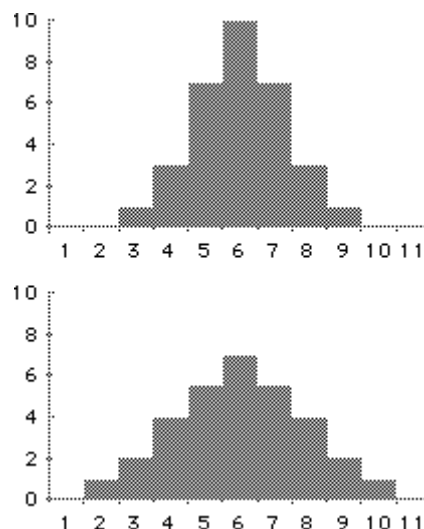


## The basic idea of statistics for chemical analysis

20/01/2007 KIMURA,K (JET)

### Spread (how wide), Variable (how different), Distribution

A certain variable's spread is the degree to which values on the variable differ from each other. If every score on the variable were about equal, the variable would have very little spread. The distributions shown on the right have the same mean but differ in spread: The distribution on the bottom is more spread out.



### Standard Deviation and Variance

The variance and the standard deviation are measures of how spread out a distribution is. In other words, they are measures of variability.

The variance is computed as the average squared deviation of each number from its mean. For example, for the numbers 1, 2, and 3, the mean is 2 and the variance is:

$$\sigma^2 = \frac{(1-2)^2 + (2-2)^2 + (3-2)^2}{3} = 0.667$$

The standard deviation formula is very simple: it is the square root of the variance. It is the most commonly used measure of spread.

$$= 0.816$$

If the standard deviation is small, the spread of each number is small.

**Coefficient of Variation (CV) = Relative Standard Deviation (RSD),**

**Representative Value of Stability**

CV is computed by dividing a standard deviation of a particular group of values by its mean (usually shown as %). In analyses, if values are obtained from repeated measurement accurately, the CV should be small. For example,

if the values from repeated measurement of 0.50 ppm are: 0.44, 0.46, 0.55, 0.59, 0.41,  
the CV = 14.0 (%)

if the values from repeated measurement of 0.50 ppm are: 0.49, 0.48, 0.51, 0.49, 0.50,  
the CV = 2.06 (%)

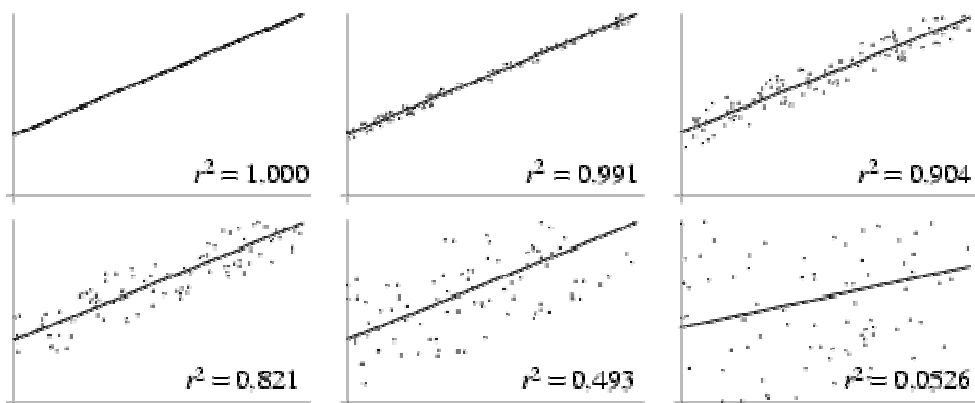
if the values from repeated measurement of 0.50 ppm are: 0.49, 0.49, 0.49, 0.49, 0.49,  
the CV = 0.00 (%)

As the CV is computed by a formula shown below, it will get small when the standard deviation is small (stable). And it will get small when the mean is large. This means that measurements of higher concentrations are easier than lower concentrations when they have the same stability. In other words, CV of higher concentrations is smaller (better) than lower concentrations. Thus, lowest concentration of a calibration curve is measured repeatedly for the confirmation of CV. The target CV for metal analysis is set as 10% for this project.

$$CV = \frac{\text{Standard Deviation}}{\text{Mean}}$$

### Correlation Coefficient ( r )

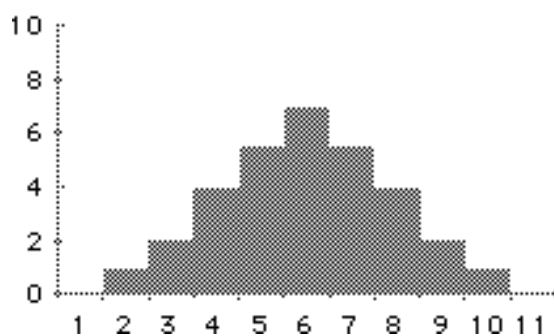
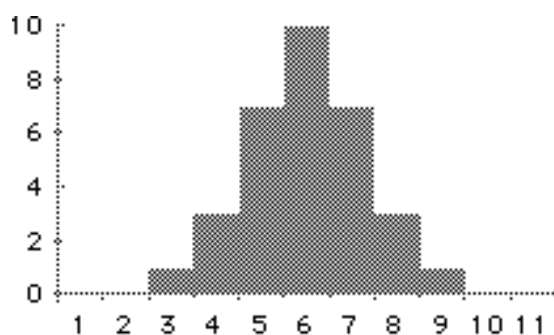
A correlation coefficient is a number between -1 and 1 which measures the degree to which two variables (i.e. X and Y, concentration and Abs) are linearly related. If there is perfect linear relationship with positive slope between the two variables, we have a correlation coefficient of 1; if there is positive correlation, whenever one variable has a high (low) value, so does the other. If there is a perfect linear relationship with negative slope between the two variables, we have a correlation coefficient of -1. Some applications show only square of correlation coefficient ( $r^2$ ) due to the procedure of calculation. In this case we can simply calculate the square root of it and get the correlation coefficient.



## المفهوم الأساسي للإحصاء في التحاليل الكيميائية

2007-7-10 كوجي كيمورا ( فريق خبراء جاياكا)

الانتشار ( إلى أي مدى ممتد )، التغير ( إلى أي مدى مختلف)، التوزيع  
انتشار متغير معين هو درجة اختلاف قيم المتغير عن بعضها البعض. إذا كانت كل نتائج المتغير تقريباً  
متساوية فإن المتغير يكون صغير الانتشار جداً . التوزيعان الموضحان في الأسفل يملكان نفس المتوسط لكنهما  
مختلفان من ناحية الانتشار : التوزيع في الأسفل أكثر انتشاراً للخارج.



### الانحراف المعياري و التباين

إن التباين و الانحراف المعياري هما مقياسان للتعبير عن مدى الانتشار إلى الخارج. بكلمة أخرى، هما مقياسان للتغير.

يحسب التباين كمتوسط مجموع مربعات ناتج طرح كل رقم من المتوسط الحسابي. على سبيل المثال:  
المتوسط الحسابي للأعداد 1، 2، 3 هو 2 و بالتالي فإن التباين هو

$$\sigma^2 = \frac{(1-2)^2 + (2-2)^2 + (3-2)^2}{3} = 0.667$$

إن صيغة الانحراف المعياري بسيطة جداً : هي عبارة الجذر التربيعي للتباين. و هي أكثر مقياس شائع للانتشار.

$$\sigma = 0.816$$

كل ما كان الانحراف المعياري صغيراً، كل ما كان انتشار جميع الأرقام صغيراً  
عامل التباين (CV) = الانحراف المعياري النسبي (RSD)  
القيمة الممثلة للاستقرار

$$CV = \frac{\text{Standard Deviation}}{\text{Mean}}$$

يحسب عامل التباين بقسمة الانحراف المعياري لمجموعة معينة من القيم على المتوسط الحسابي ( عادة تحسب كنسبة مئوية %). في التحاليل: إذا حصلنا على قيم دقيقة متكررة فإن عامل التباين يجب أن يكون صغير. على سبيل المثال: إذا كانت القيم الناتجة من قياس متكرر لـ 0.50 ppm هي : 0.44, 0.46, 0.55 . فإن عامل التباين هو

$$CV = 14.0 (\%)$$

أما إذا كانت القيم الناتجة من قياس متكرر لـ 0.50 ppm هي : 0.49, 0.48, 0.51, 0.49, 0.50 فإن عامل التباين هو

$$CV = 2.06 (\%)$$

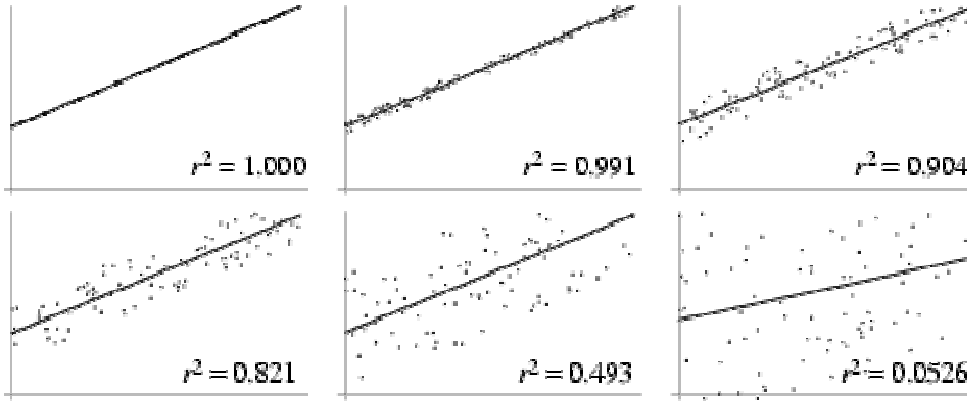
أما إذا كانت القيم الناتجة من قياس متكرر لـ 0.50 ppm هي : 0.49, 0.49, 0.49, 0.49, 0.49 فإن عامل التباين هو

$$CV = 0.00 (\%)$$

بما أن عامل التباين يحسب بالمعادلة الظاهرة أدناه فإن قيمته ستكون صغيرة عندما تكون قيمة الانحراف المعياري صغيرة ( مستقرة). كما أنها ستكون صغيرة في حال كان المتوسط الحسابي صغيراً. هذا يعني أن قياسات التراكيز العالية أسهل من التراكيز الأدنى عندما تملك نفس الإستقرارية . بمعنى آخر: عامل تباين التراكيز العالية أصغر ( أفضل) من التراكيز المنخفضة. و بالتالي: يتم قياس التراكيز المنخفضة من منحني المعايرة للتأكد من عامل التباين. إن عامل التباين المطلوب لتحليل المعادن في هذا المشروع هو 10%.

## معامل الارتباط (r)

إن معامل الارتباط هو عدد بين -1 و 1 و هو يقيس درجة الارتباط الخطي بين متغيرين ( على سبيل المثال X و Y، أو تركيز و امتصاص). إذا كانت هناك علاقة خطية ممتازة مع ميل موجب بين المتغيرين فيكون لدينا معامل ارتباط 1 : إذا كان هناك ارتباط موجب فهذا يعني أنه إذا كانت قيمة أحد المتغيرين كبيرة ( أو صغيرة) فإن قيمة المتغير الآخر تكون أيضاً كبيرة ( أو صغيرة). أما إذا كانت العلاقة الخطية ممتازة مع ميل سالب بين المتغيرين فيكون لدينا معامل ارتباط -1. تستخدم بعض التطبيقات فقط مربع معامل الارتباط ( $r^2$ ) نتيجة للإجرائية المستخدمة في الحساب. فنقوم ببساطة في هذه الحالة بحساب الجذر التربيعي فنحصل على معامل الارتباط.



## **Basic Idea of Dilution**

### **1. Very Basic Idea**

There are ideas of content and concentration for expressing some material's amount in something (like water). The content is the exact weight of the material in water (for example) and the concentration is the rate which the material occupies in water.

If you put 100mg of salt in water, the content is always 100mg whatever the amount of water is. Putting 100mg of salt in 1L of water and in 10L of water doesn't make any difference for the content because it's always 100mg.

If you put 100mg of salt in water of 1L, it makes 100 mg salt / L water (mg/L). If you have 1L of water of 100mg/L concentration with salt, you have 100mg salt as the content. If you lose 0.5L of water of 100mg/L concentration with salt, now you have 50mg salt as the content but the concentration is still 100mg/L.

The formula for getting the concentration or content is really simple. You just have to care about the unit when you check if the formula you set is correct.

Concentration (mg/L) = content (mg) / amount of water (L)

If you put 100mg of salt in water of 1L,

$$100 \text{ (mg)} / 1 \text{ (L)} = 100 \text{ (mg/L)}$$

If you lose 0.5L of water of 100mg/L concentration with salt,

$$100 \text{ (mg/L)} \times 0.5 \text{ (L)} = 50 \text{ (mg)}$$

Now you have 50mg salt as the content but the concentration is still 100mg/L.

### **2. Units for concentration**

The standard unit for concentration is mg/L. Often ppm is used instead of mg/L. Actually ppm represents rate (result of division of same units). For this reason, accurately speaking, mg/L does not equal ppm. But in accordance with customary practice, we use ppm as mg/L and ppb as  $\mu$ g/L.  $\mu$  (micro) is 1/1,000 of m (milli), so 1ppm is 1,000ppb and 1ppb is 0.001ppm. ppm means Parts Per Million ( 1/1,000,000 ) and ppb means Parts Per Billion ( 1/1,000,000,000 ). For the same circumstances, usually % means g/100mL.

**Exercise**

- |                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 1) How many ppm are 5 mg/L?        | 5ppm      |
| 2) How many ppm are 500 $\mu$ g/L? | 0.5ppm    |
| 3) How many ppm are 10 g/L?        | 10,000ppm |
| 4) How many ppm are 3 $\mu$ g/mL?  | 3ppm      |
| 5) How many ppb are 3 $\mu$ g/L?   | 3ppb      |
| 6) How many ppb are 0.5 mg/L?      | 500ppb    |
| 7) How many ppm are 300ppb?        | 0.3ppm    |

**3. Practical Calculation**

- 1) Now you have 65% of Nitric Acid (HNO<sub>3</sub>). Consider the following case of dilution.

To get 10L of 5% HNO<sub>3</sub> solution, how much amount of original acid do you need?

$65\% \div 5\% = 13$  you need to dilute 13times

$$1 : 13 = x : 10(\text{L}) \quad 13x = 10(\text{L}) \quad x = 10(\text{L})/13 = 0.77(\text{L})$$

Thus, you dilute 0.77L of 65% HNO<sub>3</sub> to 10L and get 5% HNO<sub>3</sub>

- 2) Now you have 100ppb of Ag standard solution. Consider the following case of dilution.

To get 10, 20, 30, 50ppb of solutions, what kinds of rates are necessary if you want to prepare 20  $\mu$  L of each solution?

$100\text{ppb} \div 10\text{ppb} = 10$  you need to dilute 10times for preparing 10ppb

$$1x + 9x = 20(\mu\text{L}) \quad 10x = 20(\mu\text{L}) \quad x = 20(\mu\text{L})/10 = 2(\mu\text{L})$$

So you dilute 2  $\mu$  L of 100ppb to 20  $\mu$  L and get 10ppb

$100\text{ppb} \div 20\text{ppb} = 5$  you need to dilute 5times for preparing 20ppb

$$1x + 4x = 20(\mu\text{L}) \quad 5x = 20(\mu\text{L}) \quad x = 20(\mu\text{L})/5 = 4(\mu\text{L})$$

So you dilute 4  $\mu$  L of 100ppb to 20  $\mu$  L and get 20ppb

You can repeat this procedure to get others but usually you have to calculate only the first one and multiply it according to the rate.

<b>10ppb</b>	<b>2</b> std + 18diluent
<b>20ppb</b>	<b>4</b> std + (20-4)diluent
<b>30ppb</b>	<b>6</b> std + (20-6)diluent ( $\times 3$ )
<b>40ppb</b>	<b>8</b> std + (20-8)diluent ( $\times 4$ )
<b>50ppb</b>	<b>10</b> std + (20-10)diluent ( $\times 5$ )

**Exercise**

- (1) Laboratory A uses 40L of 5% acidified water for soaking apparatus. They change it every 2months. How many liters of 70% acid do they need per year?

17L

- (2) To prepare 5ppm of standard solution, how many times do you dilute 1000ppm standard solution? And what kinds of glassware do you need at least?

200times1mL pipette, 100mL flask

- (3) To prepare 10ppb of standard solution, how many times do you dilute 1000ppm standard solution? And what kinds of glassware do you need at least?

100,000times1mL pipette \* 2, 5mL pipette, 100mL flask \*2, 50mL flask

- (4) You have 150mL of 50ppm Cd solution and 350mL of 100ppm As solution. If you put them together, how many ppm of Cd and As solution do you have?

15ppmCd70ppmAs

- (5) Fill in the tables below for the dilution for the furnace method. Make each step of solution 20  $\mu$  L.

Table 1. Calibration Curve for Cr

Concentration (ppb)	Volume of Std(10ppb) ( $\mu$ L)	Volume of Diluent ( $\mu$ L)
0	0	20
1	2	18
2	4	16
4	8	12
6	12	8

Table 2. Calibration Curve for Al

Concentration (ppb)	Volume of Std(50ppb) ( $\mu$ L)	Volume of Diluent ( $\mu$ L)
0	0	20
5	2	18
10	4	16
20	8	12
30	12	8



## الفكرة الأساسية للتمديد

### 1. الفكرة الأولية

يوجد مبادئ للتعبير عن محتوى و تركيز بعض المواد في أشياء أخرى ( كالماء). المحتوى هو الوزن الدقيق للمادة الموجودة في الماء (على سبيل المثال) أما التركيز فهو النسبة التي تحتلها المادة في الماء.

إن وضعت 100 ملغ من الملح في الماء فإن المحتوى هو دوماً 100 ملغ مهما كانت كمية الماء. إن وضع 100 ملغ من الملح في 1 لتر من الماء أو في 10 لتر من الماء فلن يكون هناك أي فرق في المحتوى لأن المحتوى هو دوماً 100 ملغ.

إن وضعت 100 ملغ من الملح في 1 لتر من الماء فذلك يعطي تركيز 100 ملغ الإتر ماء ( ملغ\إل). إذا كان لديك 1 لتر من الماء ذو تركيز الملح 100 ملغ\إل، فلدريك 100 ملغ من الملح كمحتوى. فإن فقدت نصف لتر من الماء ذو تركيز الملح 100 ملغ\إل فيكون بذلك لديك 50 ملغ من الملح كمحتوى لكن التركيز يبقى 100 ملغ\إل. إن معادلة التركيز سهلة جداً. فقط عليك أن تنتبه للوحدة عند وضع المعادلة.

التركيز (ملغ\إل) = المحتوى (ملغ)\كمية الماء (لتر)

ففي حال وضعت 100 ملغ من الملح في 1 لتر من الماء

$$100 \text{ (ملغ) } \div 1 \text{ (لتر) } = 100 \text{ (ملغ\إل)}$$

في حال فقدت نصف لتر من الماء ذو تركيز الملح 100 ملغ\إل

$$100 \text{ (ملغ\إل) } \times 0.5 \text{ (لتر) } = 50 \text{ (ملغ)}$$

فلدريك الآن 50 ملغ من المحتوى لكن التركيز بقي 100 ملغ\إل.

### 2. وحدات التركيز

إن الوحدة القياسية للتركيز هي ملغ\إل. في أغلب الأحيان تستخدم وحدة ppm عوضاً عن ملغ\إل. في الحقيقة ppm تعبر عن نسبة ( نتيجة قسمة وحدات متماثلة). لهذا السبب فإن كلمة ملغ\إل لا تقابل بالمعنى الدقيق ppm. لكن بموجب الممارسة المعتادة نستخدم ppm كملغ\إل و ppb كميكروغرام\إل. ميكرو هو 1\1000 من الملي لذلك فإن كل 1 ppm يقابل 1000 ppb و كل 1 ppb يقابل 0.001 ppm. كلمة ppm هي اختصار لـ Per Million Parts (جزء بالمليون 1\1000000) و كلمة ppb هي اختصار لـ Parts Per Billion (جزء بالبيون 1\1000000000). لنفس الظروف فإنه عادة % تعني غ\100مل.

## تمارين

1. كم ppm في كل 5 ملغ؟
2. كم ppm في كل 500 ميكروغرام؟
3. كم ppm في كل 10 غ؟
4. كم ppm في كل 3 ميكروغرام؟
5. كم ppb في كل 3 ميكروغرام؟
6. كم ppb في كل 0.5 ملغ؟
7. كم ppm في كل 300 ppb؟

## 2. حساب عملي

1. لديك 65% من حمض الأزوت. لندرس حالة التمديد التالية.  
للحصول على 10 ليتر من حمض الأزوت ذو التركيز 5%، كم هي الكمية التي تحتاجها من الحمض الأصلي؟  
 $65\% \div 5\% = 13$  إذاً عليك بالتمديد 13 مرة  
 $1 : 13 = x : 10(L) \quad 13x = 10(L) \quad x = 10(L)/13 = 0.77(L)$   
بالتالي يجب أن تمدد 0.77ل من حمض الأزوت 65% إلى 10 ليتر للحصول على حمض الأزوت 5%.

2. لديك 100ppb من محلول ستاندر الفضة. لندرس حالة التمديد التالية.  
للحصول على تراكيز 10، 20، 30 من المحلول فما هي النسب المطلوبة في حال كنت تريد تحضير 20 ميكروليتر من كل محلول؟

$$100 \text{ppb} \div 10 \text{ppb} = 10 \text{ إذاً عليك بالتمديد 10 مرات لتحضير 10 ppb}$$

$$1x + 9x = 20(\mu L) \quad 10x = 20(\mu L) \quad x = 20(\mu L)/10 = 2(\mu L)$$

إذاً يجب أن تقوم بتمديد 2 ميكروليتر من 100ppb حتى 20 ميكروليتر للحصول على 10 ppb

$$100 \text{ppb} \div 20 \text{ppb} = 5 \text{ إذاً عليك بالتمديد 5 مرات لتحضير 20 ppb}$$

$$1x + 4x = 20(\mu L) \quad 5x = 20(\mu L) \quad x = 20(\mu L)/5 = 4(\mu L)$$

إذاً يجب أن تقوم بتمديد 4 ميكروليتر من 100ppb حتى 20 ميكروليتر للحصول على 20 ppb

يمكنك تكرار هذه الإجرائية بسهولة للحصول على التراكيز الأخرى لكن عادةً يتوجب عليك فقط حساب أول تركيز و من ثم تقوم بالضرب حسب النسبة

10ppb	تمديد 2std + 18
× 2	× 2
20ppb	تمديد 4std + (20-4)
30ppb	تمديد 6std + (20-6) (× 3)
40ppb	تمديد 8std + (20-8) (× 4)
50ppb	تمديد 10std + (20-10) (× 5)

## تمارين

1. مخبر A يستخدم 40 ليتر من الماء المحمض 5% لنقع الأدوات. يتم تغير الماء كل شهرين مرة. كم ليتر يلزم من الحمض ذو التركيز 69% خلال عام واحد؟

2. كم مرة يجب تمديد 1000ppm من محلول ستاندر لتحضير ستاندر 5ppm؟ و ما هي الزجاجيات التي ستحتاجها؟

3. كم مرة يجب تمديد 1000ppm من محلول ستاندر لتحضير ستاندر 10ppm؟ و ما هي الزجاجيات التي ستحتاجها؟

4. لديك 150 مل من 50ppm محلول كادميوم و 350 مل من 100ppm من محلول الزرنيخ. في حال خلطهما معاً فكم ppm لديك من الكادميوم و من الزرنيخ؟

5. قم بملئ الجداول التالية للتمديد في طريقة الفرن بحيث يكون الحجم في كل خطوة 20 ميكروليتر.

جدول 1 المنحني العياري للكروم

Concentration (ppb)	Volume of Std(10ppb) (μL)	Volume of Diluent (μL)
0		
1		
2		
4		
6		

جدول 1 المنحني العياري للألومنيوم

Concentration (ppb)	Volume of Std(50ppb) (μL)	Volume of Diluent (μL)
0		
5		
10		
20		
30		

## Brief Explanation of Significant Digits (Significant Figures)

Kimura, K July 31st, '07

Let's take a look at following examples.

ex. 1)

If the repeated results of measurements are :

0.345675

0.345679

0.345677 ,

the digits "0.34567" are always stable and the last one is uncertain.

ex. 2)

If the repeated results of measurements are :

0.345012

0.345020

0.345107 ,

the digits "0.345" are always stable and the last 3 digits are uncertain.

ex. 3)

If the repeated results of measurements are :

0.345012

0.349020

0.344107 ,

the digits "0.3" are always stable and the last 5 digits are uncertain. The second decimal place "4" is not stable after rounding (half adjust).

Now, among 3 examples above, which is the most accurate measurement and which is the least one?

And how many digits are significant (meaningful) for each example?

If your analysis's significant digits are 2, you always guarantee the accuracy of the results expressed with 2 digits.

When you get the results like :

4.567 then you express 4.6,

4.567 with 10 times dilution, then you express 46

4.567 with 100 times dilution, then you express 460

4.567 with 1000 times dilution, then you express 4600

When your significant digits are 2, you cannot give out a result like 4570, 4567, 4567.0 or 4567.00 because you are not sure about 3rd or more digits after the first 2 digits. "When you are not sure about anything, do not report it.", that's the idea of significant digits.

لنلقى نظرة على الأمثلة التالية.

مثال 1

في حال كانت نتائج قياس ما هي:

0.345675

0.345679

0.345677

فإن الخانات "0.34567" دوماً ثابتة بينما الخانة الأخيرة متغيرة.

مثال 2

في حال كانت نتائج قياس ما هي:

0.345012

0.345020

0.345107

فإن الخانات "0.345" دوماً ثابتة بينما الخانات الثلاث الأخيرة متغيرة.

مثال 3

في حال كانت نتائج قياس ما هي:

0.345012

0.345020

0.345107

فإن الخانات "0.3" دوماً ثابتة بينما الخانات الخمس الأخيرة متغيرة.  
إن الخانة العشرية الثانية "4" ليست مستقرة بعد التدوير (نصف تعديل).

ما هو القياس الأكثر دقة و القياس الأقل دقة بين الأمثلة الثلاث السابقة؟  
و كم خانة ذات دلالة (ذات معنى) في كل مثال؟

إذا كان عدد الخانات ذات الدلالة في التحاليل هو 2 فإنك يجب دوماً أن تعبر عن النتائج بخانتين ذات دلالة.  
عندما تحصل على نتائج مثل:

4.567 يجب أن تكتب 4.6

4.567 مع تمديد 10 مرات يجب أن تكتب 46

4.567 مع تمديد 100 مرة يجب أن تكتب 460

4.567 مع تمديد 1000 مرة يجب أن تكتب 4600

عندما يكون عدد الخانات ذات الدلالة هو 2 فلا تستطيع إعطاء نتائج مثل 4570، 4567، 4567.0، 4567.00 لأنك غير متأكد من الخانة الثالثة أو أي خانة أخرى بعد الخانتين الأوليتين. "عندما تكون غير متأكد من أي شيء فلا تقم بتقريره" هذه هي فكرة الخانات ذات الدلالة.

## Comprehension Check Sheet

21/8/2007 KIMURA,K (JET)

The variance is computed as the average squared deviation of each number from its mean. For example, for the numbers 1, 2, and 3, the mean is 2 and the variance is:

$$\sigma^2 = \frac{(1-2)^2 + (2-2)^2 + (3-2)^2}{3} = 0.667$$

The standard deviation formula is very simple: it is the square root of the variance. It is the most commonly used measure of spread.  $\sigma = 0.816$

**Q.01**

If the standard deviation is small, how is the spread of each number (large or small)?

**Q.02**

What kind of representative value is Coefficient of Variation (CV) ?

**Q.03**

What is the relationship between CV and Relative Standard Deviation (RSD) ?

**Q.04**

What kind of value divides a Standard Deviation to give out CV?

**Q.05**

Which CV is smaller between the group of "0.44, 0.46, 0.55, 0.59, 0.41" or "0.49, 0.48, 0.51, 0.49, 0.50," ?

**Q.06**

Which measurement is easier to get the same CV between higher concentrations or lower ones ?

**Q.07**

How many percents are the criteria for CV of quantitation limits for the metal analysis?

**Q.08**

What kind of representative value is Correlation Coefficient (  $r$  ) ?

**Q.09**

How much is the criteria for  $r$  of calibration curves for the metal analysis?

**Q.10**

If you have 0.5L of water of 100mg/L concentration with salt, how many mg of salt do you have ?

**Q.11**

- 1) What kind of units do ppm and ppb represent usually?
- 2) How many ppm are 500  $\mu$ g/L?
- 3) How many ppm are 10 g/L?
- 4) How many ppm are 3  $\mu$ g/mL?
- 5) How many ppb are 0.5 mg/L?
- 6) How many ppm are 300ppb?
- 7) Now you have 65% of Nitric Acid (HNO<sub>3</sub>). To get 10L of 5% HNO<sub>3</sub> solution, how much amount of original acid do you need?

**Q.12**

Laboratory A uses 40L of 5% acidified water for soaking apparatus. They change it every 2months. How many liters of 70% acid do they need per year?

**Q.13**

You have 150mL of 50ppm Cd solution and 350mL of 100ppm As solution. If you put them together, how many ppm of Cd and As solution do you have?

**Q.14**

Fill in the tables below for the dilution for the furnace method. Make each step of solution 20  $\mu$  L.

Table Calibration Curve for Cr

Concentration (ppb)	Volume of Std(10ppb) ( $\mu$ L)	Volume of Diluent ( $\mu$ L)
0		
1		
2		
4		
6		

**Q.15**

Now you have 1ppm of Cu solution, which choice is the best to waste?

- Dispose of it into the “Heavy Metal” waste
- Dispose of it into the “Acidified Water” waste after dilution to make it less than 1ppm (Max. Limit)
- Dispose of it into the “Acidified Water” waste
- Dispose of it into the sewage after dilution to make it less than 1ppm

**Q.16**

Now you have 100ppb of As solution, which choice is the best to waste?

- Dispose of it into the “Heavy Metal” waste
- Dispose of it into the “Heavy Metal” waste after dilution to make it less than 100ppb (Max. Limit)
- Dispose of it into the “Acidified Water” waste after dilution to make it less than 100ppb
- Dispose of it into the sewage after dilution to make it less than 100ppm

**Q.17**

What are the most two significant differences in samplings for metal analysis from the normal ones?



**Q.18**

What helps samples to be preserved for metal analysis?

**Q.19**

What does the preservation for metal analysis mean?

**Q.20**

What are the main components for digestion?

**Q.21**

What do quantitation limits represent?

**Q.22**

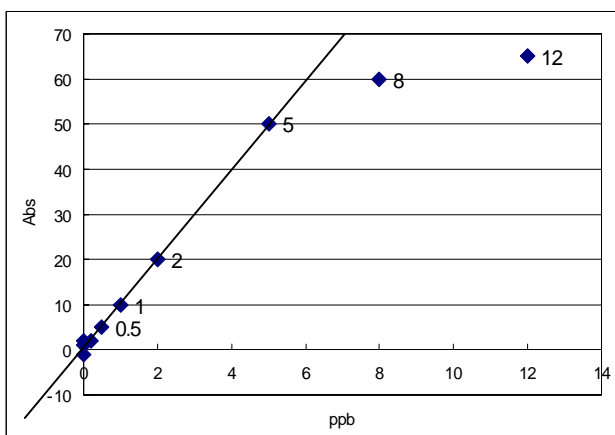
What is the usual position for a quantitation limit in a calibration curve?

**Q.23**

How can quantitation limits be set?

**Q.24**

Usually CC remains as a line within a limited range like the figure below. In this case, a concentration over 5ppb given by the calculation is usually (higher / lower) in fact. Therefore, we have to dilute (more / fewer) times than it seems to be necessary.



**Q.25**

For the material "A", the QL is 0.5ppb. And for example, if the standard of drinking water for "A" is 5ppb and we were supposed to measure at that level, we can dilute samples (    times). When one result is 0.5ppb, the actual concentration is (    ppb), and when another result is <0.5ppb, the value for reporting will be (<    ppb).

**Q.26**

Consider how many times the samples can be diluted in the following cases when the minimum levels for reporting are the same as the standards for drinking water.

- 1) When As's QL is 5ppb and the standard for drinking water is 0.01ppm, how many times can the sample be diluted?
- 2) Sample "X" consumes much amount of  $\text{KMnO}_4$  when it is pretreated for Hg. How much amount of sample do you use when it is usually to be used 100mL? (when Hg's QL is 0.5ppb and the standard for drinking water is 0.001ppm)
- 3) When Al's QL is 5ppb and the standard for drinking water is 0.2ppm, we can dilute samples (    times). But we do not usually dilute them hundreds times in order to keep the (    ) of analysis.

**Q.27**

Fill in (    ) with adequate words for the flow chart for Data Management.

Start

Register samples in "Analysis Administration Sheet" w/ Admi No.

Prepare Monthly Report w/ sample No.

check if the  $(r) \geq$  (    )

Reject calibrations if necessary

Check results beyond the (    ) value of the C.C.

Dilute if necessary

Save and Printout results

Attach "Front Page" to the results

Record data in "( )"

Record the final date in "Admi" sheet

**Q.28**

What measure is taken if the correlation coefficient ( $r$ ) < 0.995 ?

**Q.29**

If a sufficient "r" is not obtained with ( ) or more calibrations, note the value in ( ).

Check if results (concentrations) over the ( ) adopted calibration are obtained. If any, ( ) the pretreated sample and repeat measurements.

Express results with "<" when the concentration is ( ) than the QL.

Set the smallest digit the same as the one of ( ) because you cannot measure smaller amounts than the ( ).

Handle data in accordance with ( ) significant digits.

**Q.30**

Fill in ( ) for examples of handling data

(QL = 0.005, 2 significant digits)

- 1) If the software gives out 0.003054, record ( )
- 2) If the software gives out 0.006053, record ( )
- 3) If the software gives out 0.02063, record ( )
- 4) If the software gives out 0.5949, record ( )
- 5) If the software gives out 2.660, record ( )
- 6) If the software gives out 9.952, record ( )
- 7) If the software gives out 10.09, record ( )

**Q.31**

Interferences and measures to be taken

- 1) Spectrophotometric interference is caused by background absorption such as ( ionization / molecular absorption / influence of viscosity ) and is corrected by using ( continuous light source / std addition method / matrix modifier ) and so on. As background correction, self reversal (SR) is useful because the applicable range is wider than ( D2 / hollow cathode / UV ).
- 2) Physical interference is caused by physical aspects such as ( atomic beam / hard-to-dissociate compounds / surface tension ) and is modified by using ( dilution / Zeeman effect / matrix modifier ) and std addition method.
- 3) Chemical interference is caused by chemical aspects such as ( ionization / molecular absorption / smoke generation ) or hard-to-dissociate compounds and is modified by using ( dilution / background correction / matrix modifier ) and std addition method.

كوجي كيمورا 2007-8-7

يُحسب التباين كمتوسط مربعات الفرق بين كل رقم و المتوسط الحسابي. فعلى سبيل المثال بالنسبة للأرقام 1 و 2 و 3 فإن المتوسط الحسابي هو 2 و التباين هو:

$$\sigma^2 = \frac{(1-2)^2 + (2-2)^2 + (3-2)^2}{3} = 0.667$$

إن معادلة الانحراف المعياري سهلة جداً: هو عبارة عن الجذر التربيعي للتباين. و هو المقياس الأكثر شيوعاً للانتشار  $\sigma = 0.816$ .

س 1

في حال كان الانحراف المعياري صغيراً فهل سيكون انتشار الأرقام كبيراً أم صغيراً؟

س 2

ماذا تمثل قيمة عامل التباين (CV)؟

س 3

ما هي العلاقة بين عامل التباين (CV) و الانحراف المعياري النسبي (RSD)؟

س 4

ما هي القيمة التي يجب أن يتم تقسيم الانحراف المعياري عليها للحصول على عامل التباين (CV)؟

س 5

أي مجموعة من الأرقام تملك عامل تباين أصغر المجموعة: "0.41, 0.59, 0.55, 0.46, 0.44" أم المجموعة "0.49, 0.48, 0.51, 0.49, 0.50"؟

س 6

أي القياسات يكون فيها الحصول على نفس عامل تباين أسهل: التراكيز العالية أم التراكيز المنخفضة؟

س 7

كم هي النسبة المئوية الحدية لمعيار عامل التباين من أجل الحدود الكمية لتحليل المعادن؟

س 8

ماذا تمثل قيمة معامل الارتباط (r)؟

س 9

كم هو حد معامل الارتباط لمحنيات المعايرة من أجل تحليل المعادن؟

س 10

إذا كان لديك 0.5 ليتر من الماء يحتوي على ملح بتركيز 100 ملغ/ل فكم ملغ من الملح لديك؟

س 11

- 1) أي نوع من الواحدات يمثل ال ppm و ال ppb عادة؟
- 2) كم تعادل 500 ميكروغرام/ليتر بال ppm؟
- 3) كم تعادل 10 غرام/ليتر بال ppm؟
- 4) كم تعادل 3 ميكروغرام/ميلي ليتر بال ppm؟
- 5) كم تعادل 0.5 ميلي غرام/ليتر بال ppb؟
- 6) كم تعادل 300 ppb بال ppm؟
- 7) لديك حمض الأزوت تركيز 65% . للحصول على 10 ليتر من حمض أزوت تركيز 5% فكم تحتاج من الحمض الأصلي؟

س 12

مخبر A يستخدم 40 ليتر من الماء المحمض بنسبة 5% لنقع الأدوات. يتم تغيير الماء المحمض كل شهرين. فكم ليتر من الحمض ذو التركيز 70% بحاجة خلال عام واحد؟

س 13

لديك 150 مل من محلول ستاندر كاديوم 50 ppm و 350 مل من محلول ستاندر الزرنيخ 100 ppm. إذا تم خلطهما سوياً فكم ppm من الكاديوم و الزرنيخ سيتم الحصول؟

س 14

قم بملئ جدول التمديد التالي من أجل التحليل بطريقة الفرن بحيث يكون الحجم الكلي في كل خطوة 20 ميكروليتر.

جدول منحنى المعايرة من أجل الكروم

Concentration (ppb)	Volume of Std(10ppb) (μL)	Volume of Diluent (μL)
0		
1		
2		

4		
6		

س 15

لديك 1 ppm من محلول النحاس فأأي الخيارات هو الأفضل للتصريف؟

1. قم بطرحها في فضلات "Heavy Metal"
2. قم بطرحها في فضلات "Acidified Water" بعد تمديدها لتصبح أقل من 1 ppm ( الحد الأعظمي)
3. قم بطرحها في فضلات "Acidified Water"
4. قم بطرحها في الصرف الصحي بعد تمديدها لتصبح أقل من 1 ppm

س 16

لديك 100 ppb من محلول الزرنيخ فأأي الخيارات هو الأفضل للتصريف؟

1. قم بطرحها في فضلات "Heavy Metal"
2. قم بطرحها في فضلات "Acidified Water" بعد تمديدها لتصبح أقل من 100 ppb ( الحد الأعظمي)
3. قم بطرحها في فضلات "Acidified Water" بعد تمديدها لتصبح أقل من 100 ppb
4. قم بطرحها في الصرف الصحي بعد تمديدها لتصبح أقل من 100 ppb

س 17

ما هما الفرقان الجوهريان في الإعتيان من أجل تحليل المعادن عن الإعتيان العادي؟

س 18

ما الذي يساعد في حفظ العينات في تحليل المعادن؟

س 19

ماذا تعني عملية الحفظ في تحليل المعادن؟

س 20

ما هما العنصران الأساسيان في عملية الهضم؟

س 21

ماذا تمثل الحدود الكمية؟

س 22

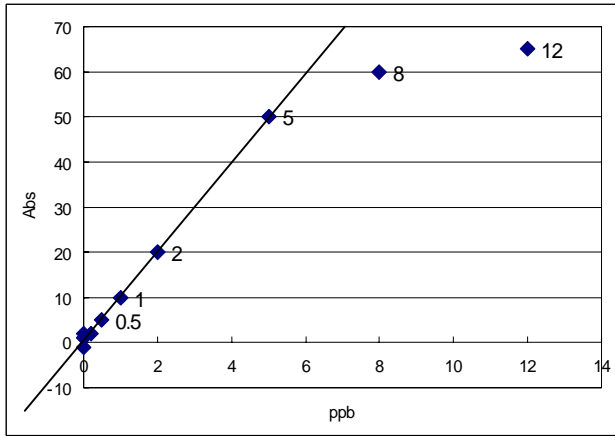
ما هو الموقع المعتاد للحد الكمي في منحنى المعايرة؟

س 23

كيف يمكن تحديد الحدود الكمية؟

س 24

يكون منحني العياري خطياً في مجال محدود كما هو ظاهر في الشكل السفلي. ففي هذه الحالة فإن تركيز أكبر من 5 ppb يعطي بالحساب تركيزاً (أكبر/ أصغر) من التركيز الفعلي. و بالتالي يجب تمديد عدد مرات (أكثر/أقل) مما يظهر أنه ضروري.



س 25

إذا كان لدينا مادة A ذات حد كمي 0.5 ppb. و على سبيل المثال كان ستاندر مياه الشرب للمادة A هو 5 ppb و كان من المفروض علينا قياس تراكيز عند هذا الحد فيمكننا تمديد العينة ( مرة). عندما تكون لدينا نتيجة 0.5 ppb فإن التركيز الفعلي هو ( ) ppb و عندما تكون لدينا نتيجة أخرى  $0.5 > \text{ppb}$  فإنه يجب كتابة ( ) ppb.

س 26

كم مرة يمكن تمديد العينة في الحالات التالية عندما تكون الحدود الدنيا لكتابة النتائج مماثلة لستاندرات مياه الشرب.

- 1) عندما يكون الحد الكمي للزرنينج هو 5 ppb و ستاندر مياه الشرب هو 0.01 ppm فكم مرة يمكن تمديد العينة؟
- 2) عينة X تستهلك كمية كبيرة من  $\text{KMnO}_4$  عندما يتم معالجتها من أجل اختبار الزئبق. فكم هي كمية العينة التي يجب استخدامها حيث نستخدم عادة في التحليل 100 مل؟ ( الحد الكمي للزئبق هو 0.5 ppb و ستاندر مياه الشرب هو 0.001 ppm)
- 3) عندما يكون الحد الكمي للألمنيوم هو 5 ppb و ستاندر مياه الشرب هو 0.2 ppm فيمكننا تمديد العينة ( مرة). لكن لا نقوم عادة بالتمديد عدة مئات من المرات للحفاظ على ( ) التحليل.

س 27



قم بملأ داخل ( ) بالكلمات المناسبة في المخطط الإنسيابي من أجل إدارة البيانات

ابدأ Start

↓

قم بتسجيل العينات و الرقم الإداري. Register samples w/ Admi No.

↓

قم بتحضير التقرير الشهري و عدد العينات. Prepare Monthly Report w/ sample No.

↓

تأكد أن ( )  $r \leq$  check if the

↓

ارفض المعايرة عند الضرورة Reject calibrations if necessary

↓

تأكد من النتائج بالمقارنة مع ( ) Check results beyond the

↓

قم بالتمديد عند الضرورة Dilute if necessary

↓

قم بحفظ و طباعة النتائج Save and Printout results

↓

قم بإرفاق الورقة الأمامية للنتائج Attach "Front Page" to the results

↓

قم بتسجيل البيانات في ( ) Record data in

↓

قم بتسجيل تاريخ النهاية في صفحة إدارة التحاليل "Admi" sheet Record the final date in

س 28

ما الذي يمكن فعله في حال كان  $r < 0.995$ ؟

س 29

إن لم نحصل على قيمة مناسبة لمعامل الارتباط باستخدام ( ) نقاط معايرة أو أكثر فسجل القيمة في ( ). تحقق إن كانت النتائج (التراكيز) التي حصلت عليها أكبر من ( ) تركيز في المنحني العياري. و في حال الحصول على مثل هذه التراكيز، ( ) العينة المعالجة و قم بإعادة القياسات حتى تصبح التراكيز بين الحد الكمي و بين أكبر نقطة معايرة.

قم بالتعبير ب " < " عندما يكون التركيز ( ) من الحد الكمي.

ضع أصغر خانة مماثلة لأصغر خانة في ( ) لأنه لا يمكنك قياس قيم أصغر من ( ).

قم بمعالجة البيانات مع أخذ ( ) ذات دلالة.

س 30

قم بملأ الفراغ في الأمثلة التالية للتعامل مع البيانات

(الحد الكمي = 0.005 ، و المطلوب منا خانتين ذات دلالة على الأكثر )

1. في حال أعطى البرنامج 0.003054 قم بتسجيل ( ) .
2. في حال أعطى البرنامج 0.006053 قم بتسجيل ( ) .
3. في حال أعطى البرنامج 0.02063 قم بتسجيل ( ) .
4. في حال أعطى البرنامج 0.5949 قم بتسجيل ( ) .
5. في حال أعطى البرنامج 2.660 قم بتسجيل ( ) .
6. في حال أعطى البرنامج 9.952 قم بتسجيل ( ) .
7. في حال أعطى البرنامج 10.09 قم بتسجيل ( ) .

س 31

التداخلات و الإجراءات الواجب اتخاذها

1. تنتج التداخلات الطيفية عن امتصاص الخلفية مثل ( التشرذ / الامتصاص الجزيئي / تأثير اللزوجة) و يتم تصحيحها باستخدام ( منبع ضوئي مستمر / إضافة محلول عياري / معدل خليط ) و هكذا . بالنسبة لتصحيح الخلفية فإن طريقة العكس الذاتي مفيدة لأنها تطبق على مجال أوسع من مجال ( لمبة الديتيريوم / لمبة المهبطية المفرغة / الأشعة فوق البنفسجية) .
2. تنتج التداخلات الفيزيائية عن المظاهر الفيزيائية مثل ( الحزمة الذرية / المركبات صعبة الفصل / التوتر السطحي ) و يتم تصحيحها باستخدام ( التمديد / تأثير زيمان / معدل خليط ) و بطريقة إضافة محلول عياري .
3. تنتج التداخلات الكيميائية عن المظاهر الكيميائية مثل ( التشرذ / الامتصاص الجزيئي / تولد الدخان ) أو المركبات صعبة التفكك و يتم تصحيحها باستخدام ( التمديد / تصحيح الخلفية / معدل خليط ) و بطريقة إضافة محلول عياري .

## Introduction of Metal Analysis by AAS

مقدمة عن  
تحليل المعادن بواسطة جهاز AAS

By Koji KIMURA  
(JICA Expert Team)

كوجي كيمورا  
(فريق خبراء جايبكا)

1

## Why and how do we measure the metals ?

لماذا و كيف نقيس المعادن؟

- There are harmful metals like As, Cd, Cr and Hg causing terrible diseases to death.
- هناك معادن ضارة مثل الزرنيخ و الكاديوم و الكروم و الزئبق تؤدي إلى أمراض شديدة حتى الموت.
- They are measured by AAS easily.
- يمكن قياسها بسهولة بواسطة AAS.

2

## The Sequence of Metal Analysis

تسلسل عملية تحليل المعادن

- Monitoring Planning  
خطة المراقبة
- ↓
- Sampling and Preservation  
الاعتيان و حفظ العينة
- ↓
- Pretreatment  
المعالجة الأولية
- ↓
- Measurement  
القياس

3

## Sampling and Preservation

الاعتيان و الحفظ

Collecting sample in bottle

4

## Sampling and Preservation

الاعتيان و الحفظ

Adding Acid  
e.g. 10mL HNO<sub>3</sub> / 1L

5

## Outline of Pretreatment

مبدأ المعالجة

6

After Pretreatment we use AAS to measure  
بعد المعالجة نستخدم الـ AAS للقياس

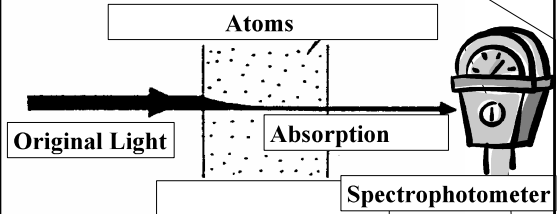


7

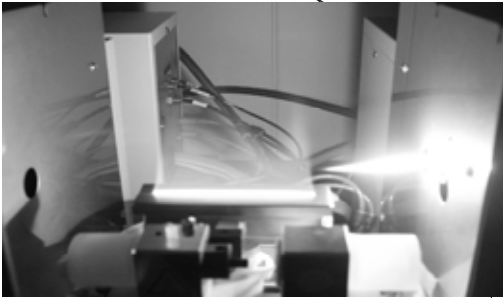
### Atomic Absorption Spectrophotometer

سيبكتروفوتوميتر الامتصاص الذري

# AAS



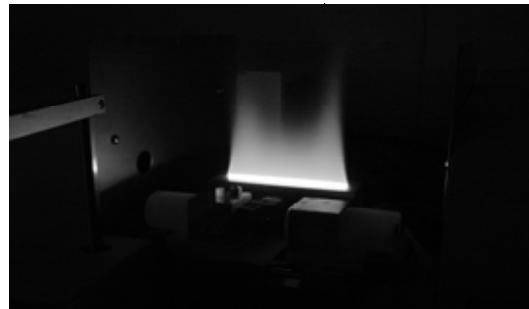
Flame Method – metals in water become atoms  
طريقة اللهب – المعادن في الماء تتحول إلى ذرات



9

### Air-Acetylene Flame

لهب هواء-أستيلين



10

### Nitrous Oxide-Acetylene Flame

لهب أكسيد النتروز-أستيلين



11

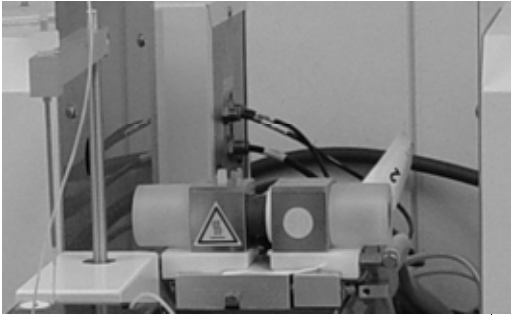
### Nitrous Oxide-Acetylene Flame

لهب أكسيد النتروز-أستيلين



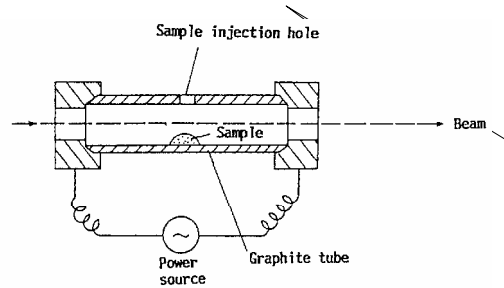
12

## Furnace Analysis تحليل بواسطة الفرن



13

## Furnace Analysis تحليل بواسطة الفرن



14

## The Whole Schedule '06/11 – '07/12 البرنامج الكامل ما بين 2006-11 و 2007-12

1. 2006/11 – 2007/2 (3months, ثلاثة أشهر)  
Installation, Operation of AAS, Sampling  
تركيب, تشغيل الAAS, إعتيان
2. 2007/6 – 2007/8 (3months, ثلاثة أشهر)  
Monitoring Planning, Sampling, Pretreatment, Measurement  
of Samples  
خطة مراقبة, إعتيان, معالجة أولية, قياس عينات
3. 2007/11 – 2007/12 (2months, شهرين)  
Practical Measurement, Completion of QA/QC, SOP, O/M  
قياس عملي, إكمال ضبط جودة و تأكيد جودة, SOP, تشغيل و صيانة

15

## The Schedule of our Lectures برنامج المحاضرات للفترة 2006/11 – 2007/02

- Measurement ( with AAS )  
قياس ( بواسطة AAS )
1. Installation of machineries, equipment, apparatus, reagents, gases and so on.  
تركيب الأجهزة و المعدات و الأدوات و الكواشف و الغازات... الخ
  2. Operation of AAS using standard solutions ( theoretical and practical )  
تشغيل الAAS باستخدام المحاليل العيارية ( نظري و عملي )

16

## The Schedule of our Lectures برنامج المحاضرات للفترة 2006/11 – 2007/02

- Sampling ( in fields )  
إعتيان ( حقل )
1. Sampling Planning  
خطة الإعتيان
  2. Observation and selection of sampling stations  
مراقبة و اختيار محطات الإعتيان
  3. Sampling and Preservation  
الإعتيان و الحفظ

17