Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

LICENCE

CHIMIE

ÉVALUATION DU BLOC DE COMPÉTENCES C7 : EFFECTUER DES EXPÉRIMENTATIONS ET MANIPULER DES PRODUITS CHIMIQUES

SESSION 2026

Durée : 2 h 30

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
CHIMIE	3,0 (INDICATIF)

Moyens de calculs et matériel autorisés :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet. La blouse, les lunettes de protection et les gants adaptés sont mis à disposition au laboratoire.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : LABORATOIRE PÉDAGOGIQUE DE CHIMIE ANALYTIQUE, FACULTÉ DE CHIMIE, UNIVERSITÉ DE STRASBOURG, STRASBOURG

Le laboratoire doit vérifier la teneur en acide acétique d'une solution aqueuse de nettoyage utilisée sur le site. Vous réalisez un dosage acido-basique par titrage, en suivant une démarche expérimentale traçable et en appliquant les règles de prévention des risques chimiques.

Cahier des charges : déterminer la concentration molaire et le pourcentage massique d'acide acétique de l'échantillon, à partir des mesures et des données du dossier technique. La solution analysée a été prélevée et homogénéisée avant l'épreuve. Les solutions de titrage sont préparées et étiquetées par le laboratoire. Toute opération doit être menée avec les équipements de protection individuelle requis.

Les réponses et les calculs sont à présenter avec les unités, les chiffres significatifs adaptés et les étapes utiles au contrôle du résultat.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)

Définition de l'objectif expérimental, choix du matériel et exigences réglementaires

Vous devez quantifier l'acide acétique de l'échantillon par titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration connue. L'échantillon est dilué avant le prélèvement de l'aliquote à titrer. Consultez les documents DT 1 à DT 3.

Données essentielles de l'analyse

Paramètre	Valeur	Unité ou précision
Volume de solution commerciale prélevé pour la dilution	10,00	mL
Volume final de la solution diluée	100,0	mL
Volume de solution diluée titré	10,00	mL
Concentration de la solution titrante de NaOH	0,1000	$mol \cdot L^{-1}$
Réaction de titrage	$CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$	proportions stœchiométriques 1:1

Valeurs applicables à toutes les parties du sujet.

1.1 (1 point) Formulez l'objectif de la manipulation et indiquez le principe chimique qui permet de relier le volume à l'équivalence à la quantité d'acide acétique présente dans l'aliquote.

1.2 (1 point) Indiquez la verrerie à employer pour préparer la dilution et prélever l'aliquote de solution diluée. Justifiez brièvement le choix de chaque pièce de verrerie au regard de la précision recherchée.

1.3 (2 points) À partir du DT 2, relevez deux exigences réglementaires ou de prévention applicables à cette manipulation et décrivez une mesure concrète permettant de respecter chacune d'elles.

PARTIE 2 : Étude technologique et exploitation des mesures (7 points)

Traitement des résultats, calcul de concentration et estimation de l'incertitude

Les volumes versés à l'équivalence lors de trois titrages concordants sont fournis ci-dessous. Pour la réaction de titrage, à l'équivalence, la quantité de matière d'acide acétique dans l'aliquote est égale à la quantité de matière d'ions hydroxyde versée. On rappelle que $n = C \times V$, avec V exprimé en litres.

Mesures expérimentales

Essai	Volume de NaOH à l'équivalence (mL)
1	4,96
2	5,02
3	5,00

Volumes délivrés par la burette lors des trois titrages concordants.

2.1 (1 point) Calculez le volume moyen de NaOH à l'équivalence. Calculez également l'étendue des trois valeurs et indiquez si elles respectent le critère de concordance du DT 3.

2.2 (2 points) Déterminez la concentration molaire en acide acétique de l'échantillon commercial. Faites apparaître le calcul de la concentration dans l'aliquote diluée, puis celui de la concentration dans l'échantillon initial, en tenant compte du facteur de dilution. Utilisez $C_{\text{NaOH}} = 0,1000\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et le volume moyen calculé à la question 2.1.

2.3 (2 points) Calculez la concentration massique en acide acétique, puis le pourcentage massique dans l'échantillon commercial. Données : masse molaire de l'acide acétique $M = 60,05\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; masse volumique de l'échantillon $\rho = 1,010\ \text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$. Présentez les unités et le résultat final en pourcentage massique.

2.4 (2 points) Estimez l'incertitude relative maximale sur la concentration molaire de l'échantillon en additionnant les incertitudes relatives des grandeurs indépendantes de la relation de calcul. Pour le volume délivré par la burette, prenez une incertitude absolue de $0,10\ \text{mL}$ sur le volume versé ; pour la pipette jaugée de $10,00\ \text{mL}$, $0,02\ \text{mL}$; pour la fiole jaugée de $100,0\ \text{mL}$, $0,10\ \text{mL}$; pour la concentration titrante, $0,0002\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La relation de calcul est $C_0 = C_b V_b V_f / (V_a V_p)$, où C_0 est la concentration initiale, C_b la concentration titrante, V_b le volume moyen de titrant, V_f le volume de la fiole, V_a le volume de l'aliquote et V_p le volume initial prélevé. Pour cette estimation, V_p et V_a sont chacun mesurés avec la pipette jaugée de $10,00\ \text{mL}$. Donnez le résultat en pourcentage.

PARTIE 3 : Préparation de la manipulation et protocole opératoire (5 points)

Organisation du poste, conduite autonome de la démarche expérimentale et traçabilité

La solution titrante de NaOH est fournie à la concentration indiquée dans le sujet. L'indicateur coloré est une solution de phénolphtaléine à usage analytique. Le matériel disponible comprend une burette de 25 mL, un support avec pince, une fiole jaugée de 100,0 mL, une pipette jaugée de 10,00 mL, une propipette, un erlenmeyer de 100 mL, un bécher, une pissette d'eau déionisée et un entonnoir.

Le critère de concordance retenu pour trois volumes à l'équivalence est une étendue inférieure ou égale à $0,10\ \mathrm{mL}$. Les lectures de burette sont réalisées à hauteur des yeux, au bas du ménisque.

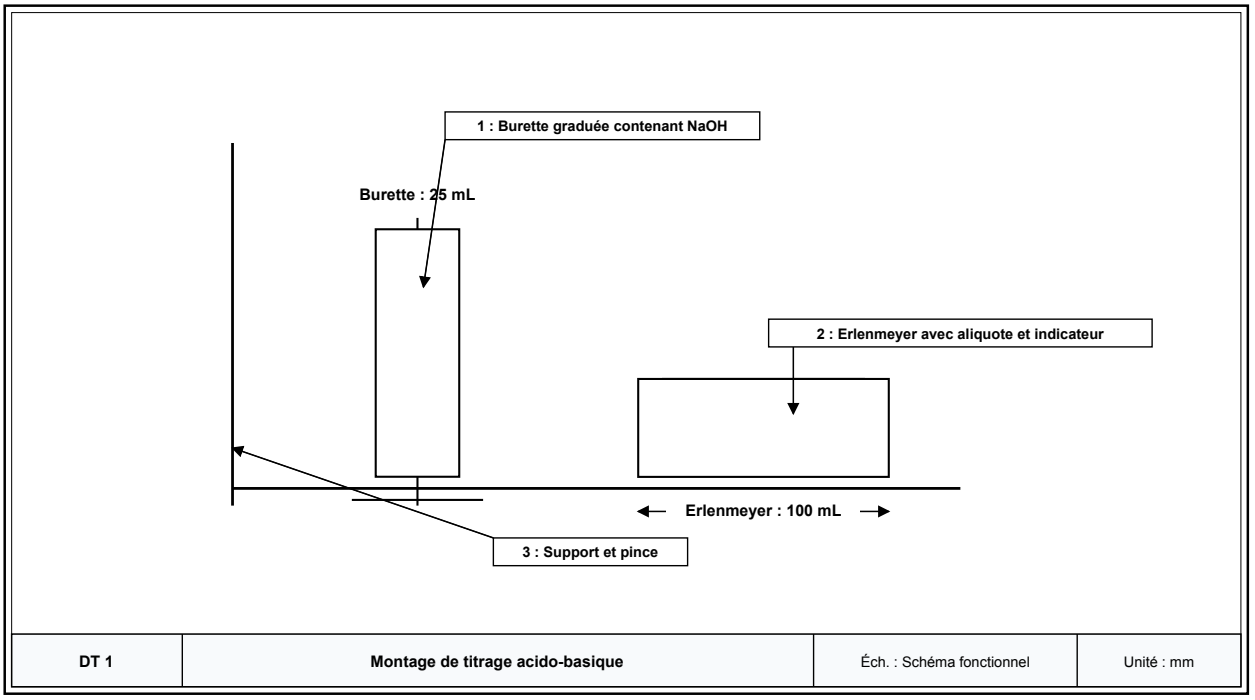


Schéma de principe, non à l'échelle. Les dimensions indiquées sont celles du matériel disponible.

3.1 (2 points) Rédigez un protocole opératoire numéroté permettant de préparer la solution diluée, de réaliser le titrage et de relever le volume à l'équivalence. Votre protocole doit préciser le rinçage adapté de la pipette et de la burette, l'usage de la propipette, le repérage de l'équivalence et la réalisation des trois essais concordants.

3.2 (1 point) Complétez le DR 1 avec les résultats de mesure et les calculs demandés. Indiquez les unités et le nombre de chiffres significatifs retenu.

3.3 (2 points) Établissez la feuille de préparation sur le DR 2 : indiquez les quantités de solution initiale, d'eau déionisée et d'aliquote nécessaires à la séquence prescrite. Précisez les contrôles à effectuer avant le premier titrage pour éviter une erreur de dilution ou de lecture.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité au laboratoire (4 points)

Identification des dangers, mesures de maîtrise et gestion des déchets

Les produits présents au poste sont l'échantillon aqueux contenant de l'acide acétique, la solution titrante d'hydroxyde de sodium et la solution indicatrice alcoolique. Les consignes de l'établissement imposent le port de la blouse fermée et des lunettes de protection pendant toute manipulation ; les gants adaptés sont requis lors de toute manipulation susceptible de provoquer un contact avec un produit chimique.

Dangers et mesures de prévention

Produit ou situation	Danger ou risque	Mesure de prévention ou conduite à tenir
Solution de NaOH à 0,1000 $mol \cdot L^{-1}$	Risque d'irritation et de projection, notamment pour les yeux	Lunettes, blouse, manipulation maîtrisée, rinçage immédiat en cas de projection
Solution indicatrice alcoolique	Liquide inflammable ; éviter toute source d'ignition	Utiliser la quantité minimale et tenir éloignée des flammes et sources de chaleur
Projection dans les yeux	Atteinte oculaire possible	Rincer immédiatement et abondamment au lave-œil pendant au moins 15 minutes ; prévenir l'encadrant
Déchets de titrage	Mélange contenant des produits chimiques et indicateur	Collecter dans le récipient de déchets liquides désigné ; ne pas éliminer à l'évier sans autorisation

Données de prévention à appliquer au poste de travail.

4.1 (2 points) Complétez l'analyse de risques du DR 2 en identifiant, pour les opérations de remplissage de la burette, de titrage et de manipulation de l'indicateur, un danger ou risque et une mesure de prévention adaptée à chaque opération.

4.2 (1 point) Indiquez la conduite à tenir en cas de projection de solution de NaOH dans les yeux, puis la filière prévue pour les solutions de titrage usagées.

4.3 (1 point) Avant de quitter le poste, indiquez deux contrôles de fin de manipulation portant respectivement sur la traçabilité des résultats et la remise en sécurité du poste.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : MONTAGE, VERRERIE ET PRINCIPE DU TITRAGE

Le titrage repose sur la réaction $\mathrm{CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O}$, de stœchiométrie 1:1. À l'équivalence, $n(\mathrm{CH_3COOH}) = n(\mathrm{OH^-})$ dans l'aliquote. La solution commerciale est diluée en prélevant $10,00\ \mathrm{mL}$ et en complétant à $100,0\ \mathrm{mL}$ dans une fiole jaugée. Une aliquote de $10,00\ \mathrm{mL}$ de cette solution est titrée.

Le facteur de dilution est $F = V_f / V_p$, avec $V_f = 100,0\ \mathrm{mL}$ et $V_p = 10,00\ \mathrm{mL}$. La concentration initiale est reliée aux mesures par $C_0 = C_b V_b V_f / (V_a V_p)$, où C_b est la concentration de NaOH, V_b le volume de NaOH à l'équivalence, et V_a le volume d'aliquote titré.

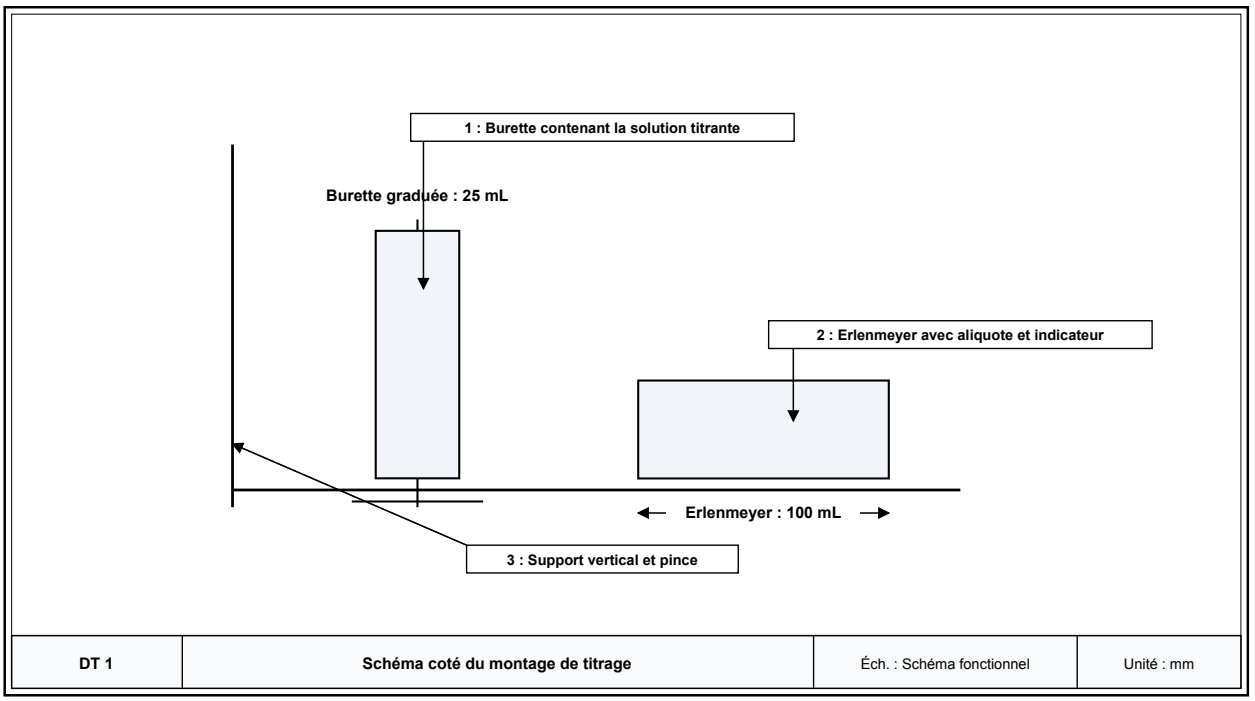


Schéma fonctionnel non à l'échelle. Les indications de capacité sont celles du matériel disponible.

Caractéristiques de la verrerie mise à disposition

Matériel	Capacité ou volume nominal	Incertitude absolue fournie
Pipette jaugée	10,00 mL	± 0,02 mL
Fiole jaugée	100,0 mL	± 0,10 mL
Burette graduée	25 mL	± 0,10 mL sur le volume délivré
Erlenmeyer	100 mL	Récipient de titrage, non utilisé pour mesurer un volume précis

Incertitudes à utiliser pour les calculs de la question 2.4.

DT 2 : CADRE DE PRÉVENTION, ÉTIQUETAGE ET GESTION DES PRODUITS CHIMIQUES

La réglementation CLP, règlement (CE) n° 1272/2008, encadre la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et mélanges. Le règlement REACH (CE) n° 1907/2006 prévoit notamment la mise à disposition des informations de sécurité relatives aux produits. Au poste, les étiquettes et fiches de données de sécurité disponibles dans l'établissement prévalent pour les produits effectivement utilisés.

Les dispositions du Code du travail relatives à la prévention du risque chimique, notamment les articles R. 4412-1 et suivants, imposent l'évaluation des risques, la réduction de l'exposition et l'application des mesures de prévention adaptées. Le port des équipements de protection individuelle prescrits par le laboratoire est obligatoire. Toute opération de pipetage est réalisée avec une propipette ; le pipetage à la bouche est interdit.

En cas de projection oculaire, utiliser immédiatement le lave-œil et rincer abondamment pendant au moins 15 minutes. Alerter l'encadrant et appliquer la procédure locale. Les solutions usagées sont collectées dans le récipient prévu par le laboratoire, sauf instruction écrite autorisant une autre filière.

Produits, dangers et précautions

Produit	Information de danger utile à l'opération	Précaution principale
Solution titrante de NaOH à 0,1000 mol·L⁻¹	Risque d'irritation et de projection	Port de lunettes et de blouse ; éviter toute projection
Solution indicatrice alcoolique	Liquide inflammable	Éloigner des flammes et sources de chaleur ; employer quelques gouttes
Échantillon aqueux acide	Risque de contact ou de projection selon les informations de l'étiquette	Port de blouse et de lunettes ; consulter l'étiquette et la fiche de données de sécurité
Déchets de titrage	Mélange de solutions contenant des produits chimiques	Collecte dans le récipient de déchets désigné

Consignes applicables à la manipulation décrite dans le sujet.

DT 3 : CRITÈRES D'EXPLOITATION DES RÉSULTATS ET RÉFÉRENCES DE VERRERIE

Pour cette épreuve, les références de pratique retenues sont les exigences de la norme NF EN ISO 385 relatives aux burettes et celles de la norme NF EN ISO 648 relatives aux pipettes jaugées. L'eau déionisée est utilisée pour la préparation de la dilution et le rinçage, conformément aux exigences de qualité fixées pour la manipulation ; la norme NF EN ISO 3696 concerne l'eau pour laboratoire à usage analytique.

Le critère de concordance des trois mesures est une étendue $V_{\max} - V_{\min} \leq 0,10\ \mathrm{mL}$. Le volume retenu est la moyenne arithmétique des trois mesures si ce critère est respecté. Pour l'estimation d'incertitude maximale, appliquer l'addition des incertitudes relatives des grandeurs multiplicatives et divisives de la relation de calcul.

La concentration massique se calcule par $\gamma = C_0 M$. Le pourcentage massique se calcule par $w = (\gamma/\rho) \times 100$, après conversion de ρ en $\mathrm{g \cdot L^{-1}}$ ou de γ en $\mathrm{kg \cdot L^{-1}}$ de manière cohérente.

Données physico-chimiques et critères de contrôle

Grandeur	Valeur	Unité ou critère
Masse molaire de l’acide acétique	60,05	$g \cdot mol^{-1}$
Masse volumique de l’échantillon	1,010	$kg \cdot L^{-1}$
Concentration du titrant NaOH	0,1000	$mol \cdot L^{-1}$
Concordance des titrages	Étendue maximale	0,10 mL
Calcul de l’incertitude relative maximale	Somme des incertitudes relatives	Pour les grandeurs multiplicatives ou divisives

Valeurs à utiliser pour l’exploitation des résultats.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Questions 2.1, 2.2 et 2.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez directement les cases laissées vides. Présentez les calculs utiles et indiquez les unités. Les volumes mesurés sont rappelés dans le tableau.

Tableau de résultats et d'exploitation

Essai	Volume de NaOH (mL)
1	4,96
2	5,02
3	5,00
Volume moyen (mL)	.....
Étendue (mL)	.....

Compléter les cases marquées « ... ».

Résultats finaux

Grandeur calculée	Résultat
Concentration molaire de l'échantillon commercial ($mol \cdot L^{-1}$)	.....
Concentration massique en acide acétique ($g \cdot L^{-1}$)	.....
Pourcentage massique d'acide acétique (%)	.....
Incertitude relative maximale (%)	.....

Indiquer les calculs, unités et résultats.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : Questions 3.3 et 4.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les tableaux. Pour chaque étape, inscrire la quantité ou le volume prévu, puis le contrôle associé. Pour l'analyse de risques, indiquer un danger ou risque et une mesure de prévention adaptée.

Feuille de préparation de la manipulation

Étape	Quantité ou volume prévu	Contrôle avant de poursuivre
Prélèvement de solution commerciale	.....	.....
Préparation de la dilution dans la fiole jaugée	.....	.....
Prélèvement de l'aliquote pour un titrage	.....	.....
Nombre de titrages requis	.....	.....

Compléter les cases marquées « ... ».

Analyse de risques des opérations

Opération	Danger ou risque identifié	Mesure de prévention
Remplissage de la burette avec la solution de NaOH	.....	.....
Ajout du titrant pendant le dosage	.....	.....
Manipulation de la solution indicatrice alcoolique	.....	.....

Compléter pour chacune des opérations.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.