

Application Note AN-T-226

# Détermination des groupes fonctionnels dans le graphite et l'oxyde de graphène

Quantification précise et sélective des phénols, des lactones et des carboxylates par titrage de Boehm

Le titrage de Boehm est une analyse quantitative des groupes fonctionnels à la surface des matériaux carbonés, basée sur leurs réactions avec des solutions basiques de  $\text{NaHCO}_3$  ( $\text{pK}_a = 6,4$ ),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( $\text{pK}_a = 10,3$ ) et  $\text{NaOH}$  ( $\text{pK}_a = 15,7$ ). Il s'agit d'une méthode économique qui donne des valeurs absolues avec une grande précision des groupes fonctionnels accessibles, contenant principalement de l'oxygène, sur la surface. À l'origine, le titrage de Boehm a été développé pour les matériaux à base de carbone tels que le noir de carbone conducteur (CCB), le charbon actif, le carbone poreux et le graphite. Les matériaux modernes à base de carbone tels que le graphène,

l'oxyde de graphène (GO) ou les nanotubes de carbone peuvent également être analysés de cette manière. L'oxyde de graphène est un nanomatériau bidimensionnel à base de carbone contenant de grandes quantités de groupes fonctionnels. Il est principalement utilisé pour former de l'oxyde de graphène réduit (RGO) (par exemple, du graphène exfolié), un matériau moderne haut de gamme aux propriétés mécaniques et électriques remarquables, utilisé dans les nanocellules, les détecteurs, les dispositifs conducteurs à l'échelle nanométrique, les batteries, etc.

## ÉCHANTILLON ET PRÉPARATION DE L'ÉCHANTILLON

Les échantillons sont pesés dans différents béchers en verre pour réagir avec une solution de bicarbonate, de carbonate ou d'hydroxyde de sodium pendant deux

jours. Des échantillons vierges doivent également être préparés pour chaque solution de base.

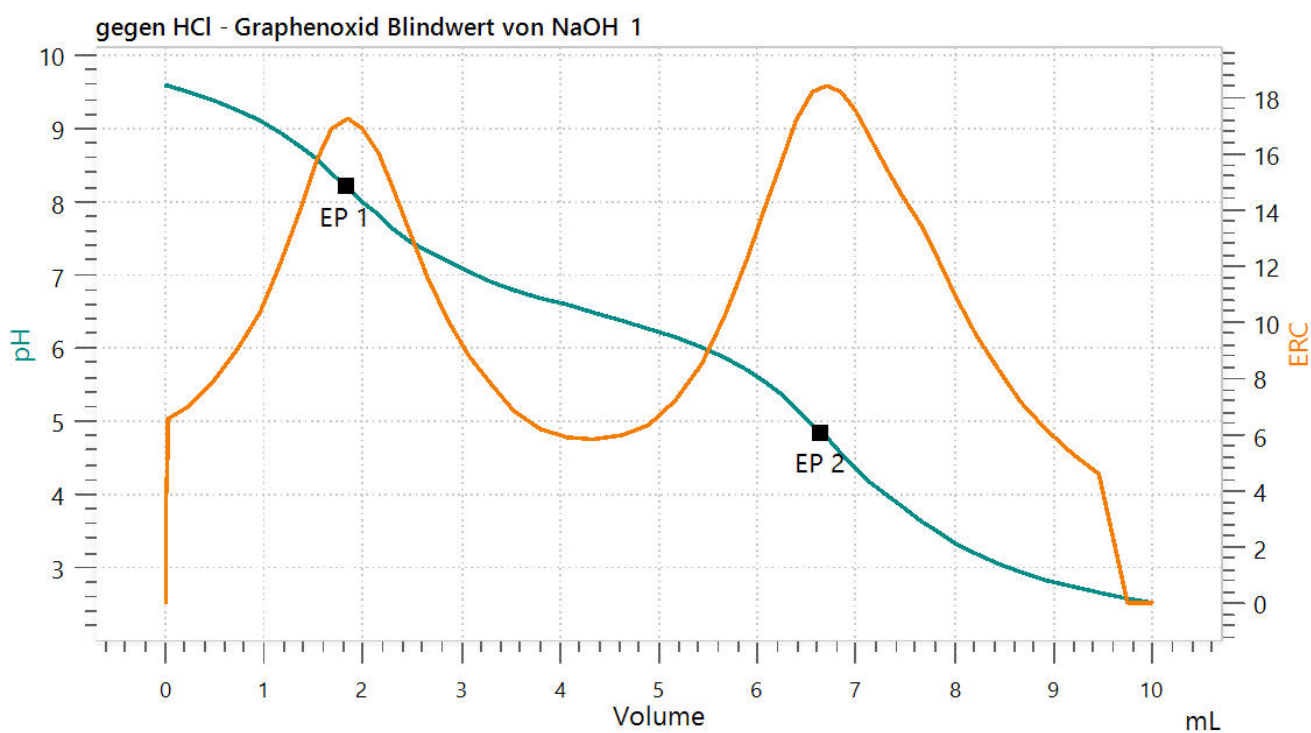
## EXPERIMENTAL

Des aliquotes du blanc et de l'échantillon ont été titrées avec une solution d'acide chlorhydrique jusqu'au dernier point d'équivalence (figure 2).



**Figure 1.** Titrateur OMNIS avec électrode numérique de pH et module de dosage.

## RÉSULTATS



**Figure 2.** Courbe de titrage exemplaire d'une aliquote de GO dans une solution de NaOH avec HCl comme titrant.

**Tableau 1.** Résultats résumés de la détermination des groupes fonctionnels par titrage de Boehm du graphite et du GO.

Solution de base (n = 3)	Groupe fonctionnels dans le graphite (mmol/g)	Groupe fonctionnels dans le GO (mmol/g)
Hydroxyde de sodium	0.1982	5.7354
Carbonate de sodium	0.0628	4.1399
Bicarbonate de sodium	0.0452	3.6967

## CONCLUSION

Le titrage de Boehm est le moyen le plus simple et le plus économique de quantifier le nombre de groupes fonctionnels sur les matériaux carbonés. Comme prévu, la quantité de groupes fonctionnels trouvés sur le GO est significativement plus élevée (30 fois) que sur le graphite. Cette méthode permet donc de

contrôler la qualité des matériaux à base de carbone et, grâce à la plateforme haut de gamme OMNIS, les résultats sont directement calculés et affichés. En outre, l'analyse peut également être automatisée, ce qui réduit les sources d'erreur humaine et permet d'augmenter le débit des échantillons.

Internal reference: AW TI CH-1325-092021

## CONTACT

Metrohm Suisse SA  
Industriestrasse 13  
4800 Zofingen

[info@metrohm.ch](mailto:info@metrohm.ch)

## CONFIGURATION



**OMNIS Advanced Titrator avec agitateur magnétique**  
OMNIS Titrator, innovant, modulaire, potentiométrique pour un mode autonome ou en tant que pièce centrale d'un système de titrage OMNIS pour le titrage à point final et à point d'équivalence (monotone/dynamique). Grâce à la technologie 3S de l'adaptateur Liquid Adapter, la manipulation des produits chimiques est plus sûre que jamais. Avec des modules de mesure et des unités de cylindre, le titreur peut être librement configuré et il est possible au besoin d'y ajouter un agitateur à tige. Au besoin, l'OMNIS Advanced Titrator peut être amélioré pour le titrage en parallèle avec la licence fonctionnelle correspondante.

- Commande via PC ou un réseau local
- Possibilité de connecter jusqu'à quatre autres modules de titrage ou de dosage pour d'autres applications ou solutions auxiliaires
- Possibilité de connecter un agitateur à tige
- Différentes tailles de cylindre disponibles : 5, 10, 20 ou 50 mL
- Liquid Adapter avec la technologie 3S :  
Manipulation de produits chimiques plus sûre, transfert automatique des données originales des réactifs provenant des fabricants

### **Modes de mesure et options logicielles :**

- Titrage à point final : licence fonctionnelle « Basic »
- Titrage à point final et à point d'équivalence (monotone/dynamique) : licence fonctionnelle « Advanced »
- Titrage à point final et à point d'équivalence (monotone/dynamique) avec titrage en parallèle : licence fonctionnelle « Professional »



### OMNIS Dosing Module sans agitateur

Module de dosage à connecter à un OMNIS Titrator pour ajout d'une burette supplémentaire pour titrage/dosage. Peut être utilisé avec un agitateur magnétique et/ou un agitateur à hélice pour une utilisation en tant que poste de titrage séparé. Unité de cylindre au choix de 5, 10, 20 ou 50 mL.



### dEcotrode plus

Électrode pH numérique combinée pour OMNIS.

Cette électrode est idéale pour les titrages acide/base en milieux aqueux.

Le diaphragme rodé fixe est insensible à la contamination.

Électrolyte de référence :  $c(\text{KCl}) = 3 \text{ mol/L}$ , conservation dans une solution de conservation.

Les dTrodes peuvent être utilisées sur les OMNIS Titrator.