

Fiche 3 : ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT ET DOCUMENT RÉPONSE

Durée de l'épreuve : 3 h

Coefficient : 9

Nom :		N° inscription :	
Prénom :		Centre d'examen :	

Ce sujet comporte 10 pages individuelles y compris le document réponse sur lequel le candidat doit consigner ses réponses.

Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de pouvoir continuer la tâche. La demande de précisions sur la tâche à effectuer n'entraîne pas systématiquement une pénalisation. Le candidat doit être rassuré à ce niveau.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

Le sucre inverti.

Le sucre inverti est connu depuis très longtemps puisqu'il est le constituant majeur du miel. Le sucre inverti peut être utilisé en biscuiterie, pâtisserie, car il favorise la conservation du moelleux, la coloration des produits et l'augmentation de la saveur sucrée. C'est alors un mélange de sirop d'un premier sucre, le **glucose** et de sirop d'un **second sucre** (à identifier) de **concentrations égales**.

Une solution de « sucre inverti » est une solution aqueuse obtenue par hydrolyse du saccharose. L'origine du terme « inverti » provient de la réaction qui se produit lors de l'hydrolyse.

<https://www.cuisineaddict.com/>

Vous travaillez dans un laboratoire de la DGCCRF (Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes).

On vous demande de vérifier la composition d'une solution d'isoglucose, appelé commercialement « **sucre inverti** ». D'après le fabricant, cette solution est obtenue par l'**hydrolyse d'une solution aqueuse de saccharose à une mole par litre**.

D'après la législation européenne, un isoglucose peut être appelé « sucre inverti » à la condition de contenir au moins **95% d'un mélange équimolaire de glucose et de fructose** avec au maximum **5% de saccharose**.

Vous êtes chargé :

- d'identifier, par une méthode appropriée, le second sucre présent dans la solution d'isoglucose I_M (Partie A),
- de déterminer, par méthode polarimétrique, les pourcentages en masse de chaque sucre dans la solution d'isoglucose I_M (Partie B),
- de déterminer, par un dosage approprié, la concentration molaire en glucose dans la solution d'isoglucose I_M (Partie C),
- de présenter vos résultats et votre conclusion sur la solution d'isoglucose quant à la question : « la solution d'isoglucose peut-elle être nommée sucre inverti conformément à la législation européenne ? » (Partie D).



Partie A.**Analyse chromatographique de la solution d'isoglucose I_M (Durée maximale conseillée : 35 minutes).**

Pour identifier la nature du second sucre présent dans la solution d'isoglucose, une chromatographie sur couche mince a été réalisée.

La liste du matériel nécessaire à sa réalisation est donnée ci-dessous :

- phase stationnaire : plaque de gel de silice sur plastique ou aluminium, de dimension 5,0 cm x 8,0 cm,
- cuve à chromatographie préparée la veille, avec environ 1 cm en hauteur d'éluant, pouvant recevoir la plaque avec le couvercle fermé,
- pince de type pince brucelle, 4 micro-tubes capillaires ou 4 piques en bois dont la pointe est émoussée,
- gants de protection, papier essuie-tout, sèche-cheveux,
- hotte aspirante à proximité,
- bécher de 100 mL, pouvant recevoir la plaque à CCM, avec le révélateur approprié
- échantillons de références : fructose en solution aqueuse « F », maltose en solution aqueuse « M », saccharose en solution aqueuse étiqueté « S », et la solution d'isoglucose I_M à analyser « I_M ».

Q1. Rédiger un protocole en vue de la réalisation de la CCM et de l'obtention du chromatogramme que l'on vous fournira après la rédaction de votre réponse.

Appel n°1 : appeler l'examineur pour lui présenter votre protocole ou en cas de difficultés.

Q2. Exploiter le chromatogramme fourni par l'examineur pour conclure, avec justification, quant à la nature du second sucre présent dans la solution d'isoglucose I_M.

Q3. Proposer une explication chimique pour l'apparition des taches claires, en sachant que les sucres renferment de nombreuses fonctions chimiques alcool et que le révélateur contient entre autres des ions permanganate.

Appel n°2 : appeler l'examineur pour lui présenter votre exploitation et votre réponse ou en cas de difficultés.**Partie B.****Détermination des proportions en masse de glucose et fructose dans la solution d'isoglucose I_M (Durée maximale conseillée : 1h15 min).**

Pour déterminer les pourcentages en masse de chaque sucre dans la solution d'isoglucose I_M, on se propose de mettre en œuvre une méthode polarimétrique.

DOCUMENT 1 : à propos de quelques sucres.

Le sucre au singulier désigne le saccharose extrait de la canne à sucre ou de la betterave sucrière.

Le glucose.

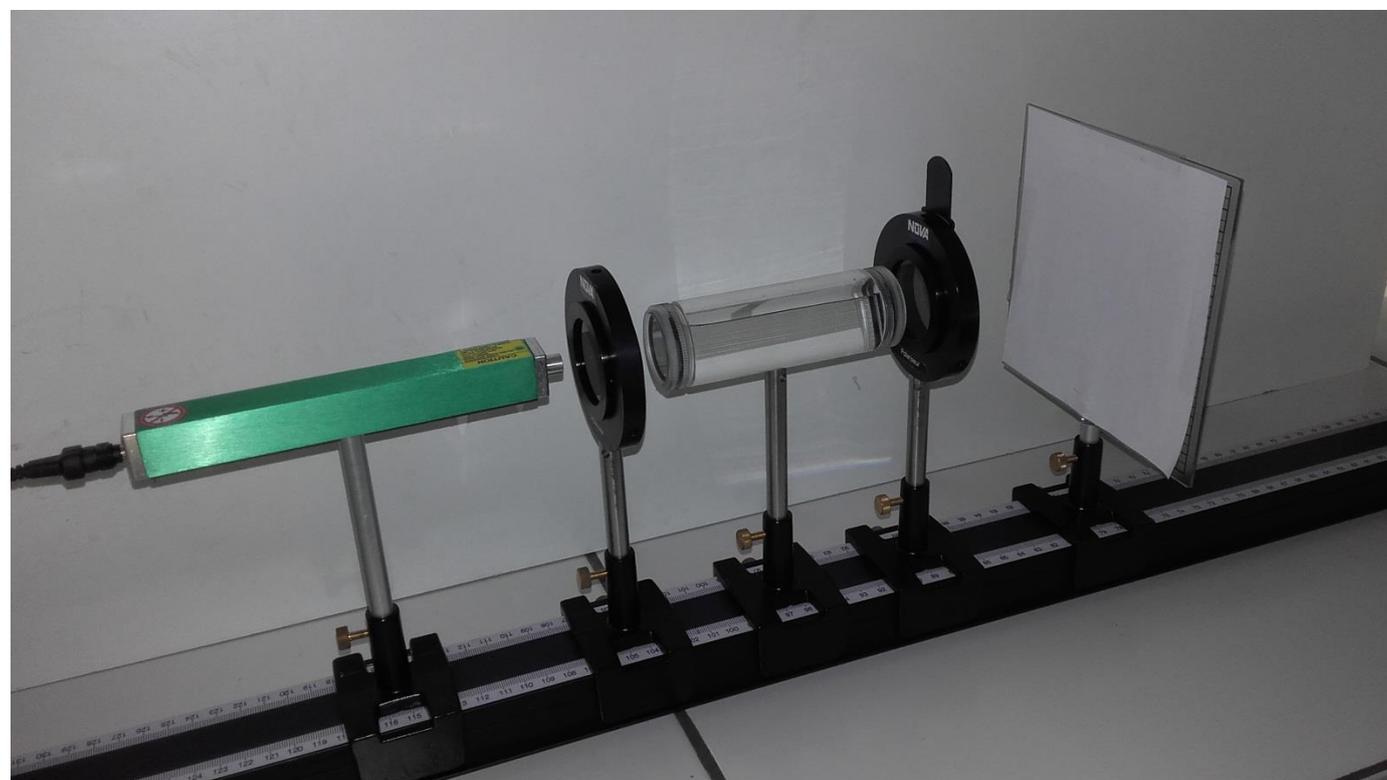
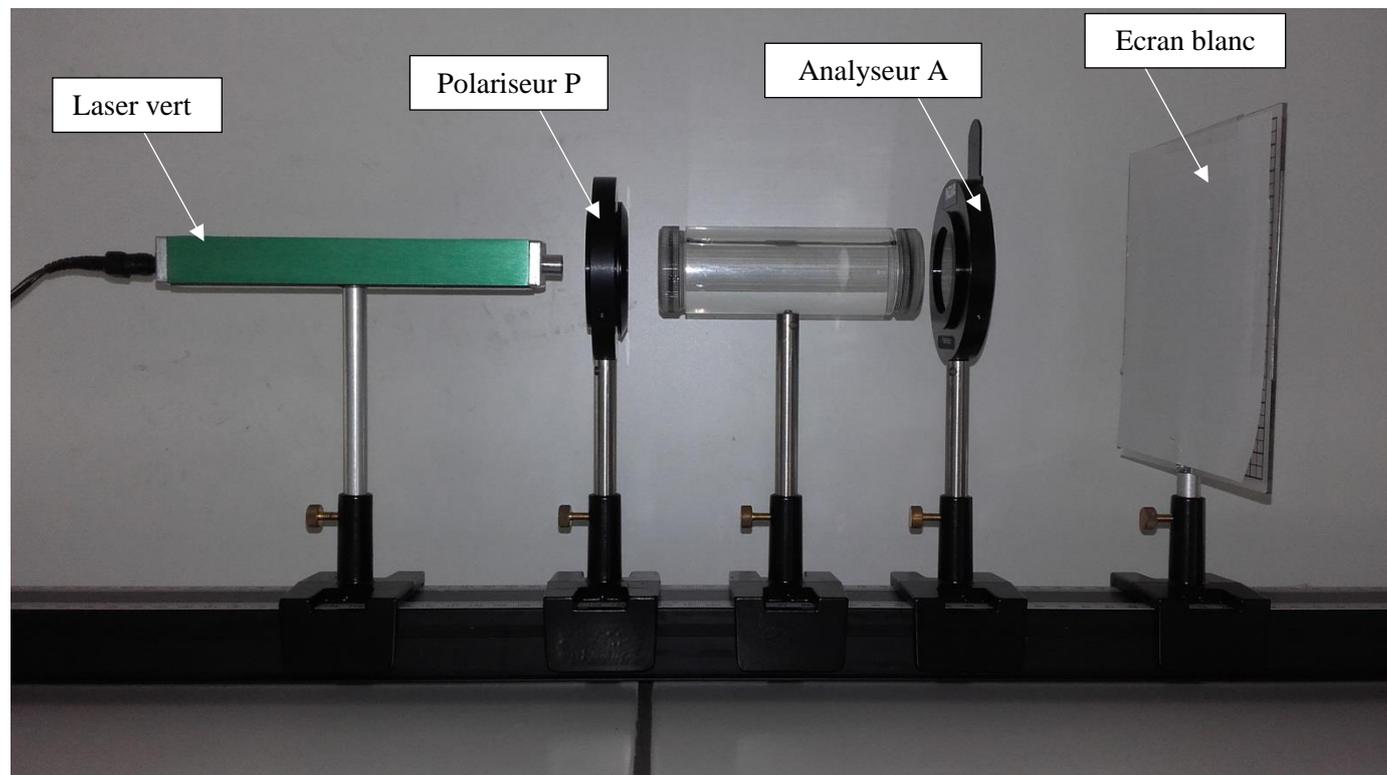
Le glucose a pour formule brute C₆H₁₂O₆.

Le fructose.

Le fructose a pour formule brute C₆H₁₂O₆. Le fructose a la même formule brute que le glucose, mais de par l'enchaînement différent des atomes dans sa molécule, les deux corps sont isomères.

Le saccharose.

Le saccharose, ou « sucre de table », extrait de la canne à sucre et la betterave sucrière (il est donc présent dans les végétaux...), est formé à partir d'une molécule de fructose et d'une molécule de glucose.

DOCUMENT 2 : photographies du montage à utiliser pour la méthode polarimétrique.

DOCUMENT 3 : Principe simplifié de la polarimétrie.

Toute solution aqueuse sucrée a pour propriété de dévier le plan d'une lumière polarisée produite par une source de lumière et un polariseur (**Figure 1**). L'angle de déviation, appelé pouvoir rotatoire, est noté α (en degrés).

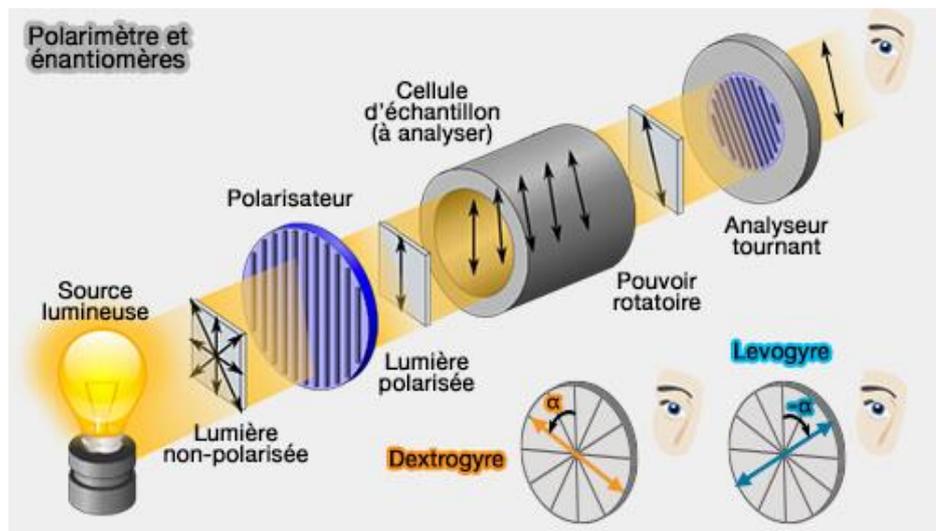


Figure 1.

Pour un observateur qui reçoit cette lumière, si cette rotation se fait vers la droite, la substance est dite **dextrogyre**, à l'inverse elle est **lévogyre**.

Le fructose est dit lévogyre et le glucose dextrogyre.

Protocole de la polarimétrie.**1^{ère} étape : sans la cellule.**

Polariseur et Analyseur doivent être orientés de manière à ce qu'aucune lumière n'arrive à l'observateur : on dit qu'il y a extinction.

2^{ème} étape : avec la cellule.

A partir de l'extinction, l'introduction de la cellule entraîne la réapparition de la lumière. On retrouve l'extinction en tournant l'analyseur d'un angle α .

Q4. A l'aide du **document 3** et du montage déjà agencé, réaliser expérimentalement l'extinction lumineuse sur l'écran blanc.

Appel n°3 : appeler l'examineur pour lui présenter l'extinction ou en cas de difficultés.

DOCUMENT 4 :

Le français Jean Baptiste BIOT a montré qu'à conditions expérimentales identiques, l'angle de déviation α (°) du plan de polarisation de la lumière est proportionnel à la concentration en masse C de l'espèce chimique en solution.

Il a montré également que pour plusieurs espèces en solution, le pouvoir rotatoire de la solution est égal à la somme des pouvoirs rotatoires des espèces chimiques présentes.

Vous disposez de cinq solutions aqueuses S_1 , S_2 , S_3 , S_4 et S_5 . Elles contiennent un mélange de glucose et de fructose dans les pourcentages en masse du tableau ci-dessous.

Un flacon est aussi à disposition avec la solution d'isoglucose I_M à analyser.

On note $P_m(G)$ le pourcentage en masse de glucose et $P_m(F)$ celui de fructose.

Solution	1	2	3	4	5
$P_m(G)$ %	100	75	50	25	0
$P_m(F)$ %	0	25	50	75	100

Q5. A l'aide du matériel à disposition et du **document 3**, proposer un protocole expérimental permettant de mesurer les angles de déviation α du plan de polarisation de la lumière pour les 5 solutions fournies.

Appel n°4 : appeler l'examineur pour lui présenter votre protocole ou en cas de difficultés.

Q6. Réaliser le protocole expérimental et compléter les valeurs de α dans le tableau de la fiche réponse pour les 5 solutions.

Q7. A l'aide du tableur-grapheur avec le fichier « PourcentageMasseGlucose.xlsx » mis à disposition, tracer la courbe d'étalonnage donnant l'angle de déviation α en fonction du pourcentage de glucose, soit $\alpha = f(P_m(G))$.

Appel n°5 : appeler l'examineur pour lui présenter votre courbe ou en cas de difficultés.

- Q8.** Proposer un protocole expérimental pour déterminer la valeur du pourcentage en masse de glucose, noté $P_m(G)_{\text{Isoglucose}}$, dans la solution d'isoglucose I_M .
- Q9.** Mettre en œuvre le protocole pour déterminer la valeur de $P_m(G)_{\text{Isoglucose}}$ et la reporter dans le document réponse.
- Q10.** Citer deux sources d'erreurs possibles sur la détermination de la valeur de $P_m(G)_{\text{Isoglucose}}$.

Appel n°6 : appeler l'examineur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficultés.

Partie C.

Dosage par titrage volumétrique colorimétrique du glucose présent dans la solution d'isoglucose I_M (Durée maximale conseillée : 1h).

La solution d'isoglucose I_M étudiée précédemment étant trop concentrée, **il est nécessaire de la diluer d'un facteur 20**. La nouvelle solution d'isoglucose mise à disposition est notée $I_{F\text{-Diluée}}$.

Document 5 : Mode opératoire du dosage

Le dosage mis en œuvre est un dosage par titrage par méthode indirecte. Dans un premier temps, le diiode $I_2(aq)$ (qui est un oxydant) va oxyder le glucose, en milieu basique. Il sera introduit en excès. Dans un second temps le diiode en excès sera dosé par des **ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}(aq)$** .

L'exploitation de la manipulation permettra de déterminer la concentration molaire en glucose de la nouvelle solution.

Oxydation du glucose en milieu basique.

Dans un erlenmeyer de 100 mL, introduire :

- Un volume $V_0 = 5,0$ mL de la solution d'isoglucose diluée $I_{F\text{-Diluée}}$.
- Un volume $V_1 = 20,0$ mL de la solution de diiode de concentration en quantité de matière $[I_2]$ égale à $2,50 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- Ajouter un volume de 4 mL de solution d'hydroxyde de sodium de concentration en quantité de matière $2,5 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Boucher, agiter et laisser reposer 30 minutes à l'obscurité, en enveloppant l'erlenmeyer de papier aluminium.

Dosage de l'excès de diiode.

- Reprendre l'erlenmeyer maintenu 30 minutes à l'obscurité.
- Ajouter un volume de 8 mL d'acide chlorhydrique de concentration molaire $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Remplir la burette graduée avec la solution de thiosulfate de sodium de concentration molaire $[S_2O_3^{2-}] = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- Ajouter la solution titrante jusqu'à obtenir une teinte jaune pâle, introduire alors quelques gouttes d'empois d'amidon.
- Poursuivre l'ajout de solution titrante. L'équivalence correspond à une décoloration totale de la solution dans l'erlenmeyer. On lit alors la valeur du volume versé V_E de solution titrante à l'équivalence.

Document 6 : caractéristiques de quelques espèces chimiques.

Les pictogrammes tiennent compte des concentrations des solutions mises à disposition en conformité avec la réglementation européenne CLP (Classification Labelling Packaging of substances and mixtures).

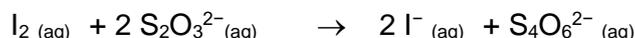
Espèce chimique	Pictogrammes de sécurité	Phrases de risques
Solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) à $2,5 \text{ mol.L}^{-1}$		H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires. H302 : Nocif en cas d'ingestion.
Solution d'acide chlorhydrique ($H^+(aq) + Cl^-(aq)$) à $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$	 	H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires. H335 : Peut irriter les voies respiratoires. H290 : Peut être corrosif pour les métaux.

Q11. Mettre en œuvre le protocole de dosage en réalisant dans un premier temps l'oxydation du glucose en milieu basique.

Pendant la durée de repos de la solution à l'obscurité, répondre aux questions Q12. et Q13.

Puis effectuer le dosage et noter sur la fiche réponse la valeur du volume V_E versé à l'équivalence.

Q12. On donne les couples oxydant/réducteur $I_2(aq) / I^-(aq)$ et $S_4O_6^{2-}(aq) / S_2O_3^{2-}(aq)$. Ecrire les demi-équations électroniques et montrer que l'équation de la réaction chimique de dosage du diiode **en excès** s'écrit :



Q13. A l'aide des données du **document 5**, montrer que la valeur de la quantité de matière de diiode $n_0(I_2)$ introduite initialement est égale à $5,00 \times 10^{-4}$ mol.

Appel n°7 : appeler l'examineur pour lui présenter vos réponses de Q12. et Q13. ainsi que la valeur du volume ou en cas de difficultés.

Q14. On montre que la quantité de matière de glucose $n(\text{glucose})$ présente dans le volume $V_0 = 5,0$ mL de la solution d'isoglucose diluée $I_{F-Diluée}$ est exprimée par :

$$n(\text{glucose}) = n_0(I_2) - \frac{1}{2} [S_2O_3^{2-}]. V_E$$

Calculer la valeur de $n(\text{glucose})$.

Q15. Calculer alors la valeur de la concentration en quantité de matière (en mol.L⁻¹) en glucose c_{GF} dans la solution diluée d'isoglucose $I_{F-Diluée}$ puis celle c_{GM} dans la solution d'isoglucose I_M .

Appel n°8 : appeler l'examineur pour lui présenter vos réponses de Q14. à Q15. ou en cas de difficultés.

Partie D.

Synthèse des résultats expérimentaux (Durée maximale conseillée : 10 min).

Q16. Présenter vos résultats et votre conclusion sur la solution d'isoglucose quant à la question : « la solution d'isoglucose peut-elle être nommée sucre inverti conformément à la législation européenne ? ».

Appel n°9 : appeler l'examineur pour lui présenter votre conclusion ou en cas de difficultés.

Nettoyer le matériel de chimie utilisé. Défaire les montages et ranger la paillasse avant de quitter la salle.

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE.

Nom :		N° inscription :	
Prénom :		Centre d'examen :	

Partie A. Analyse chromatographique de la solution d'isoglucose I_M (Durée maximale conseillée : 35 minutes).

Q1. Rédiger un protocole en vue de la réalisation de la CCM et de l'obtention du chromatogramme.

Appel n°1 : appeler l'examineur pour lui présenter votre protocole ou en cas de difficultés.

Q2. Exploiter le chromatogramme obtenu pour conclure, avec justifications, quant à la nature du second sucre présent dans la solution d'isoglucose I_M.

Q3. Proposer une explication chimique pour l'apparition des taches claires, en sachant que les sucres renferment de nombreuses fonctions chimiques alcool.

Appel n°2 : appeler l'examineur pour lui présenter votre exploitation et votre réponse ou en cas de difficultés.

Partie B. Détermination des proportions en masse de glucose et fructose dans la solution d'isoglucose I_M (Durée maximale conseillée : 1h15).

Q4. Réaliser expérimentalement l'extinction lumineuse sur l'écran blanc. Expliquer.

Appel n°3: appeler l'examineur pour lui présenter l'extinction ou en cas de difficultés.

Q5. Proposer un protocole expérimental permettant de mesurer les angles de déviation du plan de polarisation de la lumière pour les 5 solutions fournies.

Appel n°4 : appeler l'examineur pour lui présenter votre protocole ou en cas de difficultés.

Q6. Réaliser le protocole expérimental et compléter les valeurs de α dans le tableau suivant pour les 5 solutions.

Solution	1	2	3	4	5
P _m (G) %	100	75	50	25	0
P _m (F) %	0	25	50	75	100
α (°)					

Q7. Tracer la courbe d'étalonnage donnant l'angle de déviation α en fonction du pourcentage de glucose, soit $\alpha = f(P_m(G))$.

Appel n°5 : appeler l'examineur pour lui présenter votre courbe ou en cas de difficultés.

Q8. Proposer un protocole expérimental pour déterminer la valeur du pourcentage en masse de glucose, noté P_m(G)_{isoglucose}, dans la solution d'isoglucose I_M.

Q9. Déterminer la valeur de $P_m(G)_{\text{Isoglucose}}$.

Q10. Citer deux sources d'erreurs possibles sur la détermination de la valeur de $P_m(G)_{\text{Isoglucose}}$.

Appel n°6 : appeler l'examineur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficultés.

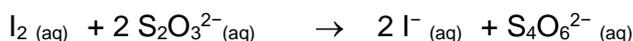
Partie C. Dosage par titrage volumétrique colorimétrique du glucose présent dans la solution d'isoglucose I_M (Durée maximale conseillée : 1h).

Q11. Mettre en œuvre le protocole de dosage. Noter sur la fiche réponse la valeur du volume V_E versé à l'équivalence.

Pendant la durée de repos de la solution à l'obscurité, répondre aux questions Q12. et Q13.

$V_E = \dots\dots\dots$

Q12. On donne les couples oxydant/réducteur concernés sont $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$ et $S_4O_6^{2-}{}_{(aq)} / S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$. Ecrire les demi-équations électroniques et montrer que l'équation de la réaction chimique de dosage du diiode **en excès** s'écrit :



Q13. Montrer que la valeur de la quantité de matière de diiode $n_0(I_2)$ introduite initialement est égale à $5,00 \times 10^{-4}$ mol.

Appel n°7: appeler l'examineur pour lui présenter vos réponses de Q12. et Q13. ainsi que la valeur du volume ou en cas de difficultés.

Q14. La quantité de matière de glucose **n(glucose)** présente dans le volume $V_0 = 5,0$ mL de la solution d'isoglucose diluée $I_{F-Diluée}$ est exprimée par :

$$n(\text{glucose}) = n_0(I_2) - \frac{1}{2} [S_2O_3^{2-}] \cdot V_E$$

Calculer la valeur de **n(glucose)**.

Q15. Calculer alors la valeur de la concentration en quantité de matière (en mol.L^{-1}) en glucose c_F dans la solution diluée d'isoglucose $I_{F-Diluée}$ puis celle c_M dans la solution d'isoglucose I_M .

Appel n°8 : appeler l'examineur pour lui présenter vos réponses de Q14. à Q15. ou en cas de difficultés.

Partie D. Synthèse des résultats expérimentaux (Durée maximale conseillée : 10 min).

Q16. Rédiger un paragraphe argumenté de quelques lignes pour présenter vos résultats et votre conclusion sur la solution d'isoglucose quant à la question : « la solution d'isoglucose peut-elle être nommée « sucre inversi » conformément à la législation européenne ? ».

Appel n°9 : appeler l'examineur pour lui présenter votre synthèse ou en cas de difficultés.