

Concours d'entrée 2026

option **Art** mention **Conservation-restauration des biens culturels**
spécialité **Œuvres sculptées**

SUJET PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 1h

Calculatrice autorisée, téléphone interdit. Les résultats des calculs doivent être entièrement justifiés.

1. NOTATION SCIENTIFIQUE (2 POINTS)

Exprimer les valeurs suivant selon la notation scientifique ou vice-versa les exprimer en décimales :

Décimales	Notation scientifique
18600	
0,00002	
14000000	
	$8 \cdot 10^4$
	$3 \cdot 10^{-9}$
	$1,5 \cdot 10^{-2}$

2. LE FER ET LA CORROSION (4 POINTS)

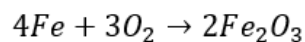
Données pour l'exercice :

- $M(Fe) = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Une pointe de flèche en fer de masse **112 g** est partiellement corrodée.

a. Calculer la quantité de matière de fer présente dans l'objet.

On considère que le fer réagit avec le dioxygène selon l'équation simplifiée :



b. Calculer la masse molaire de Fe_2O_3 .

c. Calcul la masse de Fe_2O_3 . obtenue sachant que $n(Fe_2O_3) = 1 \text{ mol}$.

d. Explique pourquoi la masse de l'objet corrodé peut-être supérieure à la masse de fer initiale.

3. PH ET CONSERVATION D'UN PAPIER ANCIEN (4 POINTS)

Le papier : un matériau fragile

Le papier est un matériau largement utilisé depuis des siècles pour les livres, dessins et archives. Il est principalement constitué d'une substance appelée **cellulose**.

La cellulose est une **macromolécule** (grande molécule) formée par l'enchaînement de nombreuses petites unités de glucose. Ces longues chaînes donnent au papier sa solidité et sa souplesse.

Cependant, cette structure peut être fragilisée par des réactions chimiques comme des variations de pH trop acide.

Lorsque les chaînes de cellulose sont coupées en morceaux plus courts, le papier devient :

- plus fragile
- cassant
- plus sensible aux déchirures

Un restaurateur étudie l'état chimique d'un document ancien en papier.

Il réalise plusieurs mesures de pH sur différentes zones :

Zone du document	pH mesuré
Zone A	4,2
Zone B	5,8
Zone C	7,0
Zone D	8,5

a. Pour chaque zone, indiquer si le milieu est : acide, neutre, basique.

b. Pourquoi un pH acide est-il dangereux pour le papier ?

Le restaurateur décide de traiter la zone A avec une solution basique douce.

c. Dans quel but réalise-t-il ce traitement ?

d. Après traitement, le pH passe de 4,2 à 6,5. Est-ce satisfaisant ? Pourquoi ?

e. Pourquoi ne cherche-t-on pas à atteindre un pH très basique (par exemple pH = 10) pour protéger le papier ?

4. IDENTIFIER UN MATÉRIAU EN RESTAURATION (2 POINTS)

Un restaurateur étudie une petite sculpture ancienne pour identifier le matériau utilisé.

Il trouve le tableau de données suivant :

Il prélève un petit échantillon et effectue les mesures suivantes :

- Masse : **54 g**
- Volume : **20 cm³**

Matériau	Masse volumique
Bois	0,5 à 0,9 g/cm ³
Plâtre	1,0 g/cm ³
Marbre	2,7 g/cm ³
Bronze	8,8 g/cm ³

Explique par le calcul la méthode pour déterminer de quel matériaux il s'agit :

5. LA PRÉPARATION DE SOLUTIONS (2 POINTS)

Pour préparer une solution d'eau ajustée pour le nettoyage des surfaces polychromées on commence par préparer une solution avec 0,1mL d'acide acétique glaciale dans 100mL d'eau. Malheureusement vous n'avez pas à disposition de l'acide acétique glacial (c'est-à-dire « pur ») mais vous trouvez une solution d'acide acétique préparée à 1 % dans l'eau. Quel volume de cette solution, dont vous disposez, faudra-il prélever pour pouvoir préparer la solution demandée par la recette à la bonne concentration ?

6. LE CALCUL DE LA MOYENNE (2 POINTS)

Pour effectuer un collage sur bois, il faut trouver un adhésif avec un pouvoir d'adhésion minimum de 2 Pascal.

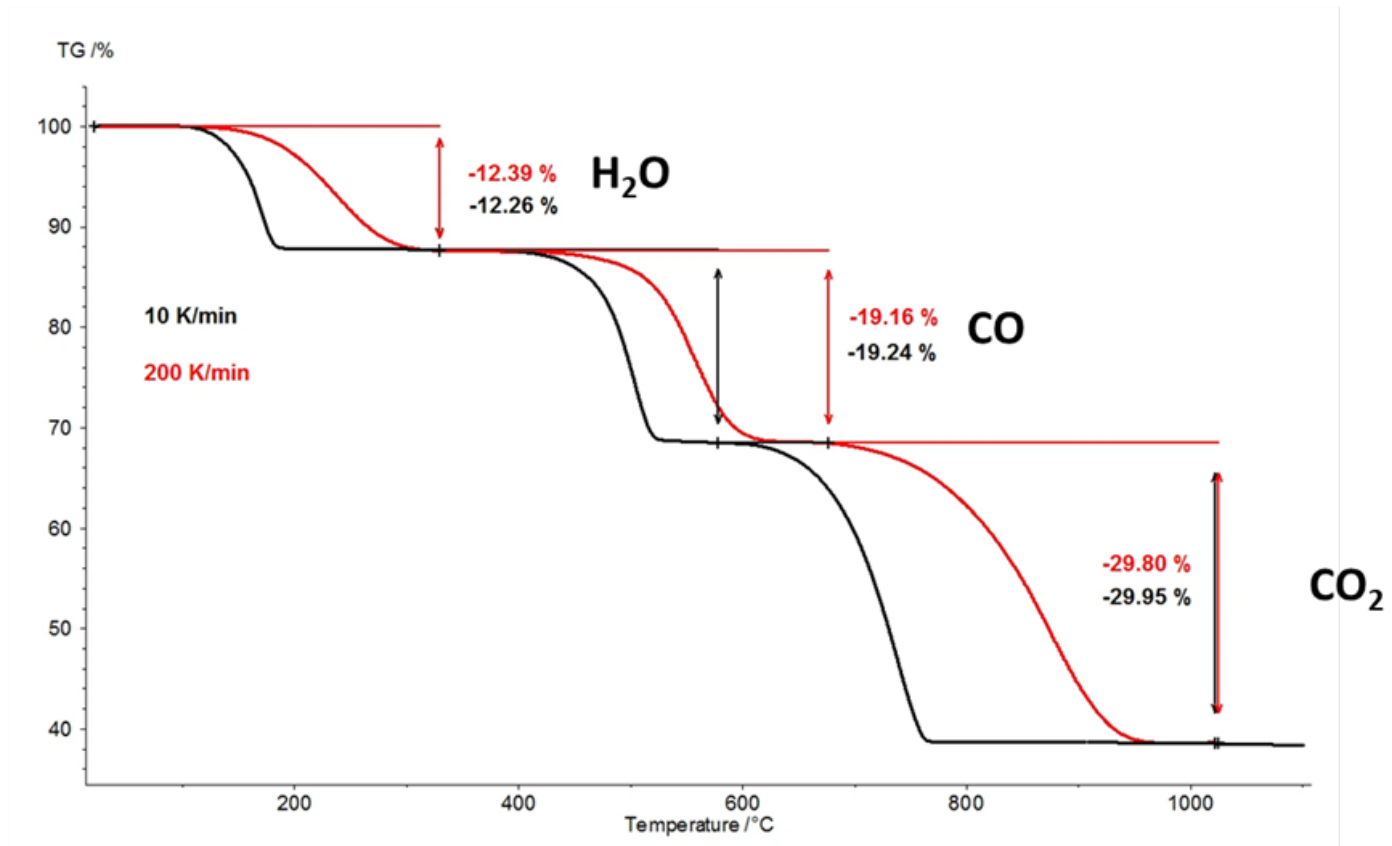
Le tableau suivant reporte les mesures obtenues sur différentes éprouvettes préparées avec un adhésif que l'on souhaite évaluer. Les valeurs mesurées sont reportées ainsi que le nombre d'éprouvettes pour lesquelles on a obtenu la même valeur.

Calculer la moyenne pondérée des mesures réalisées sur les éprouvettes.

La moyenne obtenue à partir des mesures reportées dans le tableau indique-t-elle que l'on pourrait envisager l'utilisation de cet adhésif pour un collage sur bois ?

Mesures obtenues [Pa]	2.03	1.98	1.95	1.77	1.50	2.20	1.64	2.01	1.84
Nombre d'éprouvettes sur lesquelles on a obtenu la valeur	5	3	6	1	2	6	4	5	4

7. ÉTUDE-LECTURE D'UN GRAPHIQUE (4 POINTS)



Ce graphique montre deux courbes qui correspondent aux résultats de deux analyses thermogravimétriques réalisées sur de l'oxalate de calcium monohydraté. L'analyse thermogravimétrique permet de mesurer la variation de masse d'un matériau lors d'un chauffage. La variation de masse du matériau est indiquée sur le graphique en pourcentage de perte de masse TG/% sur l'axe des ordonnées. À chaque palier, visible sur les courbes, correspond une perte de masse du matériau, et sur la droite des courbes sont indiqués les composés qui sont libérés et qui sont responsables de chaque perte de masse.

Quelle est la quantité de matériau résiduelle en fin d'analyse à 1000 °C ?

Quels sont les intervalles de température dans lesquels on observe la perte de molécules d'eau ?

Combien de monoxyde de carbone est libéré pendant la chauffe ?

La courbe rouge et la courbe noire ont été obtenues avec deux vitesses de chauffe différentes. À quelle température arrête-t-on de libérer du CO₂ pour la courbe noire et pour la courbe rouge

respectivement ? À quoi pourrait être due cette différence ?
