau
→ [5] chapitre 3, section 2.7
- Influence de la nature du solvant sur la solubilité du diiode
→ [3] chapitre 17, section 7
- Calcul de la constante de partage du diiode dans le cyclohexane et l'eau. Application à l'extraction par solvant.
→ [6] chapitre 4, section 6

4. Conversion d'énergie chimique (L)

- ☺ Dès qu'il faut manipuler une flamme, il faut enlever les gants.
- Combustion d'un alcool, mise en évidence de la production d'eau et de dioxyde de carbone
→ [2] manipulation n°18
- Étude de la pile Daniell, caractéristique courant-tension, détermination de la force électromotrice et de la résistance interne.
→ [1] manipulation n°43
- Étude de l'accumulateur au Plomb, charge décharge et rendement énergétique.
→ [5] chapitre 5 section 2.10
- Chimiluminescence du luminol
→ [5] chapitre 8, section 1.7

5. Séparations, purifications, contrôle de pureté (L)

- ☺ Les manipulations suggérées pour cette leçons sont longues. Il faut les préparer à l'avance



pour n'en présenter qu'une partie seulement devant le jury.

- Synthèse de l'aspirine et traitement, filtration sur Buchner, recristallisation, CCM.
→ [4] chapitre 9, section 2
- Extraction de l'anéthol de l'anis étoilée, extraction liquide-solide, extraction par solvant, CCM
→ [2] manipulation n°78

6. Matériaux polymères (L)

- Polymérisation du polystyrène en émulsion, synthèse et rendement
→ [4] chapitre 7, section 1.1
- Polymérisation du nylon, synthèse
→ [4] chapitre 7, section 3

7. Chimie et développement durable (L)

- ☺ La synthèse sans solvant de la chalcone a servi de modèle pour développer le concept de chimie verte.
- Synthèse de la chalcone par un procédé sans solvant. Caractérisation, rendement.
→ [7] chapitre 7, manipulation n°21
- Effet d'un catalyseur sur une réaction d'estérification
→ [5] chapitre 2, section 2.8

8. Synthèses inorganiques (L)

- ☺ Dans cette leçon on peut aussi penser à toutes les synthèses par électrolyse (eau de javel, dihydrogène et oxygène, métaux, ...)
- Synthèse du bleu de Prusse en phase solide
→ [3] chapitre 7, section 1.2
- Formation et récupération de complexes du cuivre, rendement.
→ [3] chapitre 7, sections 3.3 et 3.3

9. Stratégies en synthèse organique (L)

- ☺ Les deux voies de synthèses proposées dans la référence fonctionnent et les techniques de caractérisation du produit sont accessibles. À un moment il faut faire une extraction par solvant pour séparer deux constituants, ce n'est pas dit explicitement.
- Comparaison de deux voies de synthèse pour obtenir l'éthanoate de butyle. Comparaison des protocoles, rendements.
→ [9] partie 5, séquence 4, activité 1

10. Dosages par étalonnage (L)

- Dosage d'un sérum physiologique à l'aide d'une droite d'étalonnage conductimétrique.
→ [5] chapitre 6, section 2.1
- Loi de Beer-Lambert, confection d'une échelle de teinte avec des solutions de permanganate de potassium, application au dosage des ions permanganate dans une solution commerciale de Dakin.
→ [1] manipulation n°31

11. Dosages par titrage (L)



☺ J'ai présenté cette leçon le jour-J en remplaçant le dosage de Charpentier-Vohlard par celui de Mohr. Vu la note (12/15) les expériences n'ont pas déçu au jury. Il faut insister sur l'utilité des dosages par titrage dans le cadre du contrôle qualité.

- Dosage colorimétrique d'une eau oxygénée par les ions permanganate
→ [2] manipulation n°19
- Dosage indirect des ions chlorure contenus dans un sérum physiologique par la méthode de Charpentier-Vohlard.
→ [3] chapitre 6, section 4
- Dosage d'un diacide (acide oxalique) par une base forte, suivi pH-métrique et conductimétrique.
→ [5] chapitre 4, section 2.4

12. Optimisation des cinétiques de réaction (L)

- Influence des concentrations sur la réaction entre les ions iodure et peroxydisulfate.
→ [1] manipulation n°79
- Influence de la température sur la réaction entre les ions iodure et peroxydisulfate.
→ [5] chapitre 2, section 2.3
- Oxydation des ions tartrate par l'eau oxygénée catalysée par les ions cobalt, principe de la catalyse.
→ [3] chapitre 19, section 3
- Influence de la catalyse (Fe(II)) sur la réaction entre les ions iodure et peroxydisulfate.
→ [1] manipulation n°79

13. Synthèse organique : caractérisations par spectroscopie (L)

- Synthèse de l'indigo, rendement caractérisation par spectrophotométrie
→ [4] chapitre 8, section 2

14. Relation structure réactivité en chimie organique (L)

- Réaction d'addition du dibrome sur un alcène
→ [4] chapitre 3, section 2
- Réaction de substitution sur un alcool secondaire ou tertiaire.
→ [4] chapitre 4 section 1.3
- Réaction d'élimination de la fonction alcool du cyclohexanol
→ [4] chapitre 4, section 5

15. Réaction chimique par échange de proton (L)

- Diagramme de Flood ($pH = f(\log c)$) des acides acétique et chlorhydrique. Notion d'acide fort et d'acide faible évaluation d'un pKa.
→ [1] manipulation n°34 (adaptation)
- Détermination du pKa d'un indicateur coloré (BBT) par spectrophotométrie
→ [5] chapitre 4, section 2.5
- Utilisation d'un indicateur coloré, dosage colorimétrique d'un vinaigre commercial.
→ [3] chapitre 2, section 1

16. Capteurs électrochimiques (L)



☺ Pour certains l'étude la conductimétrie est hors sujet ici. A mon avis c'est bien un capteur électrochimique puisqu'il y a bien conversion d'une grandeur chimique (concentration) en grandeur électrique (conductance).

- Caractérisation d'un capteur potentiométrique, l'électrode d'argent, relation de Nernst, potentiel standard

→ [5] chapitre 5, section 2.2

- Utilisation de l'électrode d'argent pour doser un sérum physiologique. L'électrode d'argent précédemment étalonnée permet de mesurer l'excès d'ions argent.

→ [3] chapitre 3, section F.14

- Caractérisation d'un capteur électrochimique, la cellule conductimétrique, loi de Kohlraush. Utilisation pour doser un sérum physiologique.

→ [5] chapitre 6, section 2.1

17. Molécules de la santé (L)

- Synthèse de l'aspirine, purification, CCM.

→ [4] chapitre 9, section 2

- Titrage de l'iode contenu dans une solution de Bétadine à l'aide de thiosulfate de sodium

→ [8] chapitre 3, section F.12

18. Structures et propriétés des molécules du vivant (L)

☺ L'hydrolyse de l'aspartame conduit souvent à des résultats décevants mais elle paraît incontournable.

- Caractérisation des polypeptides, test au sulfate de cuivre sur le lait.

→ [2] manipulation n°8

- Dosage conductimétrique d'un acide aminé : la glycine. Évaluation des deux pKa.

→ [6] chapitre 6, section 7

- Hydrolyse de l'aspartame, caractérisation des peptides par CCM

→ [-] BUPn°847

19. Solvants (CP)

- Détermination du coefficient de partage du diiode entre l'eau et le cyclohexane

→ [6] chapitre 4, section 6

- Comportement acido-basiques de l'eau, effet nivelant. Tracer le diagramme de Flood d'un acide-fort type HCl, l'eau ionise complètement cet acide

→ [-] Pas de référence

20. Classification périodique (CP)

☺ La plupart des produits utilisés dans cette leçon demandent des précautions d'emploi.

- Caractérisation de quelques ions Cu^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Ag^+

→ [1] manipulation n°1

- Réaction du sodium sur l'eau, propriétés réductrice (indicateur acido-basique, phénolphtaléine)

→ [3] chapitre 4, section 3

- État physique des dihalogènes (I_2 , Br_2 , Cl_2)



→ [4] chapitre 14, section 1

- Réaction des dihalogènes sur l'aluminium

→ [4] chapitre 14, section 4

21. Solides cristallins (CP)

☺ Le phénomène de recalescence du fer peut aussi illustrer cette leçon (voir [4]).

- Dissolution d'un solide ionique (NaCl), mise en évidence de la production d'ions. Caractérisation au nitrate d'argent et test à la flamme.

→ [3] chapitre 16, section 1

→ [1] manipulation n°1 et n°2

- Diffraction des électrons sur du graphite.

22. Réactions d'oxydoréduction (CP)

- Lien entre le sens des réactions et la valeurs des potentiels. Réaction Cu/Zn sur $\text{Cu}^{2+}/\text{Zn}^{2+}$

→ [3] chapitre 4, section 1

- Mesures des potentiels d'oxydo-réduction de Pb/Pb²⁺, Cu/Cu²⁺, Zn/Zn²⁺ et Fe/Fe²⁺

→ [3] chapitre 4, section 2

- Vérification de la relation de Nernst pour le potentiel d'une électrode Ag/Ag⁺.

→ [5] chapitre 5, section 2.2

- Application : dosage d'une solution de Fer II par du cérium IV en présence d'orthophénantroline ferreuse.

→ [2] manipulation n°86

23. Réactions de précipitation (CP)

- Détermination de la solubilité de l'hydroxyde d'aluminium par dosage pH-métrique faisant intervenir une précipitation.

→ [5] chapitre 3, section 2.7

- Facteurs d'influence sur la solubilité (température, ions communs, pH, complexation)

→ [5] chapitre 7, section 1.4

- Application : dosage d'un sérum physiologique par la méthode de Mohr. Comparaison à la concentration en chlorure de sodium attendue.

→ [3] chapitre 6, section 3

- Application : précipitation sélective et séparation de cations métalliques

→ [1] manipulation n°74

24. Dosages suivis par potentiométrie (pH-métrie exclue) (CP)

- Vérification de la relation de Nernst pour le potentiel d'une électrode Ag/Ag⁺

→ [5] chapitre 5, section 2.2

- Utilisation de l'électrode d'argent pour doser un sérum physiologique. L'électrode d'argent précédemment étalonnée permet de mesurer l'excès d'ions argent.

→ [3] chapitre 3, section F.14

25. Dosages acido-basiques (CP)

- Dosage d'un vinaigre commercial, calcul du degré d'acidité et détermination du pKa de l'acide



éthanoïque

→ [3] chapitre 2, section 1

• Dosage d'un diacide (acide oxalique) par une base forte, suivi pH-métrique et conductimétrique. Avantage de la méthode conductimétrique, critère de séparation des pKa

→ [5] chapitre 4, section 2.4

26. Cinétique homogène (CP)

• Influence des concentrations sur la réaction entre les ions iodure et peroxydisulfate.

→ [1] manipulation n°79

• Influence de la température sur la réaction entre les ions iodure et peroxydisulfate.

→ [5] chapitre 2, section 2.3

• Oxydation des ions tartrate par l'eau oxygénée catalysée par les ions cobalt, principe de la catalyse.

→ [3] chapitre 19, section 3

• Influence de la catalyse (Fe(II)) sur la réaction entre les ions iodure et peroxydisulfate.

→ [1] manipulation n°79

27. Évolution et équilibre chimique (CP)

☺ La production de NO₂ pour l'expérience 2 doit être faite avec soin et sous hôte, ce gaz est hautement toxique.

• Influence de la température sur un équilibre entre deux complexes du cuivre. Interprétation thermodynamique.

→ [5] chapitre 3, section 2.2

• Influence de la pression à température constante sur un équilibre en phase gazeuse entre NO₂ et N₂O₄.

→ [-] Bup n°879 (1)

28. Optimisation d'un processus de synthèse industrielle (CP)

☺ La production de NO₂ pour l'expérience 2 doit être faite avec soin et sous hôte, ce gaz est hautement toxique.

• Déplacement d'équilibre par changement de température. Influence sur un équilibre entre deux complexes du cuivre. Interprétation thermodynamique.

→ [5] chapitre 3, section 2.2

• Déplacement d'équilibre par changement de pression. Influence sur un équilibre en phase gazeuse entre NO₂ et N₂O₄.

→ [-] Bup n°879 (1)

• Influence de la catalyse sur la cinétique. Oxydation des ions tartrate par l'eau oxygénée catalysée par les ions cobalt, principe de la catalyse.

→ [3] chapitre 19, section 3

29. Hydrométallurgie (CP)

• Électrométallurgie complète du zinc. Lixiviation, cémentation, électrolyse. Contrôle de pureté de la solution finale.

→ [5] chapitre 7, section 1.7



Voir également :

→ [-] BUP n°857 (1) et n°770

30. Diagrammes potentiel-pH (construction exclue) (CP)

- Utilisation des diagrammes potentiel-pH dans le cadre du dosage de l'eau de Javel par iodométrie.

→ [5] chapitre 6, section 2.6

31. Corrosion humide des métaux (CP)

- Mise en évidence des phénomènes de corrosion sur le fer.

→ [5] chapitre 10, fiche pratique n°11 voir également [10]

- Protection de l'aluminium par anodisation

→ [5] chapitre 7, section 1.5

32. Conformations et configurations (CP)

- Détermination du pouvoir rotatoire du \pm limonène

→ [4] chapitre 2, section 2 (valeur tabulée dans [2] manipulation n°75)

- Points de fusion de deux diastéréoisomères (acides maléique et fumarique).

→ [4] chapitre 1, section 2

- Dosage des acides fumarique et maléique. Influence de la stéréochimie sur la valeur des pKa

→ [4] chapitre 1, section 1

2. Bibliographie pour les expériences

- [1] 100 manipulations de chimie générale et analytique, Nouvelle édition, Bréal, Mesplède – Randon
- [2] 100 manipulations de chimie organique et inorganique, Nouvelle édition, Bréal, Mesplède
- [3] La chimie expérimentales – Tome 1 – Chimie générale, Dunod, Barbe – Le Maréchal
- [4] La chimie expérimentales – Tome 2 – Chimie organique et minérale, Dunod, Barbe – Le Maréchal
- [5] L'épreuve orale du CAPES de chimie, 2ème édition, Dunod, Porteu-de-Buchère
- [6] Florilège de chimie pratique, 2ème édition, Hermann, Daumarie – Griesmar – Salzard
- [7] 40 expériences illustrées de chimie générale et organique, De Boeck, Martinaud-Lurin – Grüber
- [8] Des expériences de la famille Réd-Ox, 2^{ème} édition, De Boeck, Cachau-Herreillat
- [9] Physique-Chimie TS, programmes 2012, Bordas, collection ESPACE
- [10] L'oxydoréduction. Concepts et expériences, Ellipses, Sarrazin - Verdaguer

