DEMI-FINALE : Problèmes

Chères (chers) élèves,

Nous vous félicitons pour votre participation à l'Olympiade de chimie et nous vous souhaitons plein succès dans cette deuxième épreuve ainsi que dans vos études et dans toutes vos entreprises futures. Nous vous félicitons aussi d'avoir réussi la première épreuve, ce qui vous permet, aujourd'hui, d'aborder l'épreuve "Problèmes". **Avant d'entamer cette épreuve, lisez attentivement ce qui suit.**

Vous trouverez ci-joint 4 problèmes. Les matières sur lesquelles portent ces questions sont: la chimie générale, la stœchiométrie, les acides-bases, les équations rédox et la chimie organique.

Vous disposez de **deux heures** (120 minutes) pour répondre. Vous pouvez utiliser une calculatrice non programmable, mais vous ne devez être en possession d'aucun document personnel.

Indiquez votre nom et votre lycée au début de **chaque** question. Répondez à chacun des problèmes sur la feuille (recto et verso, si nécessaire) où figure l'énoncé. **Indiquez clairement votre raisonnement et vos calculs**. **Justifiez vos réponses et indiquez les unités aux réponses finales.** La dernière feuille est une feuille de brouillon qui ne sera pas prise en considération pour l'évaluation.

À l'issue de l'évaluation de cette deuxième épreuve, les 12 meilleurs élèves seront invités à participer à une **journée de formation**, qui aura lieu en date du **samedi, 5 avril 2025** aux laboratoires de l'université de Luxembourg (site Limpertsberg), ceci de 09h00 à 17h00 heures. Plus d'informations seront communiquées aux finalistes en temps utile. Par la suite, la **dernière épreuve (pratique)** aura lieu en date du **samedi, 26 avril 2025** aux laboratoires de l'université de Luxembourg (site Limpertsberg). Cette épreuve finale sélectionnera les quatre lauréats de l'Olympiade nationale de chimie, qui formeront en même temps l'équipe luxembourgeoise pour la 57th IChO, qui sera organisée par les Émirats arabes unis, du 5 au 14 juillet 2025 à Dubaï. Plus d'infos sur https://chimie.olympiades.lu/.

Les résultats de cette deuxième épreuve seront pris en compte pour le classement des quatre finalistes !!!

En vous souhaitant bon travail, nous vous prions de croire en nos meilleurs sentiments,

Les organisateurs de l'Olympiade de Chimie

Constantes Utiles

Tableau périodique des éléments

I	II										III	IV	V	VI	VII	VIII	
1,0 H 1																4,0 He 2	1
6,9 Li 3	9,0 Be 4										10,8 B 5	12,0 C 6	14,0 N 7	16,0 O 8	19,0 F 9	20,2 Ne 10	2
23,0 Na 11	24,3 Mg 12										27,0 Al 13	28,1 Si 14	31,0 P 15	32,1 S 16	35,5 Cl 17	39,9 Ar 18	3
39,1 K 19	40,1 Ca 20	45,0 Sc 21	47,9 Ti 22	50,9 V 23	52,0 Cr 24	54,9 Mn 25	55,8 Fe 26	58,9 Co 27	58,7 Ni 28	63,5 Cu 29	65,4 Zn 30	69,7 Ga 31	72,6 Ge 32	74,9 As 33	79,0 Se 34	79,9 Br 35	83,8 Kr 36	4
85,5 Rb 37	87,6 Sr 38	88,9 Y 39	91,2 Zr 40	92,9 Nb 41	95,9 Mo 42	(97) Tc 43	101,1 Ru 44	102,9 Rh 45	106,5 Pd 46	107,9 Ag 47	112,4 Cd 48	114,8 In 49	118,7 Sn 50	121,8 Sb 51	127,6 Te 52	126,9 I 53	131,3 Xe 54	5
132,9 Cs 55	137,3 Ba 56	57-71	178,5 Hf 72	180,9 Ta 73	183,8 W 74	186,2 Re 75	190,2 Os 76	192,2 Ir 77	195,1 Pt 78	197,0 Au 79	200,6 Hg 80	204,4 Tl 81	207,2 Pb 82	209,0 Bi 83	(209) Po 84	(210) At 85	(222) Rn 86	6
223 Fr 87	226 Ra 88	89-103	(267) Rf 104	(268) Db 105	(269) Sg 106	(270) Bh 107	(269) Hs 108	(278) Mt 109	(281) Ds 110	(282) Rg 111	(285) Cn 112	(286) Nh 113	(289) Fl 114	(290) Mc 115	(293) Lv 116	(294) Ts 117	(294) Og 118	7
		Lanthanides	138,9 La 57	140,1 Ce 58	140,9 Pr 59	144,2 Nd 60	(145) Pm 61	150,4 Sm 62	152,0 Eu 63	157,3 Gd 64	158,9 Tb 65	162,5 Dy 66	164,9 Ho 67	167,3 Er 68	168,9 Tm 69	173,0 Yb 70	175,0 Lu 71	
		Actinides	(227) Ac 89	232,0 Th 90	231,0 Pa 91	238,0 U 92	(237) Np 93	(244) Pu 94	(243) Am 95	(247) Cm 96	(247) Bk 97	(251) Cf 98	(252) Es 99	(257) Fm 100	(258) Md 101	(259) No 102	(266) Lr 103	

Constantes

$R = 8{,}31\ J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$	$1\ F = 9{,}65 \cdot 10^{4}\ C \cdot mol^{-1}$
$R = 8{,}21 \cdot 10^{-2}\ L \cdot atm \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$	$N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$

Volume d'une mole d'un gaz idéal à 273 K et 101325 Pa : 22,4 $dm^3 \cdot mol^{-1}$ ($L \cdot mol^{-1}$).
Une année correspond à 365 jours.

Formules simplifiées de pH :

Acide fort	Acide faible	Base forte	Base faible
$pH = -\log c_{acide}$	$pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log c_{acide})$	$pH = 14 + \log c_{base}$	$pH = 14 - \frac{1}{2}(pK_B - \log c_{base})$

Mélange tampon : $pH = pK_a + \log \frac{c_{base}}{c_{acide}}$ à 25 °C: $K_w = K_{H_2O} = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$

Pour un acide faible HA : $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+ \quad | \quad K_a = \frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[HA]}$

avec le degré de dissociation $\alpha = \frac{[A^-]}{c_0} : K_a = \frac{\alpha \cdot [H_3O^+]}{1-\alpha}$.

Chimie générale :

L'activité (A) en Becquerel (Bq) d'une source radioactive est liée au nombre de noyaux (N) se désintégrant et au temps de demi-vie ($T_{1/2}$) du radioisotope :

$$A = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N$$

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
Luxembourg National Research Fund
andré losch FONDATION
uni.lu UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIES LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES PHYSICIENS APPLIQUÉS

Nom : _____

Prénom : _____

Lycée : _____

Problème I : Autour des sels d'iodate

1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g	1h	1i	1j	Total Problème I
1	2	1	2	2	2	5	6	1	2	24

La plupart des minéraux contenant de l'iode contiennent des ions iodate, IO_3^-. L'un de ces minéraux est appelé salesite.

a) Donner le nombre d'oxydation de l'iode dans l'ion iodate.

b) Dessiner la structure de Lewis de l'ion iodate.

c) Quel est l'angle de liaison O–I–O le plus probable dans l'ion iodate ? Marquer la bonne réponse.

i. < 109,5°	ii. 109,5°	iii. > 109,5°

Les catastrophes nucléaires peuvent libérer des isotopes radioactifs de l'iode qui se fixent au niveau de la thyroïde. Une dose quotidienne d'iode équivalente à 130 mg d'iodure de potassium peut prévenir l'absorption de tels isotopes radioactifs. Puisque l'iodure de potassium se dégrade facilement, le gouvernement dispose d'un stock d'iodate de potassium plus stable, comme source d'iode.

d) Calculez la masse d'iodate de potassium qui contient la même quantité d'iode que 130 mg d'iodure de potassium.

Les ions iodate réagissent avec les ions iodure en milieu acide pour donner du diiode.

e) Écrire une équation ionique (sans contre-ions) pour la réaction entre les ions iodate et les ions iodure en milieu acide.

Cette réaction est utilisée pour déterminer la quantité d'ions iodate dans un échantillon. Le diiode formé après réaction avec un excès d'iodure de potassium en milieu acide est titré avec une solution d'ions thiosulfate ($S_2O_3^{2-}$). Au cours de la titration, le thiosulfate réagit avec le diiode pour donner des ions iodure et des ions tétrathionate ($S_4O_6^{2-}$).

f) Écrire une équation ionique pour la réaction entre les ions thiosulfate et le diiode.

La salésite est un minéral de formule moléculaire $M(IO_3)Z$, contenant de l'iodate, un ion métallique M et un anion Z dans un rapport de 1:1:1. La masse molaire de ce minéral est de 255,46 $g \cdot mol^{-1}$.

1,000 g du minéral a été dissous dans 30 mL de HNO_3 2M. La solution résultante a été complétée à 100,0 mL avec de l'eau distillée, formant ainsi une solution mère.

10,00 mL de cette solution mère réagissent avec un excès d'iodure de potassium. Le diiode formé est titré avec une solution de thiosulfate de sodium à 0,10 $mol \cdot L^{-1}$.

g) Calculer le volume de solution de thiosulfate de sodium ajouté au cours de la titration en supposant que la réaction des ions iodate avec les ions iodure est complète.

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
Luxembourg National Research Fund
andré losch FONDATION
uni.lu UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIES LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES PHYSICIENS

Cependant, l'ion métallique M^{n+} de ce minéral réagit également avec les ions iodure pour former du diiode supplémentaire. Par conséquent, le volume réel de la solution de thiosulfate de sodium nécessaire au titrage s'est avéré être de 27,40 mL.

h) Calculer le nombre de moles de diiode produit par la réaction d'une mole d'ion métallique M^{n+} avec un excès d'ions iodure.

Si vous n'avez pas pu obtenir de valeur dans la question g), supposez que la réponse était 15,67 *mL.*

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
Luxembourg National Research Fund
andré losch FONDATION
uni.lu UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIES LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES PHYSICIENS

i) L'état d'oxydation de l'ion métallique M^{n+} dans le minéral peut s'écrire +n. Donner l'état d'oxydation de l'ion métallique après réaction avec les ions iodure. Cocher la bonne réponse.

i. +(n+2)	ii. +(n+1)	iii. +(n)	iv. +(n-1)	v. +(n-2)

Lorsque le minéral est dissous dans de l'acide nitrique, aucune réaction n'est observée.

j) En tenant compte de toutes les informations données dans le problème, choisir (encercler) dans la liste d'ions ci-dessous l'ion métallique M^{n+} et l'anion Z^{m-}.

M^{n+}	Sc^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Cu^{+}	Cu^{2+}	Mg^{2+}	Ga^{2+}	Zn^{2+}
Z^{m-}	F^{-}	Cl^{-}	Br^{-}	H^{-}	O^{2-}	OH^{-}	PO_4^{3-}	SO_3^{2-}

Nom : _____

Prénom : _____

Lycée : _____

Problème II : Uranium

2a	2b	2c	2d	2e	2f	Total Problème II
1	5	9	4	4	2	25



L'uranium est un radioélément notamment connu pour son utilisation dans les centrales nucléaires. L'uranium naturel est composé de 2 isotopes principaux dont les proportions sont les suivantes : ^{238}U 99,3% et ^{235}U 0,7%. Leurs temps de demi-vie, c'est-à-dire, la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents se désintègrent, sont respectivement de 4,5 milliards d'années pour ^{238}U et 704 millions d'années pour ^{235}U.

La pechblende est un minerai d'uranium contenant en moyenne 1% d'octaoxyde de triuranium $(U_3O_8)_{(s)}$. Elle est la principale source d'uranium naturel. Afin d'en extraire l'élément radioactif, le minerai est dissout dans de l'acide nitrique pour former du nitrate d'uranyl $(UO_2(NO_3)_2)_{(aq)}$. Lors de la réaction de dissolution un dégagement gazeux de dioxyde d'azote est observé.

a) De quel type de réaction s'agit il ? Cocher la bonne réponse.

i. redox	ii. acide-base	iii. radioactive	iv. radicalaire

b) Donner l'équation pondérée de la dissolution de l'octaoxyde de triuranium par l'acide nitrique.

c) Calculer l'activité de la solution de nitrate d'uranyl après dissolution d'un gramme de pechblende.

LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enfance et de la Jeunesse

Luxembourg National Research Fund

andré losch FONDATION

uni.lu UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG

ënnerstëtzt vun œuvre nationale

CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS

greiner BIO-ONE

CHAMBRE DES SALARIÉS LUXEMBOURG

ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois

ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES PHYSICIENS APHYL a.s.b.l.

Il est possible de reprécipiter l'uranium sous forme d'autunite $(Ca(UO_2)_2(PO_4)_2)_{(s)}$ en ajoutant de l'hydroxyapatite $(Ca_5(PO_4)_3OH)_{(s)}$ dans la solution acide contenant le nitrate d'uranyl.

d) Donner la réaction pondérée de la précipitation de l'autunite en milieu acide.

e) En envisageant une réaction complète, quelle est la masse d'autunite qui va-t-être récupérée ?

Lors de la désintégration des noyaux radioactifs de ^{235}U, ceux-ci émettent des particules alpha ($^4_2\alpha$).

f) Écrire l'équation de la transmutation de ^{235}U.

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
Luxembourg National Research Fund
andré losch FONDATION
uni.lu UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIES LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES PHYSICIENS

Nom : _____

Prénom : _____

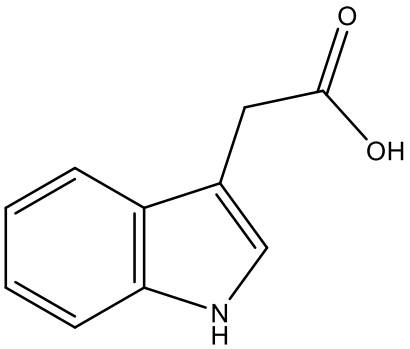
Lycée : _____

Problème III : Indol

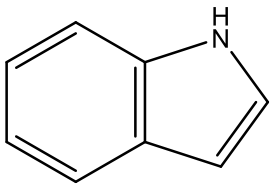
3a	3b	3c	3d	3e	3f	3g	Total Problème III
2	1	4	10	2	2	6	27

Introduction théorique

L'auxine ou acide indole-3-acétique compte parmi les phytohormones les plus importantes. Ce messager chimique est responsable de l'élongation des cellules végétales et intervient dans des phénomènes de phototropisme.



Auxine



Indole

La structure moléculaire de l'auxine est donnée ci-dessus. Il s'agit d'un dérivé de l'indole.

L'indole ou 2,3-benzopyrrole, est composé de deux cycles insaturés fusionnés. La règle de Hückel permet de prédire le comportement de tels cycles. Elle postule que la présence de 4n+2 électrons π permet la délocalisation de ces électrons et augmente la stabilité des molécules en question. Le cycle est dit aromatique. Au contraire les cycles ne présentant que 4n électrons π sont peu stables et sont dits antiaromatiques.

a) Indiquez le nombre d'électrons π de l'indole (*Remarque* : dans le cas de cycles contenant des hétéroatomes (N ou O par exemple) les électrons des doublets libres peuvent contribuer à l'aromaticité s'ils sont orientés vers l'intérieur du cycle).

b) L'acide indole-3-acétique est :

i.	aromatique
ii.	antiaromatique
iii.	non aromatique

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
Luxembourg National Research Fund
andré losch FONDATION
UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIÉS LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois
Association Luxembourgeoise des Physiciens APPhTLuxL

L'auxine est transportée de façon unidirectionnelle dans les cellules végétales selon un mécanisme impliquant une réaction acide-base. On parle de transport polarisé de l'auxine. Dans la suite on utilisera les notations HA/A- pour désigner l'acide indole-3-acétique ($pK_a = 4{,}75$) et sa forme déprotonée.

c) Calculer le degré de dissociation α de l'auxine à $pH = 7$ et $pH = 5$.

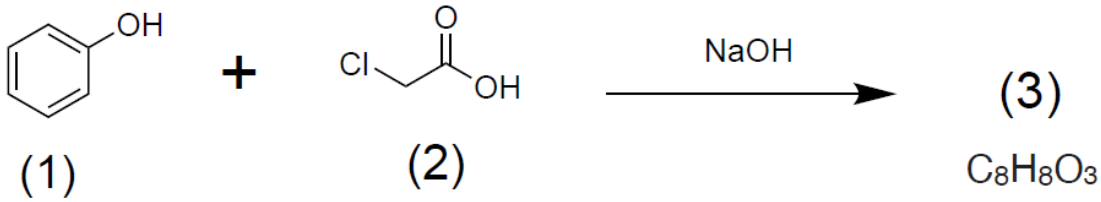
Afin d'analyser les propriétés acido-basiques de l'acide indole-3-acétique, un chimiste prépare une solution tampon en ajoutant 1,362 g de méthanoate de sodium solide à 200 mL d'une solution d'acide méthanoïque ($pK_a = 3{,}75$) de concentration $c = 0{,}1$ M. Il ajoute une faible quantité d'acide indole-3-acétique et détermine le degré de dissociation α.

d) Quel volume de HCl ou de NaOH ($c = 0{,}1$ M) faudrait-il ajouter au mélange tampon pour que seulement 10% de l'acide indole-3-acétique soit présent sous forme déprotonée ?

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
andré losch FONDATION
UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIÉS LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois

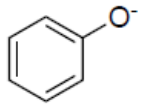
Le 2,4-D est un pesticide qui agit sur les cellules végétales de façon similaire à l'auxine. Cette molécule peut être synthétisée en deux étapes à partir de phénol.

Dans une première étape 1,9 mL de phénol (1), 95 % en masse, ρ = 1,053 g/mL, réagit avec 3 g d'acide chloroacétique (2) en milieu basique, selon le schéma suivant.



(1) (2)

L'hydroxyde de sodium permet la déprotonation du groupement alcool avec formation de l'anion phénolate.



phenolate

e) Quelle(s) affirmation(s) est/sont correctes ?

- ☐ Il se forme de l'eau en produit secondaire.
- ☐ L'anion phénolate est un excellent réactif électrophile.
- ☐ L'atome d'oxygène de l'anion phénolate porte trois doublets électroniques libres.
- ☐ Le cation Na^+ agit comme acide de Brønsted-Lowry.

f) Dessiner la structure du produit intermédiaire (3).

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
Luxembourg National Research Fund
andré losch FONDATION
uni.lu UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIES LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES PHYSICIENS APPYL a.s.b.l.

g) Le rendement de cette réaction est de 55 %. Calculer la fraction molaire d'acide chloroacétique qui a réagi.

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
Luxembourg National Research Fund
andré losch FONDATION
uni.lu UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIÉS LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES PHYSICIENS APPHTL a.s.b.l.

Nom : _____

Prénom : _____

Lycée : _____

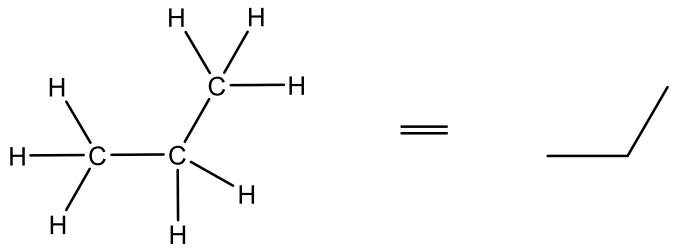
Problème IV : le couplage au palladium

4a	4b	4c	4d	4e	Total Problème IV
1	10	7	3	3	24

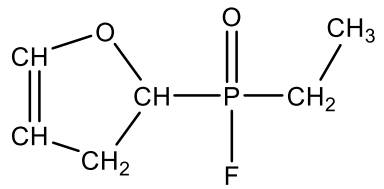
En chimie organique, la synthèse de molécules à intérêt thérapeutique est un enjeu important. Malgré la complexité de certaines molécules-cibles, des stratégies de synthèses impressionnantes ont été mises en place afin d'aboutir à des composés de plus en plus compliqués.

Un outil très important en chimie organique est le *couplage au palladium*, employé pour former des liaisons carbone-carbone –souvent difficiles à créer. Le couplage au palladium est un procédé catalytique, ou des *complexes* de palladium sont utilisées pour catalyser des réactions autrement inenvisageables.

Sous forme de squelette (topologique), tous les atomes d'hydrogène sont omis et les liaisons entre les atomes de carbone sont représentés par des traits tels que :



a) Représentez la molécule ci-dessous sous forme squelettique :



N.B. : La lettre **R** dans une structure peut représenter un groupement quelconque.

Les métaux de transition forment des arrangements très compliqués, appelés *complexes*. Ces derniers sont souvent représentés sous la forme simplifiée [M], omettant l'entourage moléculaire non-relevant pour la réaction considérée.

Le centre métallique a un nombre d'oxydation noté en chiffre romains près du métal en question :

$[Pd^{II}]$ | nombre d'oxydation: 2

Considérez les réactions élémentaires suivantes :

Transmétallation :

$[M_1^Y] - R + [M_2^Y] \rightarrow [M_1^Y] + [M_2^Y] - R$

Addition oxydante :

$R - X + [M^Y] \rightarrow R - [M^{Y+2}] - X$

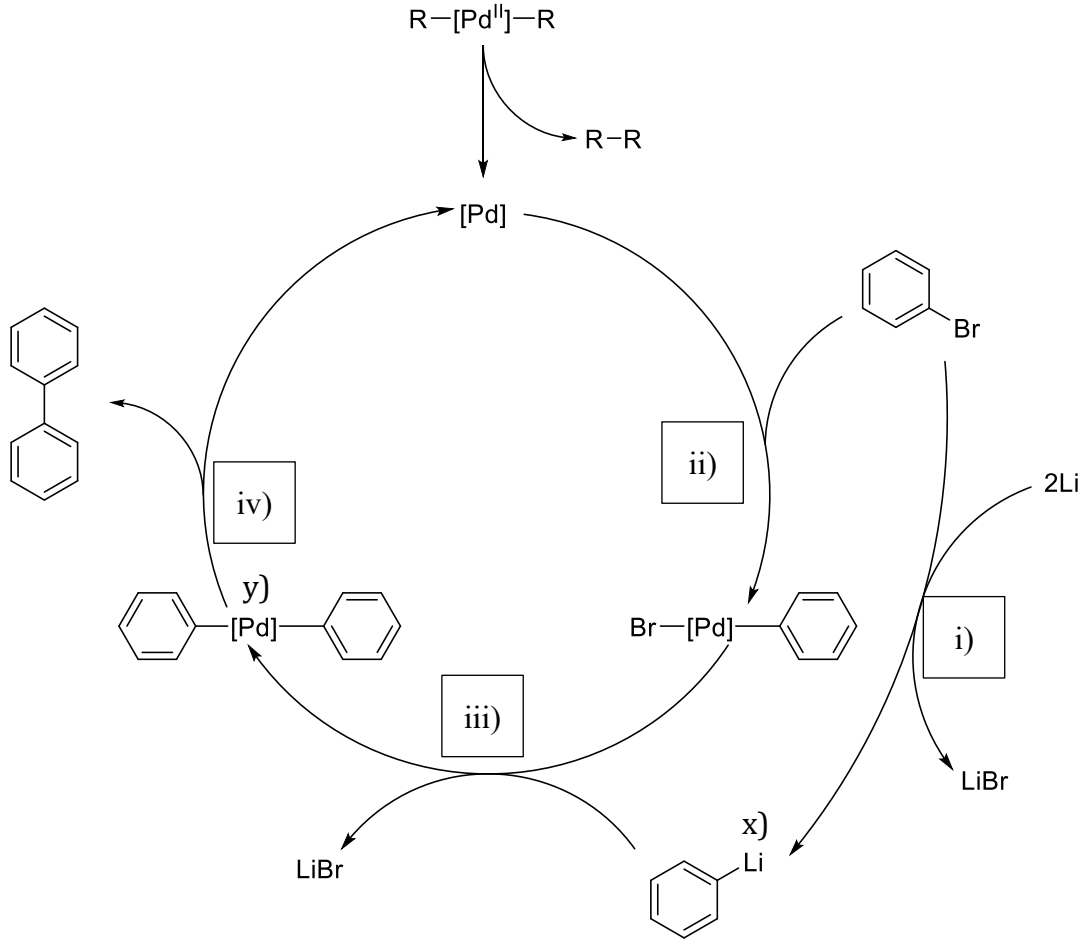
Echange halogène (X) - métal (M) :

$R - X + 2M \rightarrow R - M + MX$

Elimination réductrice :

$R - [M^{Y+2}] - X \rightarrow R - X + [M^Y]$

b) Pour le cycle catalytique suivant, nommer les étapes élémentaires i) à iv) et indiquer les nombres d'oxydation des métaux marqués x) et y).



i)	
ii)	
iii)	
iv)	

x)	
y)	

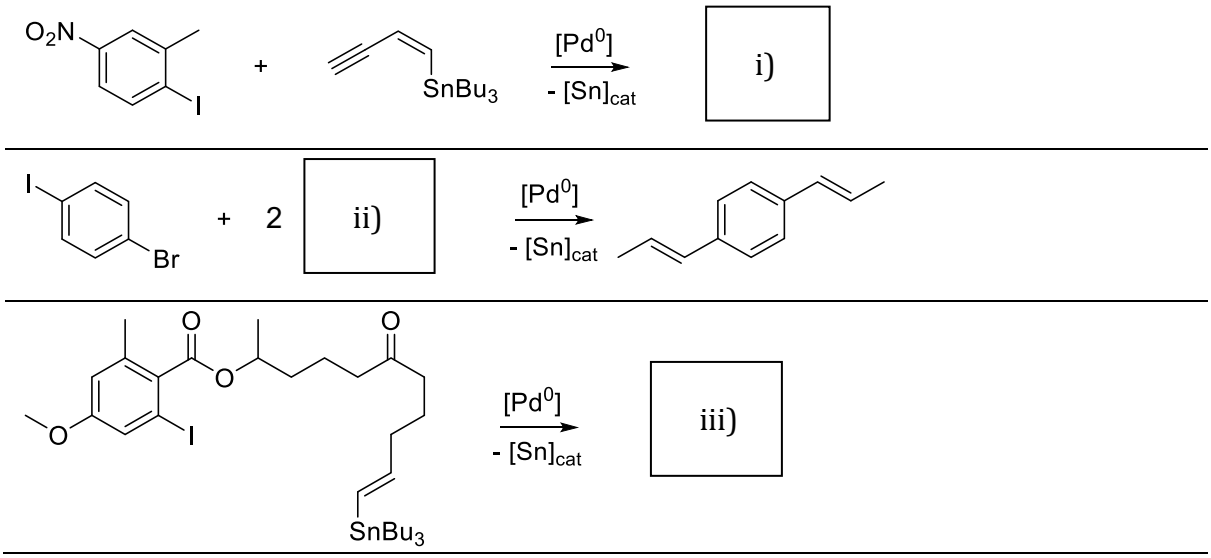
Plusieurs versions du couplage au palladium ont été mises en place au fil des années. Une des plus importantes est celui de Stille, dont le schéma général est représenté ci-dessous :

$$R_1{-}SnR'_3 \quad + \quad R_2{-}X \xrightarrow{[Pd^0]} R_1{-}R_2 \quad + \quad XSnR'_3$$

Avec : R_1 et R_2 des substituants non-saturés, R' des chaînes alkyles et X un halogène.

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
Luxembourg National Research Fund
andré losch FONDATION
UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIES LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES PHYSICIENS

c) Considérer les réactions ci-dessous et donner une structure manquante possible sous forme de formules squelettiques.



i)	
ii)	
iii)	

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
andré losch FONDATION
UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIES LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois

Dans les complexes utilisés, le palladium peut intervenir dans des différents états d'oxydation, qui peuvent varier en fonction de leurs configurations électroniques.

Dans la plupart des cas, il est énergétiquement plus favorable pour un élément ou un ion d'avoir une orbitale d complètement ou à moitié remplie, plutôt qu'un électron isolé ou même deux électrons dans une orbitale s. Cela est dû à la stabilisation électronique qui résulte de la symétrie des configurations électroniques et des interactions entre électrons.

Exemples :

- Pour l'argent, la configuration électronique attendue serait $[Kr]5s^2 4d^9$, mais l'argent adopte plutôt $[Kr]5s^1 4d^{10}$. Ici, le fait d'avoir une orbitale 4d complètement remplie (plus stable) est privilégié par rapport à une configuration où l'orbitale d serait incomplète.
- Pour le molybdène, la configuration attendue serait $[Kr]5s^2 4d^4$, mais Mo préfère adopter $[Kr]5s^1 4d^5$. Ici, la moitié remplissage de l'orbitale 4d est stabilisante car elle réduit les répulsions électroniques.

d) Donner les configurations électroniques des atomes ou ions suivantes, en considérant les explications fournies ci-dessus.

i)	Pd^0	
ii)	Pd^{2+}	
iii)	Pd^{4+}	

L'élément palladium est constitué de six isotopes stables, avec une occurrence naturelle de :

- ^{102}Pd : 1,02 %
- ^{104}Pd : 11,14 %
- ^{106}Pd : 27,33 %
- ^{108}Pd : 26,46 %
- ^{110}Pd : 11,72 %

e) Identifier le sixième isotope stable du palladium.

Brouillon

LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enfance et de la Jeunesse
Luxembourg National Research Fund
andré losch FONDATION
uni.lu UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
ënnerstëtzt vun œuvre nationale
CHAMBER OF COMMERCE LUXEMBOURG POWERING BUSINESS
greiner BIO-ONE
CHAMBRE DES SALARIES LUXEMBOURG
ABIOL Association des Biologistes Luxembourgeois
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES PHYSICIENS APHYL a.s.b.l.