Artery Academy

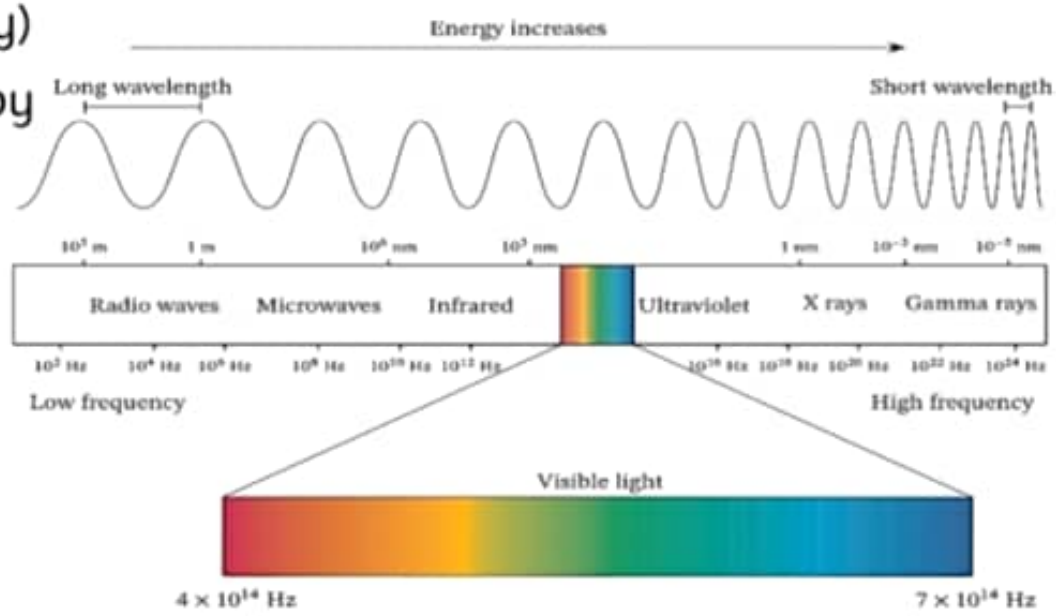
Done by Hawazen

INTRODUCTION

Atomic spectroscopy is based on the absorption, emission, or fluorescence process of light by atoms or elementary ions. Information for atomic scale is obtained in two regions of the electromagnetic radiation (EMR) spectrum. These regions are UV/VIS and the X-ray.

Atomic spectroscopy can be divided as:

1. Absorption spectroscopy (UV-Vis)
2. Emission spectroscopy (Flame photometry)
3. Luminescence / fluorescence spectroscopy



Experiment 7

Flame photometry

Introduction ..

المعلومات اللي بقدر أحصلها من الـ Atomic spectroS تكون في منطقتين أساسيات ⇐

UV/VIS ⇐ اللي هدم

and X-ray

كيوي الـ Atomic و Spectrum الـ Atomic وتصنف الـ Atomic عندي إلى :-

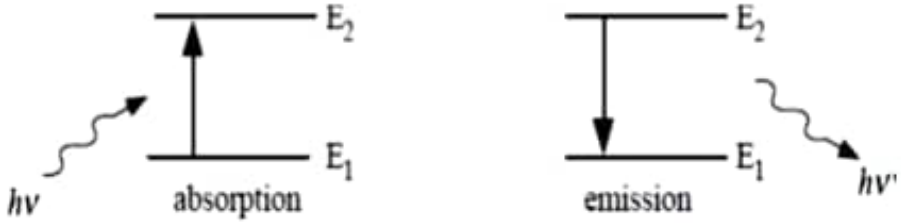
① Absorption spectroscopy (UV-Vis)

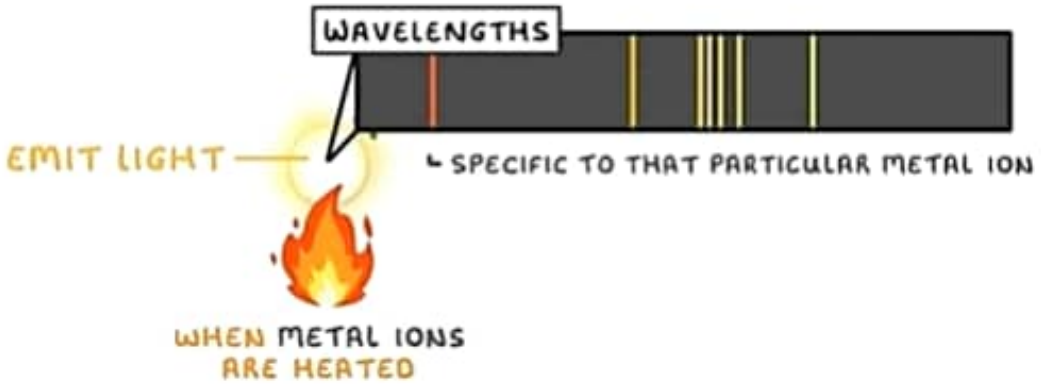
② Emission spectroscopy (flame) ⇒ Extension يسر عنا للتسمية تاعتي باستخدام الـ flame

③ Luminescence

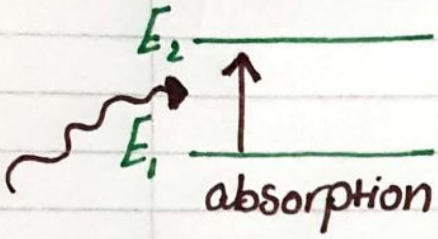
When sample interacts with light, absorption process occurs. Ground state electrons of the sample atom tend to move to the excited states with the energy of absorbed light. This process can also be called **excitation**.

- Apart from light, **heat** can cause excitation. Since excited state is unstable, electrons want to return back to the ground state. When an excited electron turns back to its ground state a radiation is emitted that is equal to the energy difference between excited and ground states. The emitted light is monochromatic, and it has the same wavelength as the light absorbed in the excitation process.





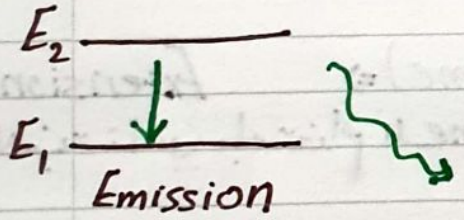
⇐ تفاعل المادة مع الضوء يؤدي إلى إمتصاص
طاقة تؤدي إلى أن تتحرك من الground
إلى Excite



وهاي العلمية نسميها عملية Excitation

⇐ انتقال الإلكترونات من State إلى آخر يقصد إنه يمتص الطاقة يلي تساوي
لفرق الطاقة بين الـ 2 State (E_2 and E_1)
وبناءً عليه ينتقل الالكترون إلى State آخر

وجود الالكترون في Excite State يكون في حالة unstable (عنده طاقة زايدة وبده يتخلص منها)
بالتالي يفضل إنه يرجع للground State وينتج عن رجوعه energe ↙ Emission
مساوية لنفس الـ Energe يلي صارلها absorption

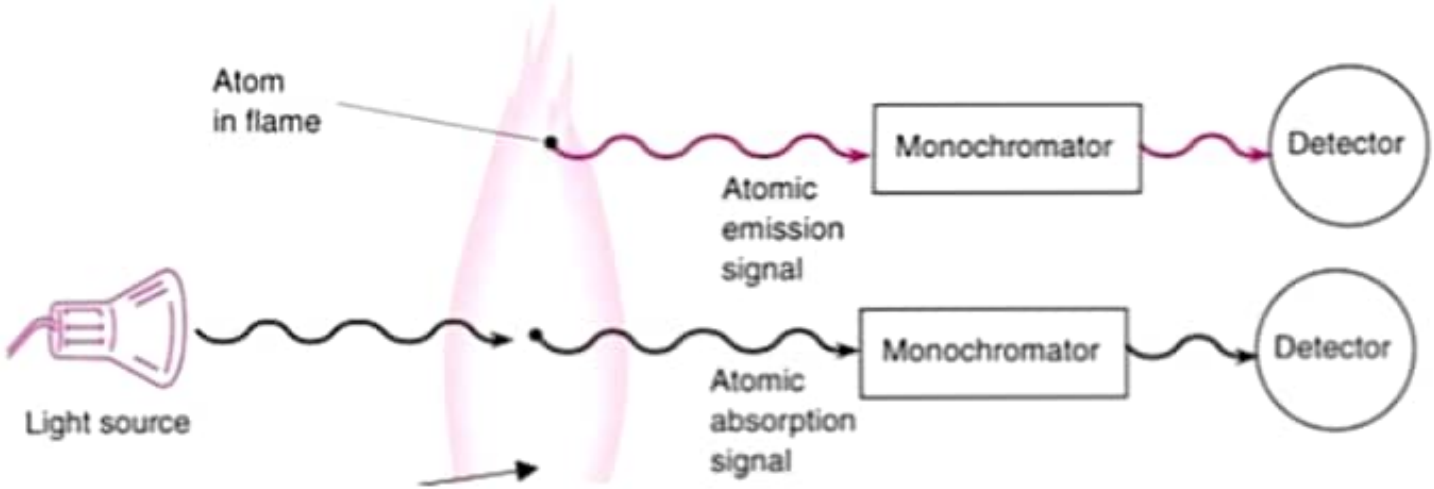


⇐ بقدرنا أعرف أو أقيس الـ metal تاعي، عن طريقه إني أشوف الضوء الناتج عن
إحتراقه هذا الـ metal
حيث يظهر له Specific wavelngths وتظهر في الـ Visible light وتكون ملوّنة

بالتالي راح يظهر عندي ألوان مختلفة لأيونات مختلفة (metal ion)

وتكون خاصة فيها بحيث أميزها عن باقي الـ metals

- Depending on the excitation technique, absorbed or emitted light is measured. If excitation source is flame, emitted radiation is measured. On the other hand, absorption is measured when lamp is used for excitation. Both are directly proportional with the number of atoms in the sample.



= في ال Light لو عرّفناه لـ Atoms وهار اتقال للالكترونات إحنا بقيس
Source
ال absorption مثل جهاز ال UV.
Signal

= أو في حالة flames, أو ال heat فأنا بقيس ال emission الناتج من عودة الالكترونات
Signal
للـ ground state.

ملحوظة :-

كلما زاد تركيز العينة يزداد الإمتصاص كلما زاد ال emitted Light عندي.

DEFINITION

Flame photometry or **flame emission spectroscopy** is an atomic emission technique used for the determination of elements which can be easily excited to higher energy levels at flame temperature such as **alkali (Cations) and alkaline earth metals**. These metals are **Na, K, Ca, Ba, Li.**

This method is based upon the measurement of **intensity of radiation emitted**, in the visible region, when a metal atom is introduced into a flame. The wavelength of the radiation (or the color), emitted tells us what the element is (**qualitative**), and the intensity of the radiation tells us how much of the element is present (**quantitative)**.

تعريف :-

Flame photomery or flame emission

Is an atomic emission techique used for the determination of elements .....

يعني هو يستخدم لقياس نوع معيّن من الـ element أو الـ alkali element

يلي flame لهالمة عالية بالاعتماد على حرارة، can be easily excited

مثل مين :- Alkali, alkaline earth metals

(Na, K, Ca, Ba, Li) ↓

لـ هاي العناصر الأعراض لحرارة حيعطوني لون معيّن وهاد اللون هو يلي عيزهم عن بعض.

ولكن اللون عمن ما يكون طريقة لأميزهم عن بعض، إذا كان عندي خليط من العناصر (mixture of metals)

وهو يعني دور الـ flame photomety، راح يحدلي كل موجة دين مصدرها وكين تعود وهكذا عن طريقه إنه يعمل فلترة.

الـ flame photometry بقيس الـ intensity of radiation emitted

=> الوحدات منها بعرف الـ qualitative (Color) ومن الجهاز (flam emission) بعرف الـ (quantitative)

Flame

A flame can be described as a steady state gas phase reaction which takes place with emission of light. It is produced by burning a mixture of ***fuel*** *and* ***oxidant*** *in a burner. In flame photometry a variety of* ***fuels*** *can be used. O****xidant can g****enerally be air, oxygen or nitrous oxide (N_2O). The flame temperature depends on fuel to oxidant ratio.*

❖***The most commonly employed flames in flame photometry can be grouped into two types:***

1. Flames in which the fuel and oxidant as air or oxygen are well mixed before combustion, these are **called** pre-mix or laminar flames as they exhibit laminar flow.
2. Flames in which the fuel gas and the oxidant are first mixed in the flame itself. They are called unpremix or turbulent flames since they exhibit turbulence

FLAME

- fuel
- oxidant

هو الاحتراق أو اللهيب الناتج عن تفاعل (gas phase reaction)
(mixture of fuel and oxidant) وينتج هذا الـ mixture عندي
emission of light
وهو في الـ Visible range عشان هيك هو مرئي بالنسبة إلنا.

fuel :- ممكن يكون عبارة عن غاز طبيعي (استايلين، هيدروجين)

oxidant :- هو العامل المحفز للإحتراق، ممكن يكون إما الهواء (air)
وممكن يكون أكسجين (O_2) وممكن N_2O

⇐ كلما زاد عندي مستوى الأكسجين
كلما كان burn أكثر، كلما كانت حرارة الـ flame أكثر
وكلما اختلف الـ ratio بين الـ fuel والـ oxidant تختلف الحرارة.

⇐ عملية الـ Combustion داخل الـ flame photometry تحدث في الـ burner

⇒ **flame photometry has two types :-**

(1) **pre-mix** ⇐ بصير عنا الـ mixing للـ fuel والـ oxidant قبل ما يدخل على الـ pre و يصير عملية الاحتراق وبعطيني شكل linear وفنتظم ماعندي عشوائية بشكل الـ flame

(2) **unpremix** ⇐ على شكل عشوائي، ويصير mixing أثناء عملية الاحتراق نفسها

Flame is formed by two components: fuel and oxidant.

Temperature of the flame changes depending on the fuel and oxidant types and their proportions.

In flame photometer generally **natural gas is used as a fuel** and **air is the oxidant**. Table 1 lists the different types of fuel, oxidant, and the temperature of the flame.

FUEL	OXIDANT	TEMPERATURE, °C
Natural Gas	Air	**1700**-1900
Natural Gas	Oxygen	2700-2800
Hydrogen	Air	2000-2100
Hydrogen	Oxygen	2550-2700
Acetylene	Air	2100-2400
Acetylene	Oxygen	3050-**3150**
Acetylene	Nitrous Oxide	2600-2800

date / /

⇒ most common gas which used as fuel is natural gas and as oxidant is Air.

⇐ يوضح الجدول التالي الاختلاف بين الـ fuel والـ oxidant بالـ ratio يعني اختلاف واضح بدرجة حرارة بالسلسيوس C°

(القيم مش حفظ) (اعرف مين يعطي حرارة اعلى)

Flame Structure

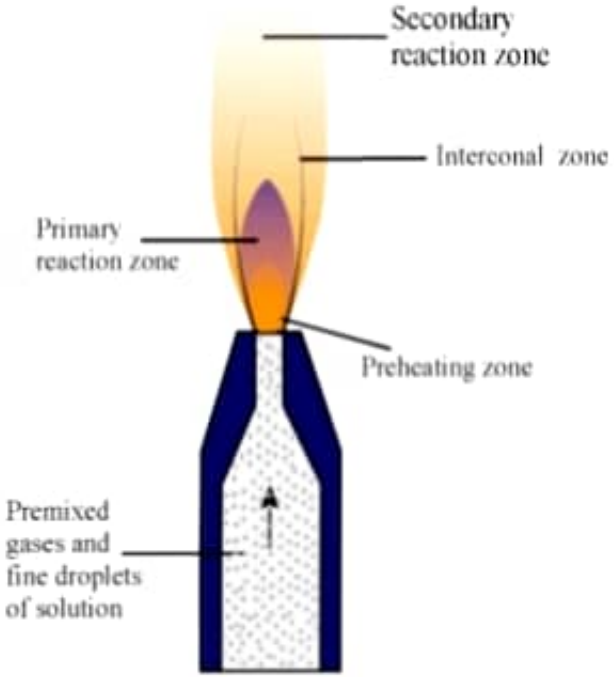
Flame consists of four important regions that their appearance and relative sizes changes with the fuel-oxidant ratio. These are:

i. **preheating zone** where the combustion mixture is heated to the ignition temperature by thermal conduction from the primary reaction zone.

ii. **The primary combustion** zone of the flame is **blue** in color. In this region, the concentration of ions and free radicals is very high and there is no thermal equilibrium. Therefore, it is not used in flame spectroscopy.

iii. **The interconal region** Where the maximum temperature is achieved just above the tip of the inner zone. It is rich in free atoms and is the most widely used region for flame spectroscopy.

iv. **The outer cone (s**econdary reaction zone) - In this zone, the products of the combustion processes are burnt to stable molecular species by the surrounding air.



((Flame Structure))

① preheating zone → هي المنطقة يلي بصيرلها تسخين للـ mixture اللي جاي من تحت

② The primary Combustion zone → هي أبرد منطقة ويكون عندي فيها تركيز عالي من الأيونات، ما نستخدم هاي المنطقة في الـ flame spectral

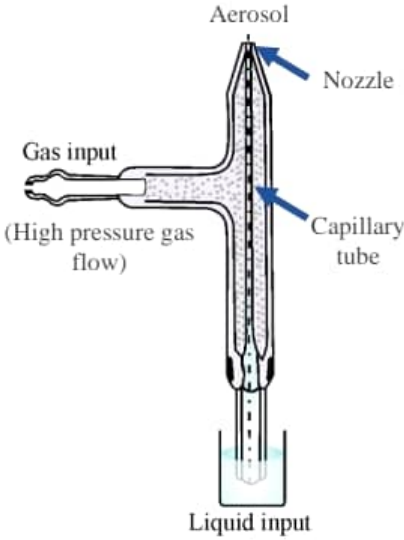
③ Interconal zone → هاي المنطقة حرارتها تكون متدرجة وتكون فوقها مباشرة أعلى حرارة وحجمها يختلف حسب نوع الـ mixture

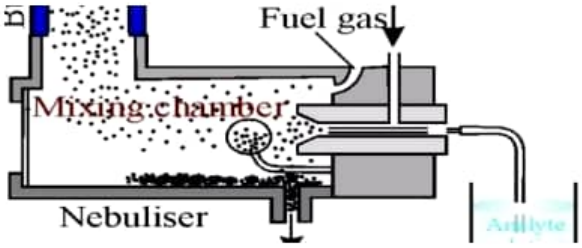
↓ المنطقة الوحيدة المستخدمة في الجهاز

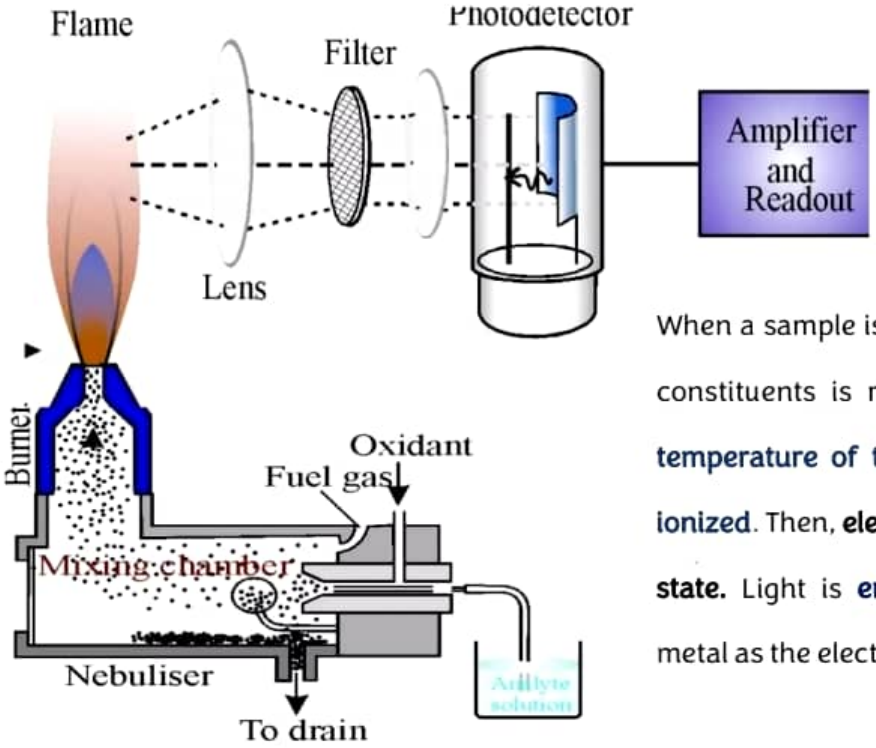
④ Outer cone zone → بتحول كل شيء Stable وتختلط مع الهواء المحيط.

TECHNIQUE

In this technique, first aerosols are formed from sample solution by a jet of compressed gas. This process is called **nebulization**. Then the flow of the gas carries the aerosols into a flame where atomization takes place. **Atomization** is the conversion of sample aerosols into an atomic vapor by flame.







When a sample is atomized, a substantial fraction of the metallic constituents is reduced to gaseous atoms. **Depending on the temperature of the flame a certain fraction of these atoms is ionized**. Then, **electrons of the formed atoms are excited to upper state.** Light is **emitted at characteristic wavelengths** for each metal as the electron returns to the ground state.

مبدأ عمل الجهاز :-

Nebulization :- هي عملية تحويل السائل لرذاذ

يكون عندي High pressure gas بيمر خلال السائل اللي داخل على الجهاز
ويطلع عن طريق الـ Aerosol على شكل رذاذ.

بعد ما يدخل هذا الرذاذ على الـ flame راح يصير عندي عملية Atomization
وهي عملية تحويل الرذاذ لبخار عن طريق حرارة الـ flame

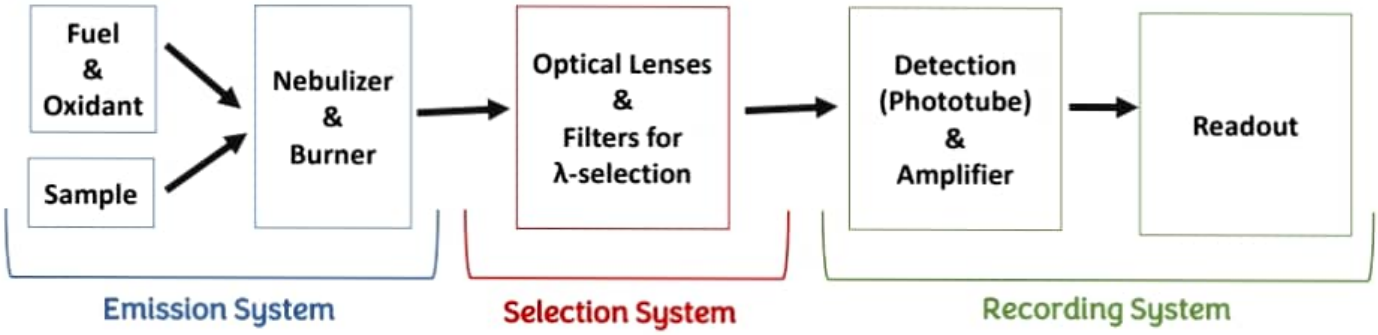
بعد هيك نشكل حدي الـ flame وراح يصير عندي emission of light
وراح تلتقطه العدسة (lens) وتوديه على filter

في مواد بالهواء الجيط بالعدسة راح تلتقطهم (مواد دخيلة)
عشان هيك عندي فلتر
اللي راح يعزل أي شيء غير الـ light اللي بدّي ياه.

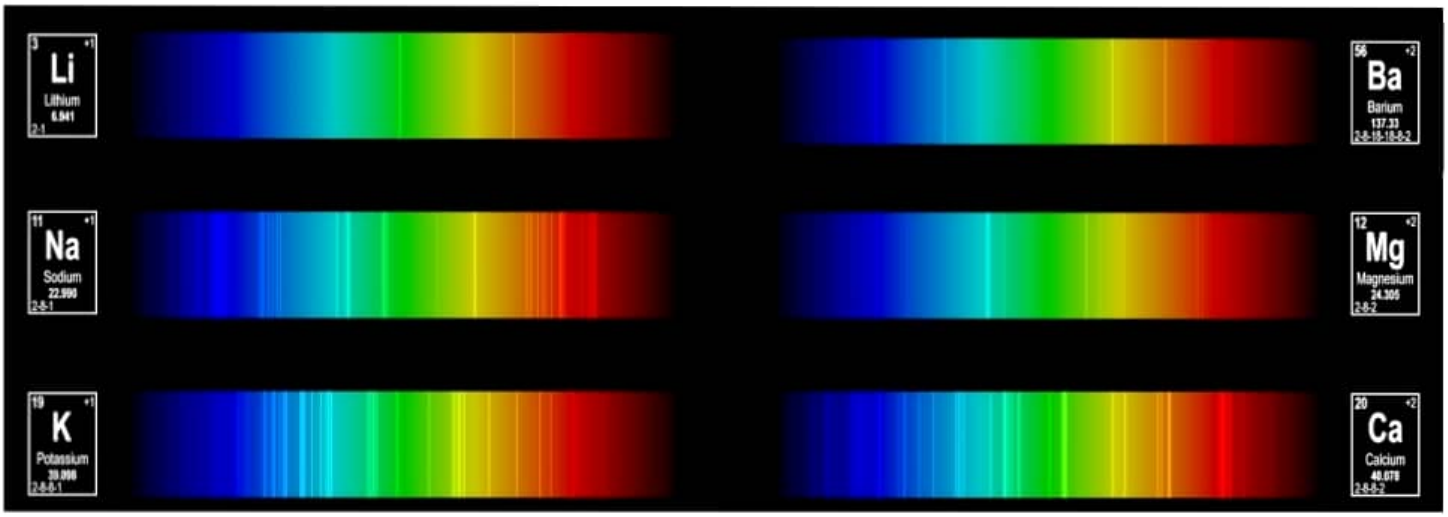
بعدها حيكون عندي عدسة ثانية تجمّع الضوء بعد الفلترة وتوديه للجهاز
وراح تتحول آخر شي لقراءة.

Flame Photometer Systems

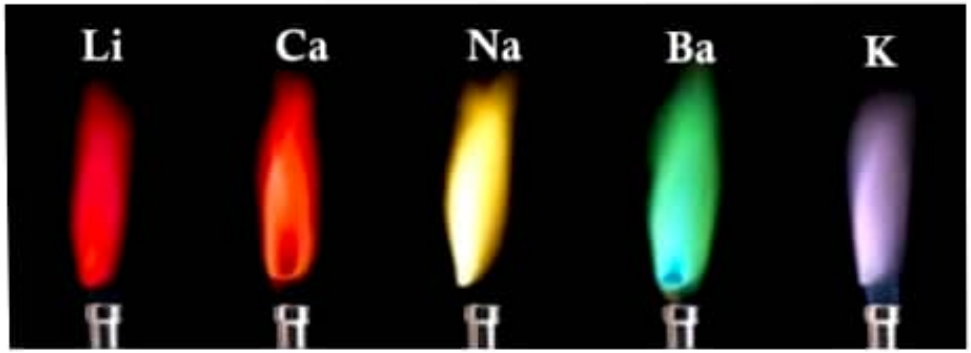
In flame photometer there are three fundamental systems which are **emission, λ-selection, and recording systems.**



1) Emission System: This consists of the flame, which is the source of emission.



Element	Emitted wavelength	Flame colour
Potassium (K)	766 nm	Violet
Lithium (Li)	670 nm	Red
Calcium (Ca)	622 nm	Orange
Sodium (Na)	589 nm	Yellow
Barium (Ba)	554 nm	Lime green



2) λ-Selection System: This includes the whole optical system of wavelength selection. In flame photometer the wavelength selector is a **filter**.

- The radiation emitted by the excited atoms is selected by using a filter which **transmits an emission line** of one of the elements **while absorbing the others.**

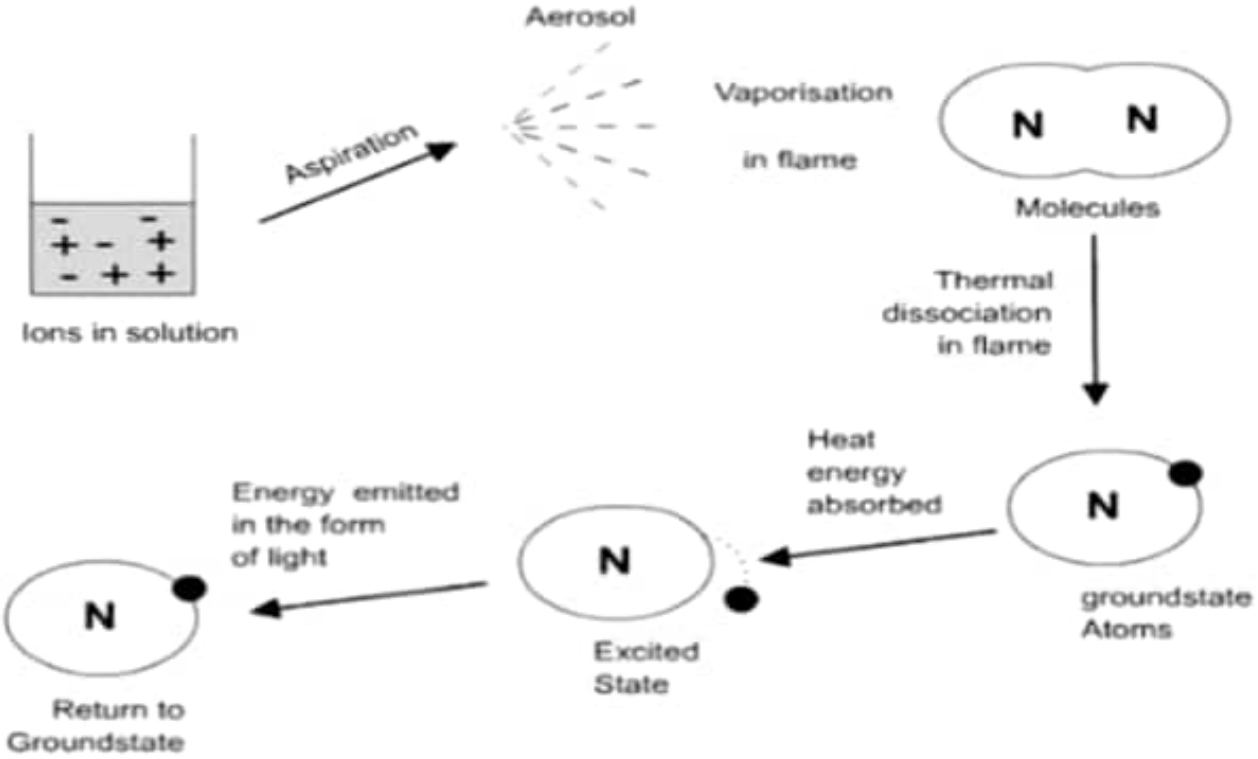
- **There are two types of filters**. These are absorption and interference filters. Absorption filters are restricted to visible region of the spectrum, but interference filters are used in UV, VIS and IR regions of the spectrum.

- **Absorption filters** are less expensive than the interference filters and they have been widely used for band selection in the visible region. These filters function by absorbing certain portions of the spectrum and transmitting the band of wavelengths belonging to the analyte element. The most common type consists of colored glasses.

- **Interference filters** rely on optical interference to provide relatively narrow bands of radiation. They consist of a transparent dielectric layer (CaF_2 or MgF_2) that occupies the space between two semi-transparent metallic films. This array is sandwiched between two plates of glass.

3) Recording System: This part consists of all the means of detection (***phototubes*** or ***photomultiplier tubes***), the ***electronic devices of amplifying*** and ***electrical apparatus for measuring and direct recording***.

Flame Photometry process



date / /

عندي ٣ أنظمة (System) (حفظ مكونات كل سستم)

① Emission System تتكون من flame والي هي شعلة اللهب
تصير تعلي عليه عملية الاحتراق
لل metals وتحولهم
atom من ثم إلى ion، وكل metals إله لون معين خاص فيه
للتمييز

(حفظ الالوان والعناصر والطول الموجي)

② λ - Selection System

تتكون بشكل أساسي من الـ filter، فلتر كل شي ويخلي بس الـ wavelength الطولية
ويقوم على transmits an emission line وعتص الباقي

عندي نوعين من الفلتر

Absorption (Visible) تشتغل على
عتصوا أي موجة.

interference (UV, VIS, IR) تشتغل على
السفاع عندي
عندي مثل الساندويش
مطبوعة على بعضها.

③ Recording System يحتوي على Phototubes
حتى يحسب intenste الطاقة
من الـ reduations
وتطلع عندي آخر شي القراءة على الشاشة

The BWB XP Flame Photometer Instrument

The instrument that is used in this experiment is a **BWB XP model**, a five-channel digital flame photometer which is a low temperature, designed for the routine determinations of Na, K, Ca, Li, Ba. It is a direct reading digital instrument designed for use in clinical, industrial, and educational applications

الجهاز المستخدم داخل المختبر، وهو نوع من أنواع أجهزة Flame
ويقيس عدة أنواع من الإلمنت

هم Na, K, Ca, Li, Ba..

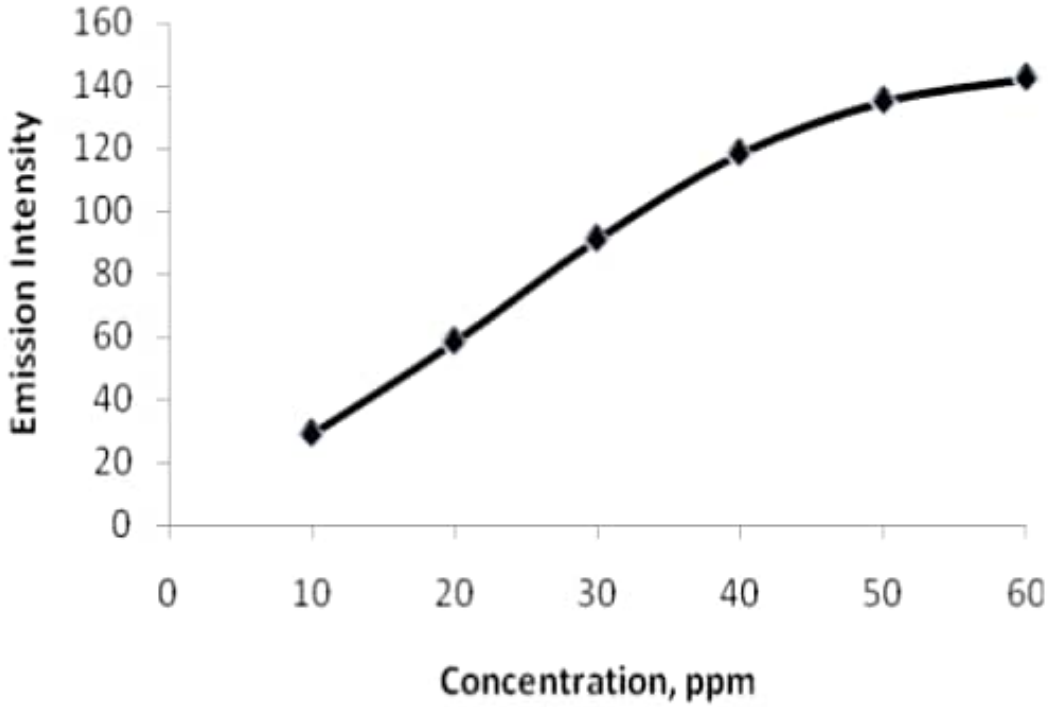
⇒ يتكوّن من لوحة تحكّم، وشاشة تطلّع القراءات المختلفة

وما سيتخدم عبر وحدة (ppm)

باللاب واع نشتغل على خيار Calibrations

Calibration Curve

In flame photometry emitted light intensity from the flame is directly proportional to the concentration of the species being aspirated. The graph below shows that the direct relationship between **the emission** and **concentration** is true only at relatively low concentrations of mg/L level (up to 50 mg/L) → (ppm).



- If the samples being analyzed lie on the linear part of the curve, then user can take direct concentration readings from the digital display. However, if the concentration of sample is above the linear part, then user must dilute sample so that it lies on the linear part of the curve.
- A calibration curve is obtained by using standard solutions containing known concentrations of the elements to be determined.
- The concentration range covered by the calibration curve depends on the expected concentration so that the sample readings fall somewhere inside the calibration curve.
- Once the calibration curve has been plotted, the scale reading for the sample solution is compared with the curve to find the concentration.
- It is important to emphasize that each element has its own characteristic curve and separate curves must be constructed.

Calibration Curve :-

يكون عندي أكثر من واحدة لتراكيز معيّنة ، وبقيس هاي التراكيز على الجهاز ، والجهاز راح يعطيني الـ Emission intensity

وبطلع معادلة من الكيرف لحساب تركيز معين لمادة بدّي ياها

والعلاقة طردية بين التركيز و Emission intensity

⇐ التراكيز ما لازم تزيد عن 1000 ppm ، لازم تكون أقل