

Détermination de l'arsenic par voltampérométrie inverse à l'électrode rotative en or

D'intérêt pour:

Laboratoires d'analyses générales; Analyse des eaux; Industrie pharmaceutique; Analyse des denrées alimentaires
B 1, 2, 4, 7, 9

Résumé

Ce Bulletin décrit la détermination de l'arsenic par voltampérométrie inverse anodique (en anglais: Anodic Stripping Voltammetry, ASV) à l'électrode rotative en or. Lors de l'utilisation d'un volume d'échantillon de 10 mL, il est possible d'atteindre une limite de détermination de 0,5 µg/L. Selon le choix du potentiel de préconcentration, il est également possible de différencier la concentration d'As(III), de la concentration totale d'arsenic.

Les analyses sont effectuées avec une électrode en or spéciale dont la surface active se trouve sur le côté; c(HCl) = 5 mol/L est utilisé en tant qu'électrolyte de base. Pour la détermination de la teneur totale en arsenic, As(III) et As(V) sont réduits en As⁰ à -1200 mV par l'hydrogène naissant, puis enrichis à la surface de l'électrode. Si, par contre, la préconcentration a lieu à -200 mV, seul As(III) est alors réduit, permettant ainsi une différenciation entre l'arsenic total et As(III).

Durant la détermination voltampérométrique suivante, l'As⁰ enrichi est alors oxydé de nouveau en As(III).

Appareils et accessoires

- VA Trace Analyzer 746 avec Poste VA 747 ou
- VA Computrace 757
- Électrodes et vase de mesure; doivent être uniquement utilisés pour la détermination de l'arsenic:

WE: Axe de rotation	6.1246.000
Pointe d'électrode en Au (Au sur le côté)	6.1204.150
AE: Support électrode	6.1241.020
Pointe en carbone vitreux (glassy carbon)	6.1247.000
RE: Système de référence Ag/AgCl	6.0728.000
Tube à électrolyte	6.1245.000
Bouchon	6.2709.040
Set de polissage	6.2802.000
Vase de mesure	6.1415.210

Préparation de l'échantillon

Les déterminations voltampérométriques sont sensibles aux interférences causées par les substances organiques. Les échantillons contenant des substances organiques doivent, pour cette raison, être préalablement décomposés.

- Les eaux souterraines, potables, de mer et les eaux minérales peuvent être, en règle générale, analysées directement.
- Les eaux faiblement jusqu'à moyennement polluées par des substances organiques peuvent être décomposées à l'aide de l'UV-Digesteur 705:
Ajouter 10 µL de w(HCl) = 30%, ainsi que 50 µL de w(H₂O₂) = 30% à 10 mL d'échantillon d'eau acidifié (pH = 2), puis irradier pendant 60 min à 90 °C.
- Les échantillons avec matrices organiques (denrées alimentaires, produits pharmaceutiques, etc.) doivent être décomposés par digestion humide:

- incinération haute pression
- digestion par micro-ondes

Lors des deux procédés, l'échantillon est placé dans un récipient fermé et oxydé à l'aide d'un mélange d'acides minéraux concentrés.

- Une digestion humide à récipient ouvert n'est pas recommandée à cause de la volatilité de certaines liaisons à base d'arsenic.

Détermination de la valeur à blanc des réactifs

Il est très difficile d'acquérir des réactifs complètement exempts d'arsenic et la teneur en arsenic peut, en plus, varier de charge en charge. En raison de la très forte sensibilité de la méthode décrite, il est donc absolument nécessaire de déterminer la valeur à blanc des réactifs utilisés. Celle-ci est réalisée avec

10 mL d'eau extra-pure
+ 10 mL de w(HCl) = 30%

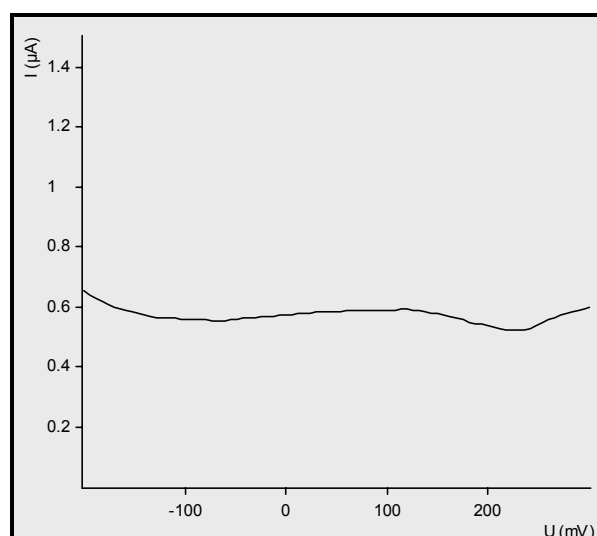
de manière identique, à la méthode utilisée pour la détermination de l'arsenic dans l'échantillon.

Conditionnement de l'électrode en or

Afin d'obtenir des tracés de courbe reproductibles, il est nécessaire de conditionner l'électrode en or électrochimiquement. Ceci devrait être répété tous les jours, non seulement avant le début des mesures, mais également lorsque le courant de base des mesures varie de manière trop importante.

Le courant de base devrait être généralement aussi faible que possible. Une électrode en or fonctionnant correctement devrait donner un courant de base d'environ 0,5 à 1,5 μA , à -200 mV .

Exemple de courant de base dans $c(\text{HCl}) = 5\text{ mol/L}$



Solution de conditionnement:

10 mL d'eau extra-pure
+ 10 mL $w(\text{HCl}) = 30\%$

Paramètres pour le conditionnement avec le VA Computrace 757 dans la fenêtre *Cleaning procedure*:

Stirrer / RDE	2000 rpm
Purge time	300 s
Conditioning cycle	
Start potential	-1000 mV
End potential	-1400 mV
No. of cycles	50
Cleaning potential	$+400\text{ mV}$
Cleaning time	60 s
Sweep	
Equilibration time	5 s
Start potential	-200 mV
End potential	$+300\text{ mV}$
Voltage step	6 mV

Voltage step time	0.3 s
Sweep rate	20 mV/s
No. of repetition cycles	20

Paramètres relatifs au conditionnement, avec le VA Trace Analyzer 746:

Working electrode	RDE
Stirrer speed	2000 rpm
Purge time	300 s
Conditioning cycle	
Cleaning potential 1	-1500 mV
Cleaning time 1	30 s
Cleaning potential 2	$+400\text{ mV}$
Cleaning time 2	60 s
No. of repetition cycles	16
Sweep	
Equilibration time	5 s
Start potential	-200 mV
End potential	$+300\text{ mV}$
Voltage step	6 mV
Voltage step time	0.3 s
Sweep rate	20 mV/s

Remarques

- Plonger les électrodes en or neuves, avant la première utilisation, pendant 30 min dans $c(\text{NaOH}) = 0,1\text{ mol/L}$, puis rincer ensuite précautionneusement avec de l'éthanol et de l'eau extra-pure.
- Si les électrodes sont neuves ou n'ont pas été employées depuis longtemps, le conditionnement doit éventuellement être répété plusieurs fois.
- Il est conseillé d'effectuer de temps en temps un conditionnement dans $c(\text{NaOH}) = 0,1\text{ mol/L}$.
- Les électrodes en or ne doivent être polies qu'avec de l'oxyde d'aluminium, dans le cas où le nettoyage avec l'hydroxyde de sodium et l'éthanol ainsi que le conditionnement électrochimique n'apportent pas les résultats escomptés.

Méthode 1: Détermination de l'arsenic total

Réactifs

Tous les réactifs utilisés doivent être de la plus haute pureté possible et au possible exempts de toutes traces d'arsenic (p.a. ou «suprapur»). Seule de l'eau extra-pure doit être utilisée.

- Acide chlorhydrique, w(HCl) = 30%, suprapur
- Solution de base d'As(V), $\beta[\text{As(V)}] = 1 \text{ g/L}$ (disponible dans le commerce)

Solution prête à l'emploi

Solution standard d'As(V)	$\beta[\text{As(V)}] = 1 \text{ mg/L}$ Cette solution est préparée à partir de la solution de base d'As(V), par dilution avec $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L}$.
----------------------------------	--

Analyse

Solution de mesure:

10 mL d'échantillon (dilué)
 + 10 mL de w(HCl) = 30%

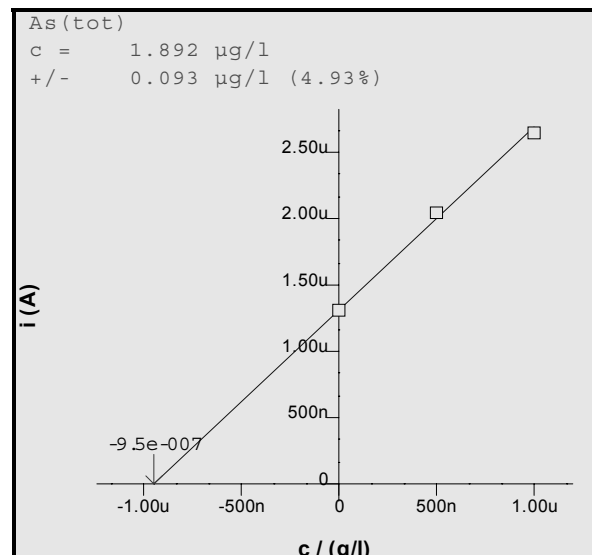
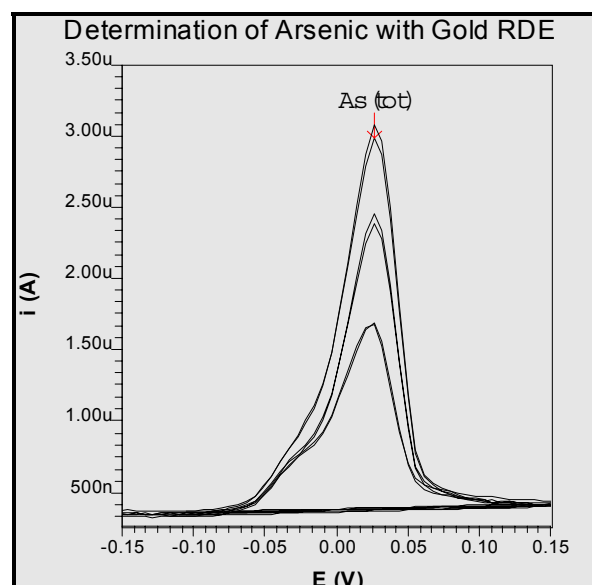
Le voltampérogramme est enregistré utilisant les paramètres suivants:

Working electrode	RDE
Stirrer speed	2000 rpm
Mode	DP
Purge time	300 s
Deposition	
Cleaning potential (potentiel de préconcentration 1)	-1200 mV
Cleaning time (durée de préconcentration 1)	120 s
Deposition potential (potentiel de préconcentration 2)	0 mV
Deposition time (durée de préconcentration 2)	10 s
Equilibration time	2 s
Sweep	
Pulse amplitude	50 mV
Start potential	-200 mV
End potential	+300 mV
Voltage step	6 mV
Voltage step time	0.3 s
Sweep rate	20 mV/s
Peak potential As	+50 mV

La concentration est déterminée par la méthode des additions standards.

Exemple

Détermination de l'arsenic total dans de l'eau minérale avec le VA Computrace 757



Volume d'échantillon: 10 mL

Résultat: 1,9 µg/L As

Remarques

- Il est absolument nécessaire de réserver un set complet d'électrodes, vase de mesure inclus, uniquement pour la détermination de l'arsenic. Ces accessoires ne devraient pas être employés au cours d'autres applications, et plus particulièrement, jamais en combinaison avec une électrode au mercure.
- La canule en PTFE (6.1819.000) utilisée pour le dégazage de la solution de mesure devrait être orientée de telle façon que, pendant le dégazage, l'électrode auxiliaire est nettoyée avec de l'azote.
- Si des petites bulles adhèrent à l'électrode auxiliaire pendant la détermination, il est possible de polir l'électrode à l'aide du set de polissage 6.2802.000.
- A l'électrode auxiliaire, pendant la préconcentration, il se forme du gaz chlore. Afin d'éviter toute corrosion, il est nécessaire d'éliminer la solution de mesure le plus rapidement possible après chaque détermination.
- Sur le VA Trace Analyzer 746, le message *-overload-* apparaît sur l'affichage du courant, à l'écran, pendant l'électrolyse, durant le conditionnement électrolytique et durant la détermination voltampérométrique (MEAS -1200 mV). Selon l'état de l'électrode en or la puissance du courant peut dépasser 1,2 mA. Le message d'erreur suivant apparaît alors *VA STAND - ERROR 6: IR current overload*, conduisant à l'interruption spontanée de la détermination. L'utilisation d'une tension d'électrolyse inférieure (par exemple -1,15 V ou -1,10 V) apporte alors l'aide escomptée.
- Si peu d'hydrogène naissant est formé durant la période de préconcentration, lors de l'emploi du VA Trace Analyzers 746, il est alors possible de travailler, respectivement de réaliser la préconcentration à un potentiel de -1,5 V.
- Afin de ne pas dépasser le domaine linéaire, il est préférable de ne pas avoir plus de 500 ng d'As dans le vase de mesure, les deux additions standards étant prises en considération. Les échantillons contenant des teneurs en arsenic plus élevées doivent être dilués en conséquence avec de l'eau extra-pure.
- Lors de l'utilisation de 10 mL de solution d'échantillon, la méthode est linéaire jusqu'à 50 µg/L; la limite de détermination est de l'ordre de 0.5 µg/L As.
- Taux de recouvrement dans des échantillons d'eau soi-disant «synthétiques»:

As ajouté	As trouvé	Erreur absolue	Erreur relative
5,00 ppb	5,30 ppb	+0,30 ppb	+6,0%
7,50 ppb	7,59 ppb	+0,09 ppb	+1,2%
9,00 ppb	8,94 ppb	-0,06 ppb	-0,7%
15,00 ppb	14,07 ppb	-0,93 ppb	-6,2%
20,00 ppb	19,08 ppb	-0,92 ppb	-4,6%

- Le tableau suivant présente les interférences, respectivement les effets possibles causés par d'autres éléments (n x As signifie: quantité maximale de l'élément, basée sur la concentration d'As, qui ne provoque pas encore de perturbations):

Élément	Remarque
Bi	Pic à 0 mV, max. 2 x As
Cu	Pic à +350 mV, pic de l'As plus positif, max. 0,25 x As
Hg	Pic à +250 mV, pic de l'As devient avec 2 x environ 25% plus petit, max. 1 x As
Sb	Pic à +40 mV, max. 2 x As
Se	Pic en dehors de la détermination de l'As, pic de l'As devient avec 2 x environ 50% plus petit, max. 1 x As
Sn	Pic à environ -300 mV, pic de l'As devient plus petit, max. 1 x As
Te	Pic en dehors de la détermination de l'As, pic de l'As devient avec 2 x environ 60% plus petit, max. 0,25 x As

Un bon nombre de ces interférences peuvent être expliquées par des liaisons inter-élémentaires.

Littérature

- T. W. Hamilton, J. Ellis, T. M. Florence
Anal. Chim. Acta 119 (1980) 225-233.
- D. Jagner, M. Josefson, S. Westerlund
Anal. Chem. 53 (1981) 2144-2146.
- P. C. Leung, K. S. Subramanian, J. C. Méranger
Talanta 29 (1982) 515-518.
- H. Huiliang, C. Hua, D. Jagner, L. Renman
Anal. Chim. Acta 193 (1987) 61-69.
- H. Huiliang, D. Jagner, L. Renman
Anal. Chim. Acta 202 (1987) 117-122.
- C. Hua, D. Jagner, L. Renman
Anal. Chim. Acta 201 (1987) 263-268.
- H. Huiliang, D. Jagner, L. Renman
Anal. Chim. Acta 207 (1988) 37-46.

Méthode 2: Détermination de l'As(III)

Réactifs

Tous les réactifs utilisés doivent être de la plus haute pureté possible et au possible exempts de toutes traces d'arsenic (p.a. ou «suprapur»). Seule de l'eau extra-pure doit être utilisée.

- Acide hydrochlorique, w(HCl) = 30%, suprapur
- Acide ascorbique, puriss. p.a., CAS 50-81-7
- Solution de base d'As(III), β [As(III)] = 1 g/L (disponible dans le commerce)

Solutions prêtes à l'emploi

Solution standard d'As(III)	β[As(III)] = 1 mg/L Cette solution est préparée à partir de la solution de base d'As(III), par dilution avec c(HCl) = 0,1 mol/L (exempt d'oxygène).
Solution d'acide ascorbique	w(acide ascorbique) = 1% Mettre en solution 100 mg d'acide ascorbique dans 10 mL d'eau extra-pure exempte d'oxygène.

Analyse

Solution de mesure:

Dégazer 10 mL de w(HCl) = 30%
 tout d'abord pendant 5 min, puis ajouter
 100 μ L de w(acide ascorbique) = 1% ainsi que
 10 mL d'échantillon (dilué).

Le voltampérogramme est ensuite enregistré utilisant les paramètres suivants:

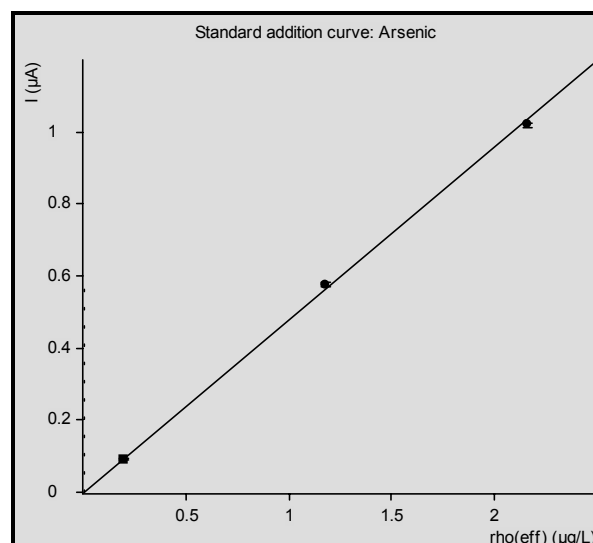
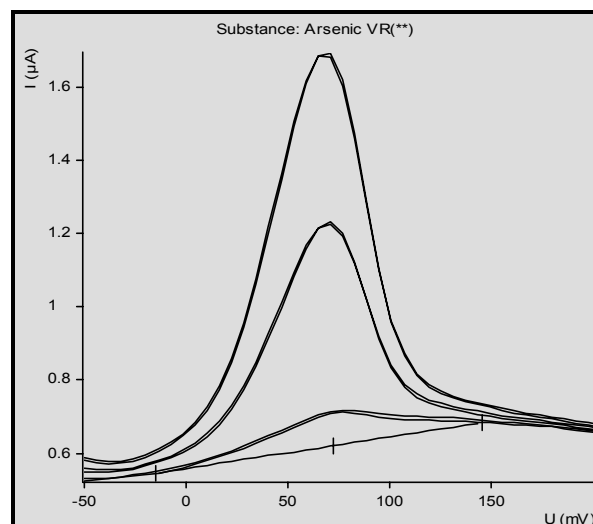
Working electrode	RDE
Stirrer speed	2000 rpm
Mode	DP
Purge time	10 s
Deposition	
Cleaning potential (potentiel de préconcentration 1)	-200 mV
Cleaning time (durée de préconcentration 1)	120 s
Deposition potential (potentiel de préconcentration 2)	0 mV
Deposition time (durée de préconcentration 2)	10 s
Equilibration time	2 s
Sweep	
Pulse amplitude	50 mV
Start potential	-200 mV

End potential	+300 mV
Voltage step	6 mV
Voltage step time	0.3 s
Sweep rate	20 mV/s
Peak potential As	50 mV

La concentration est déterminée par la méthode des additions standards.

Exemple

Détermination de l'As(III) dans de l'eau minérale (sans dioxyde de carbone) avec le VA Trace Analyzer 746



Volume d'échantillon: 3 mL

Résultat: 0,6 μ g/L As(III)

Remarques

- As(III) est sensible à l'oxydation; c'est la raison pour laquelle l'échantillon n'est ajouté qu'après le dégazage de l'acide hydrochlorique, puis ensuite analysé directement. Avec le VA Computrace 757, le dégazage doit avoir lieu avant la mise en route de la méthode.
- Grâce à l'addition d'acide ascorbique, il est possible de stabiliser As(III).
- La solution de base d'As(III) peut être également préparée à partir d'oxyde d'As(III). Pour ce faire, mettre en solution 0,132 g d'As₂O₃ (CAS 1327-53-3) dans environ 60 mL d'eau extra-pure exempts d'oxygène, ainsi que 0,5 mL de w(NaOH) = 30%, puis acidifier avec 1 mL de w(HCl) = 30% et compléter à 100 mL avec de l'eau extra-pure.

Appendice

Méthode pour le conditionnement de l'électrode en or avec le VA Trace Analyzer 746

```
===== METROHM 746 VA TRACE ANALYZER (5.746.0101) =====
Method: AB226_C .mth          OPERATION SEQUENCE
Title : Conditioning of the RDE-Au for the det. of arsenic
```

	Instructions	t/s	Main parameters	Auxiliary parameters
1	PURGE			
2	STIR	300.0	Rot.speed 2000 /min	
3	RDE		Rot.speed 2000 /min	
4	(REP			
5	DPMODE		U.ampl 50 mV	t.meas 20.0 ms
			t.step 0.30 s	t.pulse 30.0 ms
6	MEAS	30.0	U.meas -1500 mV	
7	MEAS	60.0	U.meas 400 mV	
8	MEAS	30.0	U.meas -1500 mV	
9	MEAS	60.0	U.meas 400 mV	
10	REP) 8			
11	SEGMENT		Segm.name SWEEP	
12	OMEAS		U.standby mV	
13	END			

```
Method: AB226_2          SEGMENT
                          SWEEP
```

	Instructions	t/s	Main parameters	Auxiliary parameters
1	RDE		Rot.speed 2000 /min	
2	DPMODE		U.ampl 50 mV	t.meas 20.0 ms
			t.step 0.30 s	t.pulse 40.0 ms
3	OPURGE			
4	OSTIR			
5	SWEEP	26.1	U.start -200 mV	U.step 6 mV
			U.end 300 mV	Sweep rate 20 mV/s
6	END			

Méthode pour la détermination de l'arsenic total avec le VA Trace Analyzer 746 (méthode 1)

```
===== METROHM 746 VA TRACE ANALYZER (5.746.0101) =====
Method: AB226_1 .mth          OPERATION SEQUENCE
Title : Determination of As(total)
```

	Instructions	t/s	Main parameters	Auxiliary parameters
1	SMPL>M		V.fraction mL	V.total L
2	DOS>M		Soln.name HCl_30%	V.add 10.000 mL
3	PURGE			
4	STIR	300.0	Rot.speed 2000 /min	
5	SEGMENT		Segm.name Cleaning	
6	(ADD			
7	PURGE			
8	STIR	10.0	Rot.speed 2000 /min	
9	(REP			
10	SEGMENT		Segm.name As_ASV	
11	REP) 1			
12	PURGE			
13	ADD>M		Soln.name As_Std	V.add 0.020 mL
14	ADD) 2			
15	END			

Method: AB226		SEGMENT As_ASV			
Instructions	t/s	Main parameters		Auxiliary parameters	
1	OPURGE				
2	RDE	3.0	Rot.speed	2000 /min	
3	DPMODE		U.ampl	50 mV	t.meas 20.0 ms
			t.step	0.30 s	t.pulse 40.0 ms
4	MEAS	60.0	U.meas	-1200 mV	
5	MEAS	10.0	U.meas	0 mV	
6	MEAS	60.0	U.meas	-1200 mV	
7	MEAS	10.0	U.meas	0 mV	
8	OSTIR	2.0			
9	SWEEP	18.6	U.start	-200 mV	U.step 6 mV
			U.end	300 mV	Sweep rate 20 mV/s
10	PURGE				
11	RDE		Rot.speed	2000 /min	
12	MEAS	60.0	U.meas	400 mV	
13	OMEAS		U.standby	mV	
14	END				
Method: AB226		SEGMENT Cleaning			
Instructions	t/s	Main parameters		Auxiliary parameters	
1	RDE		Rot.speed	2000 /min	
2	DCTMODE		t.step	0.30 s	t.meas 40.0 ms
3	MEAS	60.0	U.meas	-1500 mV	
4	MEAS	30.0	U.meas	400 mV	
5	DSWEEP	13.8	U.start	-200 mV	U.step 12 mV
			U.end	300 mV	Sweep rate 40 mV/s
6	OMEAS		U.standby	mV	
7	END				

Rapport complet («Full Report») pour la détermination de l'arsenic total dans de l'eau minérale avec le VA Computrace 757 (méthode 1)

```

===== METROHM 757 VA COMPUTRACE (5.757.0010) =====
Determ.   : 05021631 As(total).dth
Date      : 2001-05-02           Time: 16:31:03
Modified  : 2001-05-03 09:59:55 User:
Cell volume: 20.000 ml

Ident                                           Sample volume
                                           10.000 ml

Method : AB226_1_Determination of As(total).mth
Title  : Determination of Arsenic with Gold RDE
Remark1 : 10 mL sample + 10 mL HCl (30%)
Remark2 : 1.Add 10 ng As3; 2.Add 10 ng As5

Substance : As(tot)                               Comments
Mass conc.: 946.129 ng/l
MC.dev.   : 46.676 ng/l      ( 4.93%)
Mass      : 18.923 ng
Add.mass  : 10.000 ng

      VR      V      uA      i.mean  Std.Dev.  i.delta  Comments
-----
1-1  0.026    1.294  1.306    0.017
1-2  0.026    1.318
2-1  0.026    2.072  2.044    0.039    0.739    Ovl. in CDE
2-2  0.026    2.017
3-1  0.026    2.691  2.651    0.056    0.607    Ovl. in CDE
3-2  0.026    2.611    Ovl. in CDE

Substance  Calibr.  Y.reg/offset  Slope  Nonlin.  Mean deviat.
-----
As(tot)   std.add.  1.310e-006  1.387e+000  1.657e-008

Final results
-----
As(tot) = 1.892 µg/l      +/- Res. dev.  %      Comments
          0.093      4.933
    
```

Méthode pour la détermination de l'As(III) avec le VA Trace Analyzer 746 (méthode 2)

```
===== METROHM 746 VA TRACE ANALYZER (5.746.0101) =====
Method: AB226_2 .mth          OPERATION SEQUENCE
Title : Determination of As(III)
```

	Instructions	t/s	Main parameters	Auxiliary parameters
1	DOS>M		Soln.name HCl_30%	V.add 10.000 mL
2	PURGE			
3	STIR	300.0	Rot.speed 2000 /min	
4	SEGMENT		Segm.name Cleaning	
5	DOS>M		Soln.name VitC	V.add 0.100 mL
6	SMPL>M		V.fraction mL	V.total L
7	(ADD			
8	PURGE			
9	STIR	10.0	Rot.speed 2000 /min	
10	(REP			
11	SEGMENT		Segm.name As3_ASV	
12	REP) 1			
13	PURGE			
14	ADD>M		Soln.name As3_Std	V.add 0.010 mL
15	ADD) 2			
16	END			

```
Method: AB226_1          SEGMENT
                          As3_ASV
```

	Instructions	t/s	Main parameters	Auxiliary parameters
1	0PURGE			
2	RDE	3.0	Rot.speed 2000 /min	
3	DPMODE		U.ampl 50 mV	t.meas 20.0 ms
			t.step 0.30 s	t.pulse 40.0 ms
4	MEAS	60.0	U.meas -200 mV	
5	MEAS	10.0	U.meas 0 mV	
6	MEAS	60.0	U.meas -200 mV	
7	MEAS	10.0	U.meas 0 mV	
8	0STIR	2.0		
9	SWEEP	18.6	U.start -200 mV	U.step 6 mV
			U.end 300 mV	Sweep rate 20 mV/s
10	PURGE			
11	RDE		Rot.speed 2000 /min	
12	MEAS	30.0	U.meas 400 mV	
13	0MEAS		U.standby mV	
14	END			

```
Method: AB226_1          SEGMENT
                          Cleaning
```

	Instructions	t/s	Main parameters	Auxiliary parameters
1	RDE		Rot.speed 2000 /min	
2	DCTMODE		t.step 0.30 s	t.meas 40.0 ms
3	MEAS	30.0	U.meas -1500 mV	
4	MEAS	60.0	U.meas 400 mV	
5	DSWEEP	13.8	U.start -200 mV	U.step 12 mV
			U.end 300 mV	Sweep rate 40 mV/s
6	MEAS	30.0	U.meas 400 mV	
7	0MEAS		U.standby mV	
8	END			

Rapport complet («Full Report») pour la détermination de l'As(III) dans de l'eau minérale (sans dioxyde de carbone) avec le VA Trace Analyzer 746 (méthode 2)

```

===== METROHM 746 VA TRACE ANALYZER (5.746.0101) =====
Determ.      : 04251553      User:      Date: 2001-04-25
Modified     : no            Run : 20      Time: 15:53:29
Sample table: -
-----
  Pos.  Ident.1/S1  Ident.2/S2  Ident.3/S3  Method.call  Sample size/S0
-----
         mineralwater
-----
Method : AB226_2
Title  : Determination of As(III)
Remark1 : 2 mL H2O + 5 mL HCl (30 %)
Remark2 : + 100 uL VitC + 3 mL mineral water
-----
Substance : Arsenic
Mass conc.: 637.4 ng/L      Mass      : 1.912 ng
MC.dev.   : 17.3 ng/L (2.71%)  Add.mass  : 10 ng
Cal.dev.  : -                V0.sample: 3 mL
-----
      VR  U/mV  I/uA  I.mean  Std.dev.  I.delta  Comments
-----
      00  72   0.0889  0.0904   0.0022           rear overlapping
      01  72   0.0919
     10  70   0.5802  0.5757   0.0064   0.4853
     11  70   0.5712
     20  69   1.021   1.017   0.0069   0.4409
     21  68   1.012
-----
Substance  Techn.  Y.reg/offset  Slope  Nonlin.  Mean deviat.
-----
Arsenic    std.add.  9.054e-08    0.4783  -        3.723e-09
-----
Final results
-----
Arsenic = 637.36 ng/L      +/- Res.dev.  %  Comments
-----

```