

إِنَّ اللَّهَ وَمَلَائِكَتَهُ يُصَلُّونَ عَلَى النَّبِيِّ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا صَلُّوا عَلَيْهِ وَسَلِّمُوا تَسْلِيمًا

(٥٦) الأحزاب



Applied analytical chemistry 4

441 Ch

Prepared by

Dr. Ehab Saleh

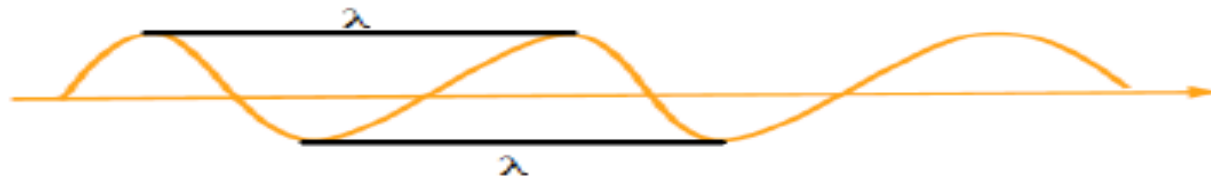


Types of Radiations

• تتميز الأشعة علي حسب نوعها بقيم مميزة من

(١) الطول الموجي Wavelength λ

وهو مسافة دورة واحدة أو المسافة بين قمتين أو قاعين متتالين



(٢) التردد Frequency ν

عدد الدورات التي تمر في نقطة معينة خلال وقت محدد

$$\nu = C/\lambda$$

where C is speed of light

(٣) العدد الموجي Wavenumbers $\hat{\nu}$

هو مقلوب الطول الموجي

$$\hat{\nu} = 1/\lambda$$

(٤) الطاقة Energy E

$$E = h\nu = hC/\lambda = hc\hat{\nu}$$

Where h is Planck constant

• من العلاقة الاخيرة يتضح أن

(١) العلاقة بين الطاقة والتردد علاقة طردية

(٢) العلاقة بين الطاقة والطول الموجي علاقة عكسية

(٣) لذلك يمكن ترتيب الاشعة الاتية علي حسب الطاقة كالاتي

Radiowaves < Microwaves < IR < Visible light < UV < X-ray < γ -ray

(٤) لذلك يمكن ترتيب الاشعة الاتية علي حسب الطول الموجي

كالاتي

γ -ray < X-ray < UV < Visible light < IR < Microwaves < Radiowaves

• UV region (200-380 nm)

• Visible region (380-780 nm)

Interaction of radiation with substances

• تفاعل الأشعة مع المواد

تختلف التأثيرات علي حسب طاقة الشعاع او الطول الموجي له

• **UV or Vis light + Substance (M) leads to Electronic transitions from ground state to excited state**

وذلك بشرط عندما تساوي طاقة الفوتون او الشعاع الساقط الممتص من قبل الجزي طاقة الانتقال في الجزي



ويعبر عن هذه الانتقالات الالكترونية بما يسمى طيف الامتصاص

Absorption spectrum

وهو الامتصاص مقابل الطول الموجي



ويسمى الطول الموجي المقابل لاعلي امتصاص λ_{max} وهو مميز للمواد

• **IR + substance leads to Vibrational transitions**

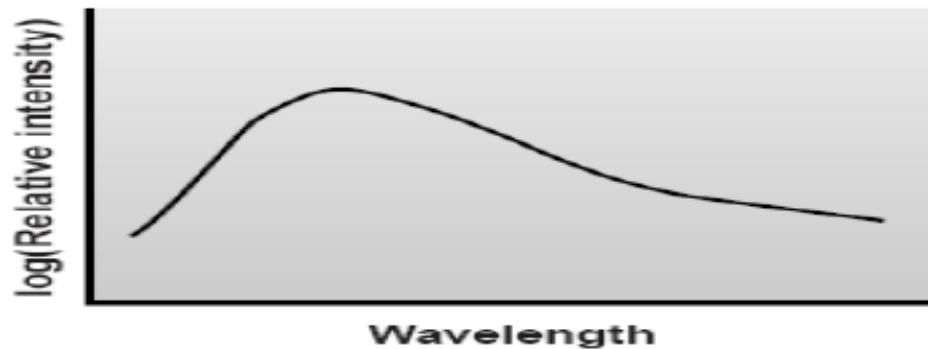
• **Microwave + substance leads to Rotational transitions**

Sources of Electromagnetic Radiation

Sources of Electromagnetic Radiation

(I) Continuum source

A source that emits radiation over a wide range of wavelengths



(II) Line source

A source that emits radiation at only select wavelengths

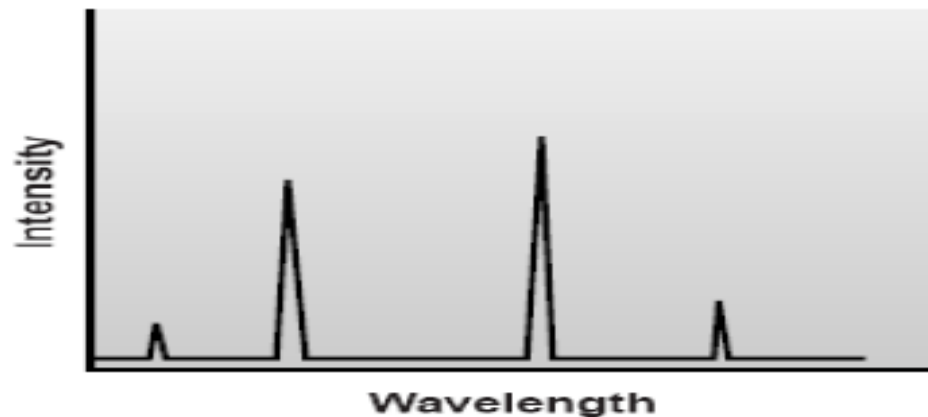


Table 10.3 Common Sources of Electromagnetic Radiation for Spectroscopy

Source	Wavelength Region	Useful for
H ₂ and D ₂ lamp	continuum source from 160–380 nm	UV molecular absorption
tungsten lamp	continuum source from 320–2400 nm	Vis molecular absorption
Xe arc lamp	continuum source from 200–1000 nm	molecular fluorescence
Nernst glower	continuum source from 0.4–20 μm	IR molecular absorption
globar	continuum source from 1–40 μm	IR molecular absorption
nichrome wire	continuum source from 0.75–20 μm	IR molecular absorption
hollow cathode lamp	line source in UV/Vis	atomic absorption
Hg vapor lamp	line source in UV/Vis	molecular fluorescence
laser	line source in UV/Vis	atomic and molecular absorption, fluorescence and scattering

Laws of light Absorbance

• قوانين الامتصاص

شعاع ساقط

I_0

Incident light



شعاع نافذ

I_t

Transmitted light

• Absorbance (A)

$$A = \log \left(\frac{I_0}{I_t} \right)$$

• Transmittance (T)

$$T = \frac{I_t}{I_0}$$

• Transmittance % (T %)

$$T\% = \frac{I_t}{I_0} \times 100$$

• Relation between A and T

$$A = -\log T$$

$$T = 10^{-A}$$

• Relation between A and T%

$$A = -\log T = -\log \left[\frac{I_t}{I_0} \right]$$

$$A = -\log \left[\frac{I_t}{I_0} \times \frac{100}{100} \right]$$

$$A = -\log \left[\frac{T\%}{100} \right]$$

$$A = 2 - \log T\%$$

$$T\% = 10^{2-A}$$

**Absorbance
and
complementary colors**

الامتصاص والالوان المتقامة

- عين الانسان تري اللون المتمم complementary color للون الممتص absorbed color
- إذا بدت المادة بيضاء فهذا يعني أن المادة عكست أو نفذت كل ألوان الضوء المرئي بالتساوي
-

اللون المتقامة	اللون الممتص	الطول الموجي (nm)
أخضر مزرق	أحمر	٦٥٠ - ٧٨٠
أزرق مخضر	برتقالي	٥٩٥ - ٦٥٠
ارجواني	أصفر مخضر	٥٦٠ - ٥٩٥
أحمر ارجواني	أخضر	٥٠٠ - ٥٦٠
أحمر	أخضر مزرق	٤٩٠ - ٥٠٠
برتقالي	أزرق مخضر	٤٨٠ - ٤٩٠
أصفر	أزرق	٤٣٥ - ٤٨٠
أخضر مصفر	بنفسجي	٣٨٠ - ٤٣٥

Instrumentation of UV-Vis spectrophotometer

Instrumentation of UV-Vis spectrophotometer

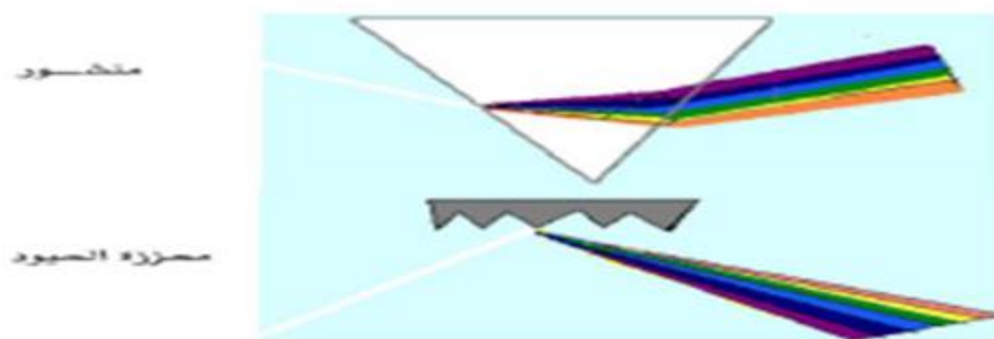
4 parts

(I) Radiation source

- Provide a uniform beam of polychromatic radiation
- For Visible region(Tungsten lamp)
- For UV region (deuterium lamp)
- For Vis + UV regions (Tungsten + deuterium lamps)

(II) Monochromator

- Convert polychromatic radiation to monochromatic radiation using Filter, prism or diffraction gratings
-



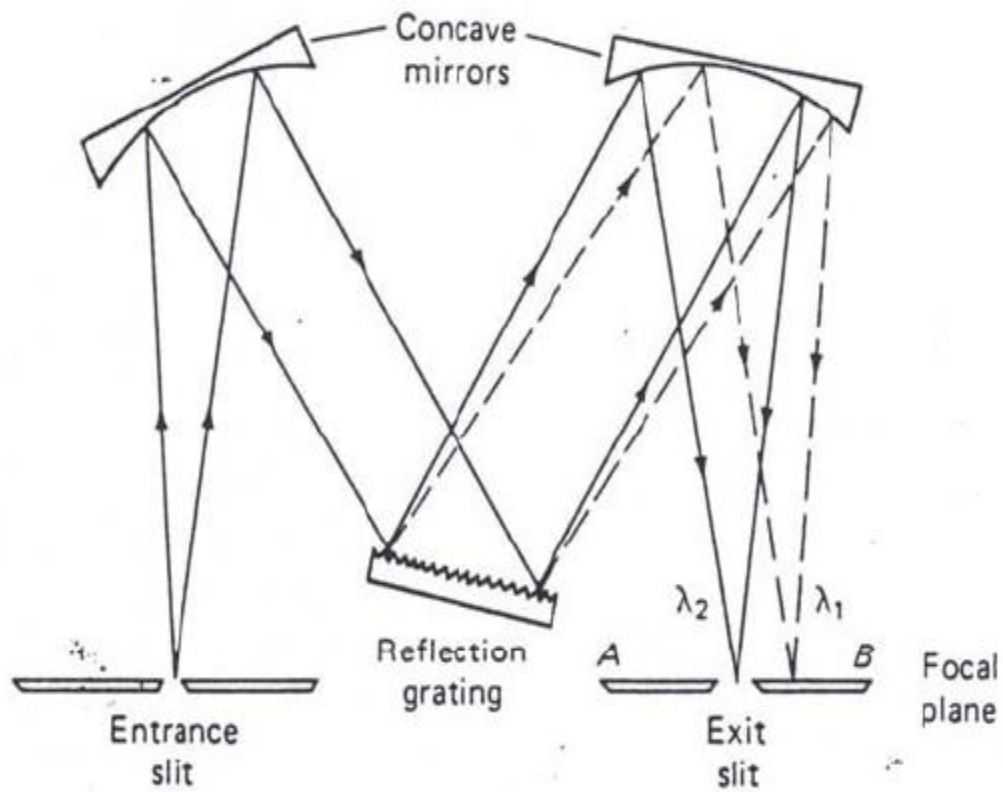
- يقوم كلا من المنشور ومحرزات الحيود بتفريق الضوء الابيض

لجميع مكوناته من 380-800 nm

- بتغير زاوية المنشور واستخدام الفتحات الضوئية يمكن الحصول على طول موجي أحادي للتحليل

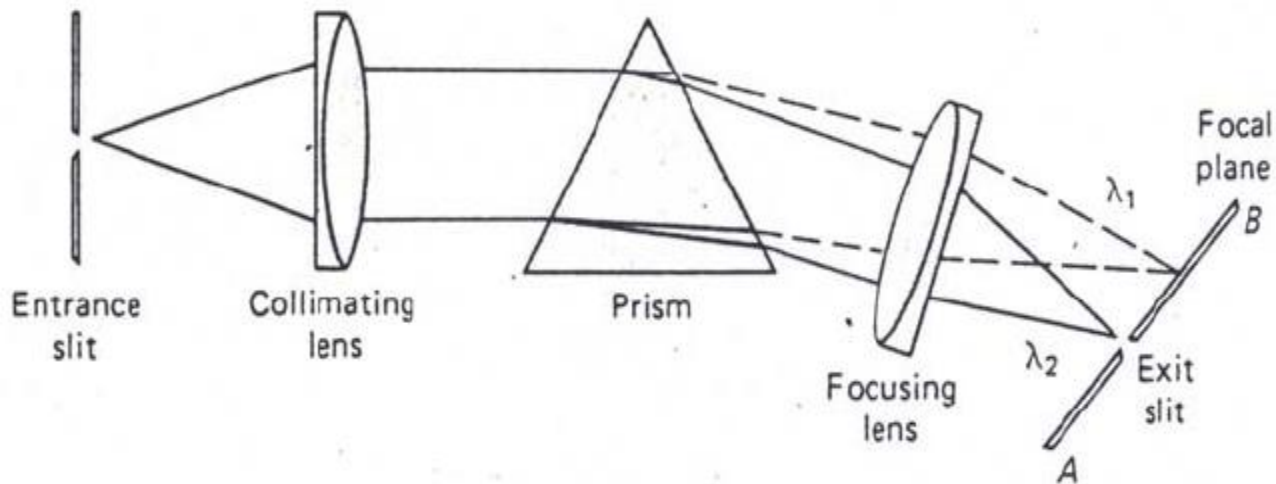
- الأشعة المفصولة من monochromator توجه لمحلول المادة عن طريق عدسات وفتحات ضوئية ومرايا خاصة حيث يمتص جزء منها والباقي ينفذ نحو

Detector



(a)

Changing the position of prism or diffraction gratings will change the λ that will pass through the exit slit



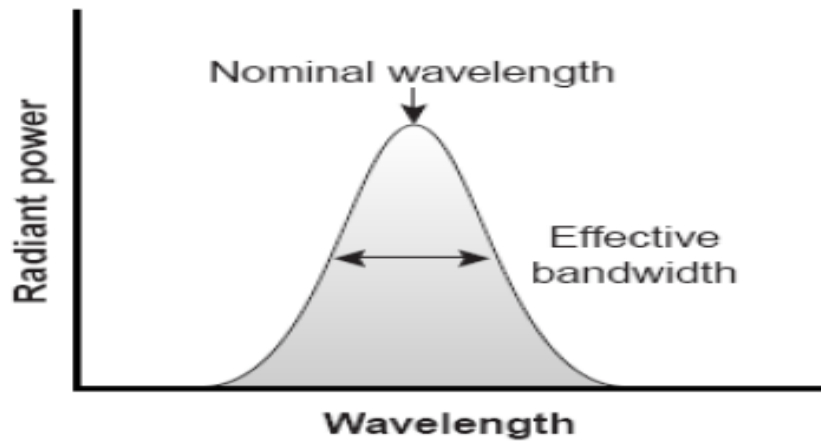
Monochromators are classified as either **fixed-wavelength** or **scanning**.

In a fixed-wavelength monochromator, the wavelength is selected by manually rotating the grating. Normally, a fixed-wavelength monochromator is only used for quantitative analyses where measurements are made at one or two wavelengths.

A scanning monochromator includes a drive mechanism that continuously rotates the grating, allowing successive wavelengths to exit from the monochromator. Scanning monochromators are used to acquire spectra and, when operated in a fixed wavelength mode, for quantitative analysis.

Filter

Filter is **wavelength selector** passes a narrow band of radiation characterized by a **nominal wavelength**, an **effective bandwidth**, and a **maximum throughput** of radiation. The ideal wavelength selector has a **high throughput of radiation** and a **narrow effective bandwidth**.



(I) **Absorption filters** work by selectively absorbing radiation from a narrow region of the electromagnetic spectrum.

A simple example of an absorption filter is a piece of colored glass.

A purple filter, for example, removes the complementary color green from 500–560 nm.

Commercially available absorption filters provide effective bandwidths from 30–250 nm.

(II) **Interference filters** use constructive and destructive interference to isolate a narrow range of wavelengths

Interference filters are more expensive than absorption filters, but have narrower effective bandwidths, typically 10–20 nm

Instrumentation of UV-Vis spectrophotometer

4 Parts

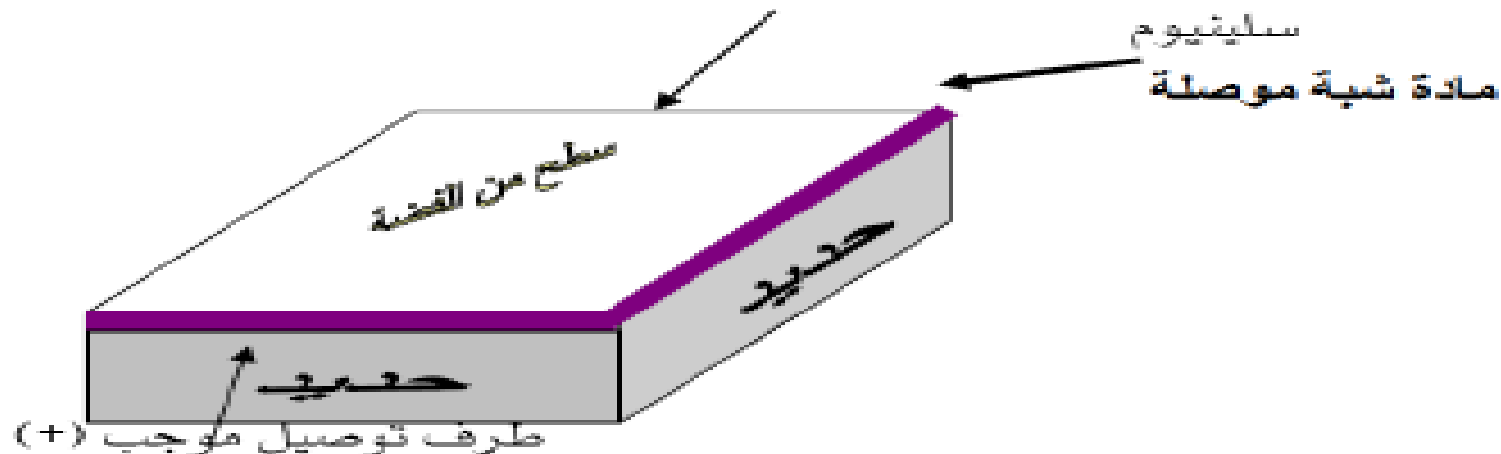
(III) Cell

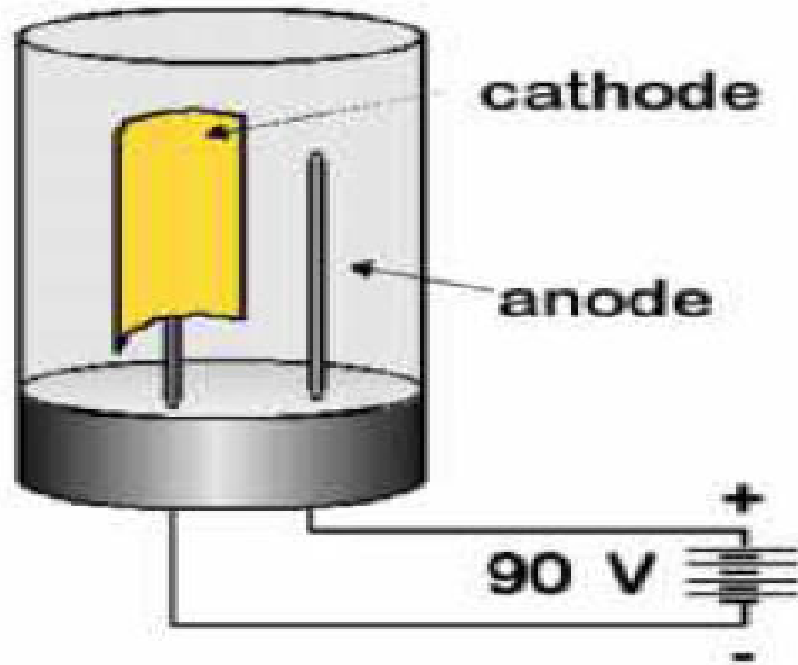
- تستخدم لحمل محلول العينة المراد تحليلها
- سمكها حوالي واحد سنتيمتر
- For Visible region (Glass cell used)
- For UV region (Quartz cell used)
- For Vis + UV regions (Quartz cell used)

(IV) Detector

- وظيفته هي قياس طاقة الاشعة أي تحويلها من طاقة ضوئية إلى طاقة كهربائية يمكن تكبيرها والحصول على قيم A or T
- Have many types such as
(1) Barrier layer cell خلية الطبقة الحاجزة

طرف توصيل سالب (-)





- الكاثود علي شكل نصف اسطوانة وسطحة الداخلي والمقابل للانود مغطي بطبقة من مادة حساسة للضوء

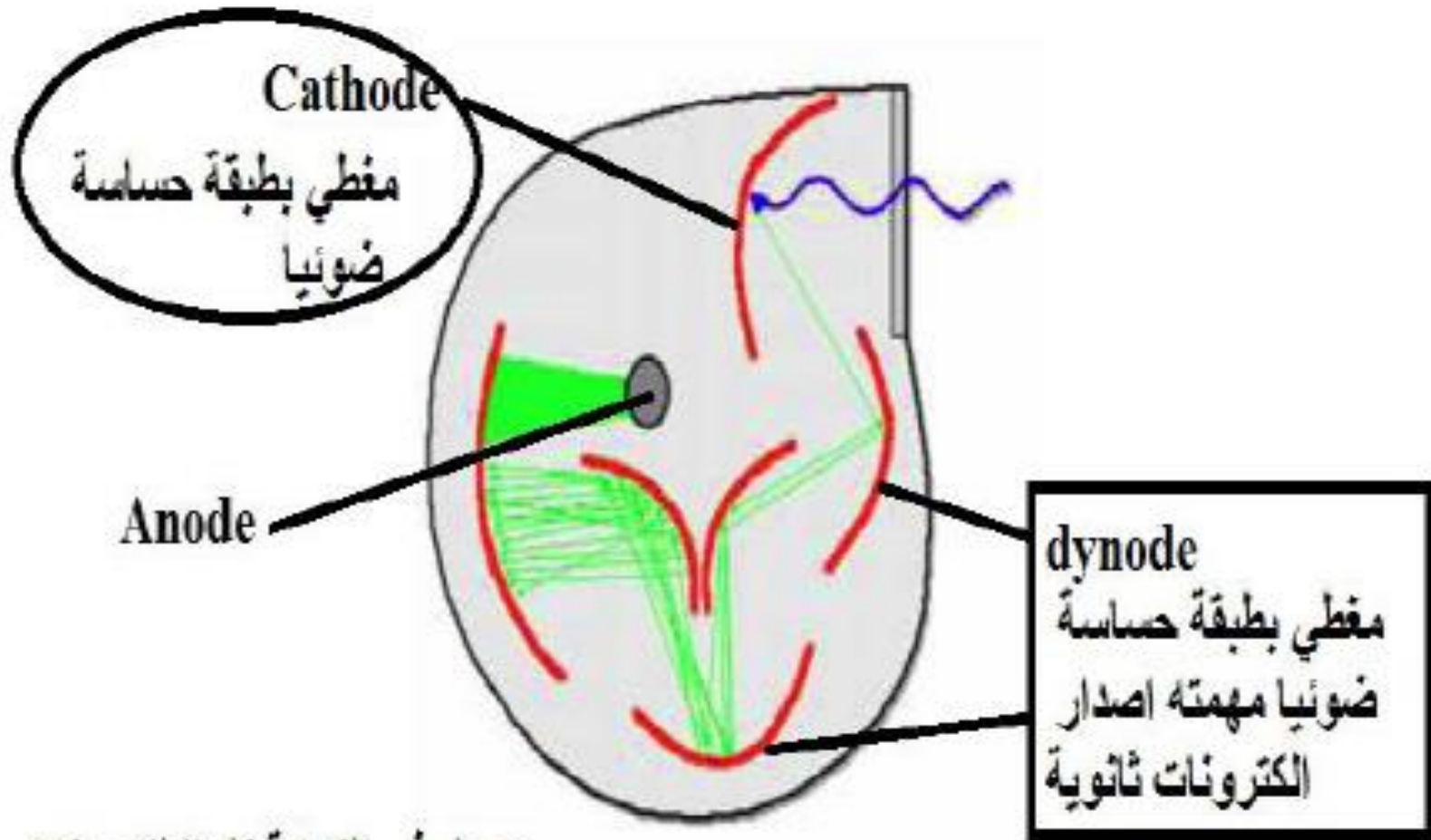
Photo emissive layer

- الانود عبارة عن سلك مثبت في مركز الاسطوانة
- عند سقوط الاشعة علي الكاثود يحدث انفصال لبعض الالكترونات من المادة الحساسة ضوئيا وعند وجود فرق جهد بين الالكترود الموجب والسالب ينتج تيار كهربائي يمكن تكبيره بوحدة تكبير

Amplifier unit

(3) Photo multiplier tube

الخلية الضوئية المضاعفة

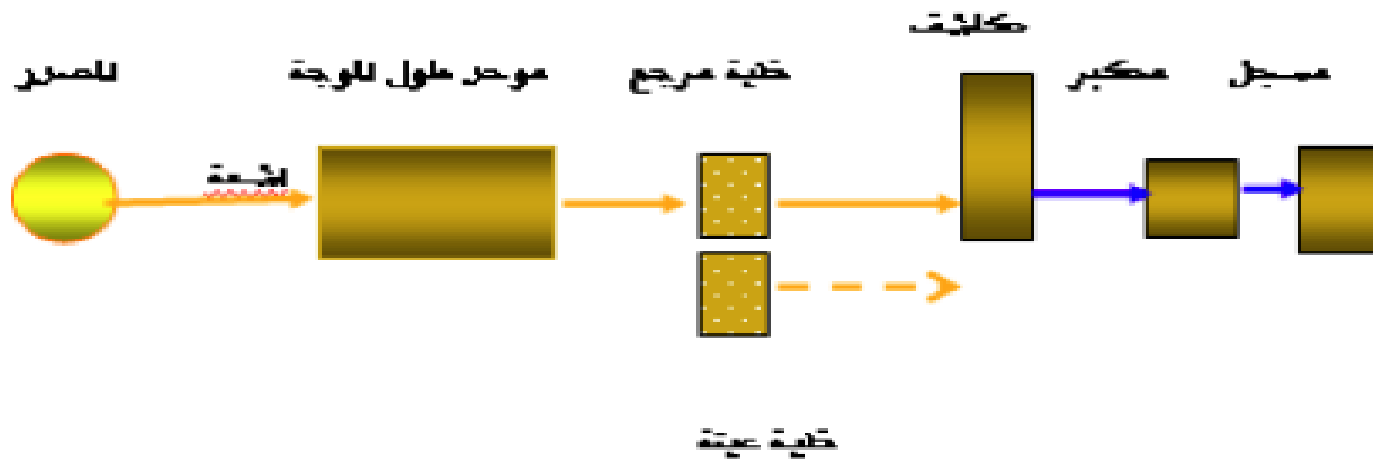


تصل في النهاية كل الالكترونات
إلى الانود والتيار الكهربائي الناتج
يمكن تكبيره بعد ذلك وقياسه

Types of UV-Vis Spectrophotometer

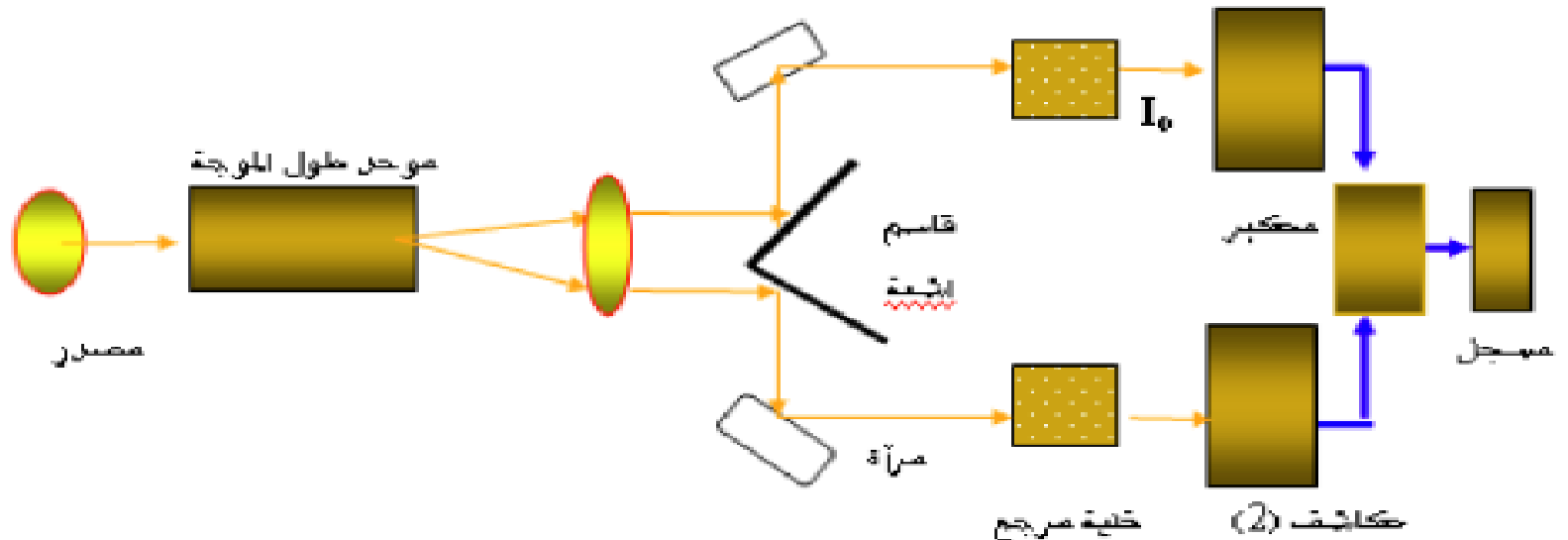
Types of UV-Vis spectrophotometer

١. النظام أحادي الحزمة **Single beam** :



٢. النظام ثنائي الحزمة **Double beam** :

حكايف (1) خلية عينة



Application of UV-Vis

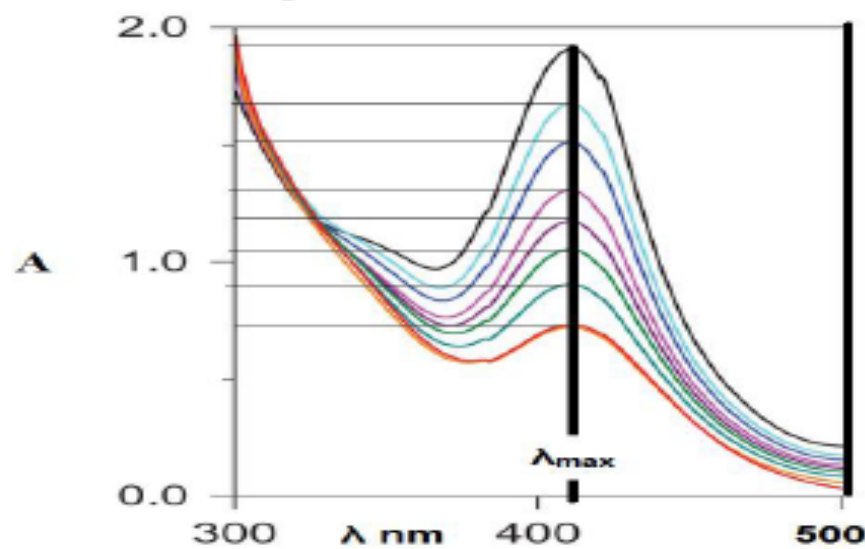
1: Determination of unknown conc

Determination of unknown concentration of sample

- يتم تحضير تركيزات مختلفة من المادة النقية
- يتم وضع كل تركيز في الجهاز والحصول علي

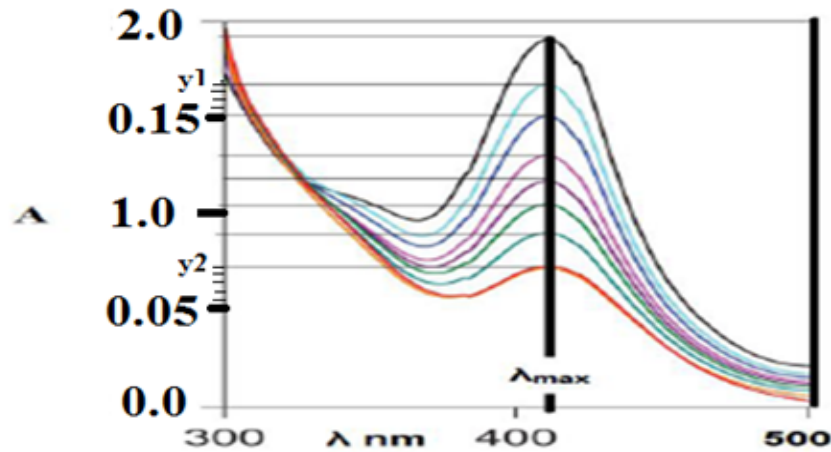
Absorption Spectrum

ويتم قياس A لكل التركيزات عند λ_{max} والتي تكون واحدة لكل التركيزات



- يتم تكوين الجدول الاتي

A at λ_{max}	Conc



الفرق بين قيمتين علي المحور y
المسافة بالسنتيمتر بين القيمتين X 10

=

قيمة الشرطة = الفرق بين قيمتين علي المحور y
عدد الشرط بين القيمتين

المسافة بالسنتيمتر بين القيمتين مثلا 1 cm ---- عدد الشرط بين القيمتين = 10

المسافة بالسنتيمتر بين القيمتين مثلا 0.5 cm ---- عدد الشرط بين القيمتين = 5

المسافة بالسنتيمتر بين القيمتين مثلا 2 cm ---- عدد الشرط بين القيمتين = 20

A at y1 = 0.15 + قيمة أربع شرط

A at y1 = 0.15 + (قيمة الشرطة الواحدة x 4)

A at y2 = 0.05 + قيمة خمس شرط

A at y1 = 0.05 + (قيمة الشرطة الواحدة x 5)

Beer-Lamberts law يتم الاستعانة بقانون ✨

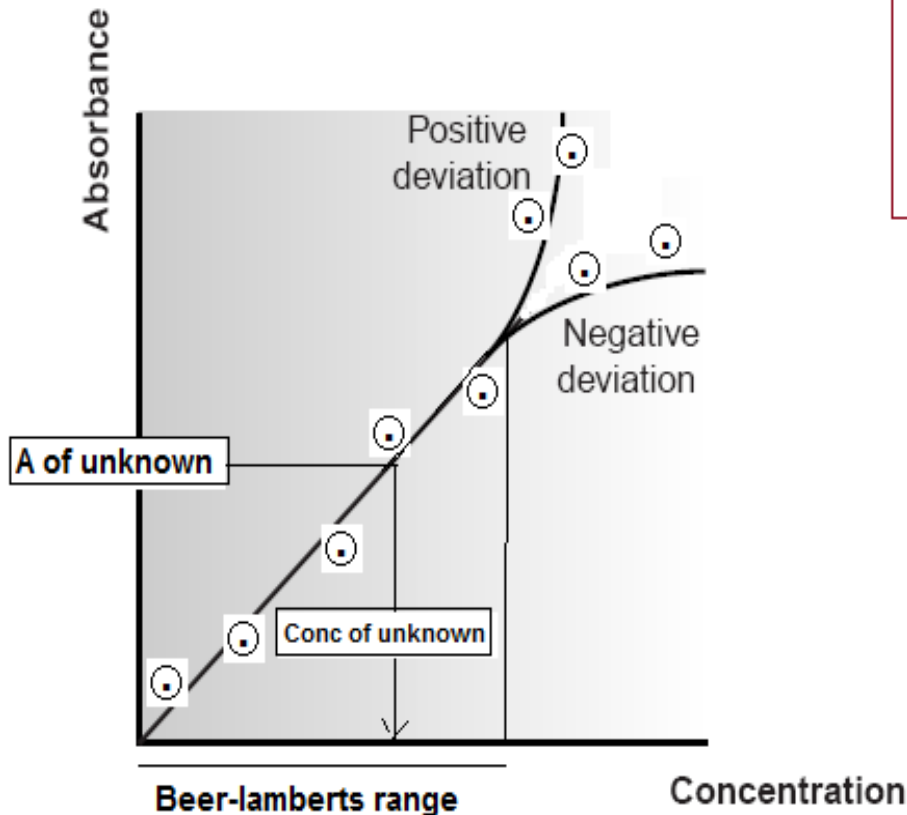
$$A = a b C$$

Absorbance

Concentration of sample

Thickness of cell=1Cm

Absorptivity coefficient
In case of C is in molar unit
called molar absorptivity
coefficient



A and C يتم رسم العلاقة بين ✨

Calibration curve والتي تسمى

In case of A of unknown not in Beers lamberts range i.e. in deviation

☆ يتم تخفيف جزء من المحلول الاصيل بمقدار معلوم وليكن باخذ ٢ ملي من المحلول الاصيل في دورق

قياسي سعته ١٠ ملي وتخفيفهم بالماء المقطر حتي العلامة

☆ قياس A للمحلول المخفف ومن ثم تركيز المحلول المخفف من Calibration curve

☆ يتم استخدام قانون التخفيف لحساب تركيز العينة الاصلية قبل التخفيف

$$\begin{array}{c} (C \quad X \quad V) \text{ Before dillution} \\ \swarrow \quad \downarrow \\ C \quad 2 \end{array} = \begin{array}{c} (C \quad X \quad V) \text{ After dillution} \\ \swarrow \quad \downarrow \\ \text{From calibration curve} \quad 10 \\ \text{for diluted solution} \end{array}$$

Limitations of Beers Lamberts Law

Limitations of beers lamberts law

Fundamental

يطبق القانون في حالة
المحاليل المخففة فقط نظرا
لانها تتميز بمعامل انكسار
ثابت تقريبا
اما في حالة المحاليل
المركزة يزداد معامل
الانكسار بزيادة التركيز
مما يؤثر علي قيم ϵ and A

Chemical

Due to
(I) association of
molecules in solution
(II) dissociation of
molecules in solution
(III) reaction with
solvent molecules

Instrumental

بسبب
١: مع مرور الوقت تضعف
كفاءة المنشور او محزوز الحيود
في فصل اطوال موجية ضيقة
المدى
٢: Stray radiation
وهو أي شعاع يصل الي
Detector
من غير
Light source



IF Both HA and A⁻ absorb at the selected wavelength, then beers law is written as

$$A = a_{\text{HA}} b C_{\text{HA}} + a_{\text{A}} b C_{\text{A}} \quad \text{Eq 1}$$

$$C_{\text{tot}} = C_{\text{HA}} + C_{\text{A}}$$

$$C_{\text{HA}} = \alpha_{\text{HA}} C_{\text{tot}} \quad \text{Where } \alpha_{\text{HA}} \text{ is the fraction of weak acid present as HA} \quad \text{Eq 2}$$

$$C_{\text{A}} = \alpha_{\text{A}} C_{\text{tot}} \quad \text{Where } \alpha_{\text{A}} \text{ is the fraction of weak acid present as A}^-$$

$$\alpha_{\text{A}} + \alpha_{\text{HA}} = 1 \text{ so } \alpha_{\text{A}} = 1 - \alpha_{\text{HA}}$$

$$C_{\text{A}} = (1 - \alpha_{\text{HA}}) C_{\text{tot}} \quad \text{Eq 3}$$

$$\text{From Eq 2 and Eq 3 into Eq 1} \Rightarrow A = (a_{\text{HA}} \alpha_{\text{HA}} + a_{\text{A}} - a_{\text{A}} \alpha_{\text{HA}}) b C_{\text{tot}} \quad \text{Eq 4}$$

This equation is nonlinear

It is converted into linear if $a_{\text{HA}} = a_{\text{A}}$ and hence $A = a_{\text{A}} b C_{\text{tot}}$

$$A = \log \frac{I_0 + I_{\text{Stray}}}{I_t + I_{\text{stray}}}$$

If conc of sample is small

$I_{\text{stray}} \ll I_0$ and I_t
Significantly observed



$$A = \log \frac{I_0}{I_t}$$



A is unaffected by the stray radiation

IF conc of sample is high

$I_{\text{stray}} < I_0$ and I_t
No longer Significantly observed

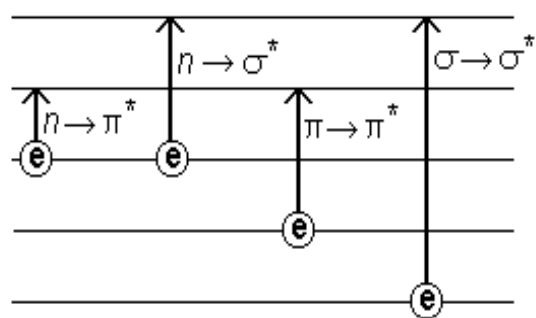


Negative deviation of beers
lambert law



Value of A decrease

Energy



Antibonding σ^*
Antibonding π^*
Non-bonding n
Bonding π
Bonding σ

◆ $\sigma \rightarrow \sigma^*$ Present in saturated compounds
High energy
Low wave length
Not appeared in UV or Vis

◆ other transitions appeared or not in UV or Vis region depend on the type of compound

- مجموعة ممتصة للأشعة Chromophore

وهي مجموعة كيميائية غير مشبعة توجد في الجزيء وتمتص الأشعة فوق البنفسجية

القريبة أو الأشعة المرئية مثل conjugation $= = \text{---} = \text{---}$, \equiv , $=$, $\text{C}=\text{C}$, CO , NO_2

- مجموعة غير ممتصة للأشعة Auxochrome

وهي أي مجموعة كيميائية مشبعة لا تمتص الأشعة فوق البنفسجية أو المرئية ولكن

ينتج عن ارتباطها بالمجموعة الممتصة تغير في الطول الموجي للامتصاص أو تغير في

كثافة الامتصاص مثل NH_2 و OH و Cl

- $n\pi^*$ called R band
- Benzene has three $\pi\pi^*$ bands

$$\lambda_{\max} = 184 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\max} = 204 \text{ nm called K band}$$

$$\lambda_{\max} = 256 \text{ nm called } \beta \text{ band}$$

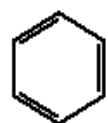
Compound	λ_{\max}	K band	λ_{\max}	β band
Ar-NH ₂	230		280	
Ar-OH	210		270	
Ar-SH	236		269	
Ar-O ⁻	235		287	

Bathochromic shift (Red shift)

◆ The shift of λ_{\max} to higher values

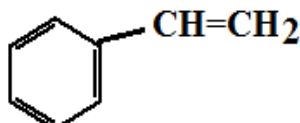
◆ Reasons

(I) Conjugation to chromophore



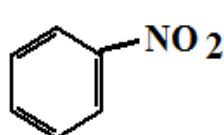
benzene

$\pi\pi^*$ 203 nm



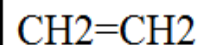
styrene

$\pi\pi^*$ 244 nm



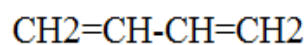
Nitro benzene

$\pi\pi^*$ 252 nm



Ethylene

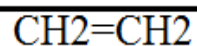
$\pi\pi^*$ 175 nm



1,3-butadiene

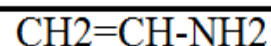
$\pi\pi^*$ 217 nm

(II) Attachment to auxochrome



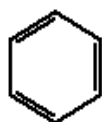
Ethylene

$\pi\pi^*$ 175 nm



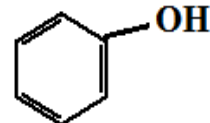
vinyl amine

$\pi\pi^*$ 230 nm



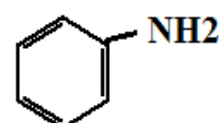
benzene

$\pi\pi^*$ 203 nm



phenol

$\pi\pi^*$ 210 nm

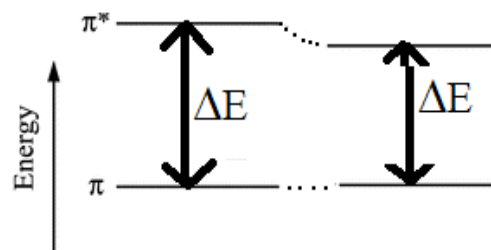


aniline

$\pi\pi^*$ 230 nm

(III) solvent effect

polar solvent cause red shift in $\pi\pi^*$



non-polar solvent

polar solvent

ΔE decrease λ_{\max} increase

Polar solvent

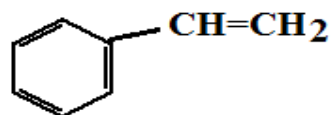
- does not interact with ground state (π)
- Stabilize excited state (π^*) by solvation (dipole dipole in H-bonding) because excited state is more polar

Hypsochromic Shift (Blue shift)

◆ The shift of λ_{\max} to shorter values

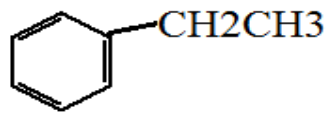
◆ Reasons

(I) Saturation of chromophore



styrene

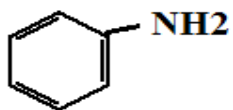
$\pi\pi^*$ 244 nm



ethyl benzene

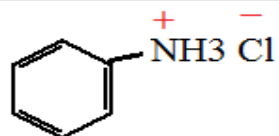
$\pi\pi^*$ 206 nm

(II) Protonation of nitrogen or oxy-anion auxochrome



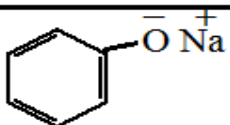
aniline

$\pi\pi^*$ 230 nm



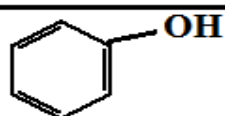
aniline hydrochloride

$\pi\pi^*$ 203 nm



sodium phenoxide

$\pi\pi^*$ 235 nm

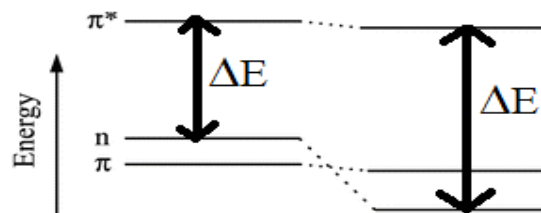


phenol

$\pi\pi^*$ 210 nm

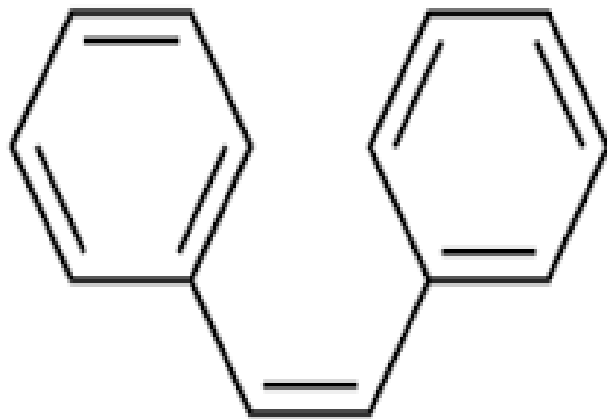
(III) solvent effect

polar solvent cause blue shift in $n\pi^*$



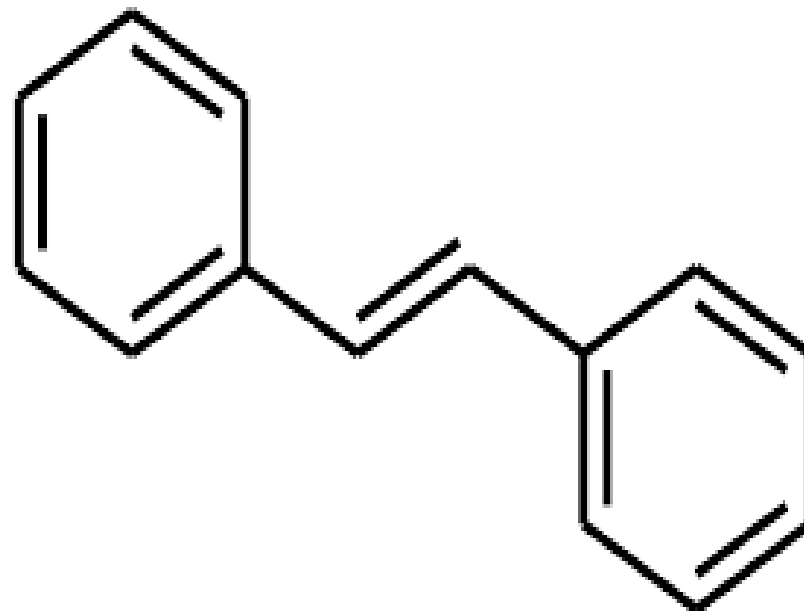
non polar solvent polar solvent

ΔE Increase λ_{\max} decrease



Cis stilbene

$\pi\pi^*$ 276 nm



Trans-stilbene

$\pi\pi^*$ 307 nm

steric hindrance of phenyl group in Cis form

increase E decrease λ_{\max}

- فرط (زيادة) الامتصاص Hyper chromic Effect

وهو التأثير الذي ينتج عنه زيادة في كثافة الامتصاص.

- خفض الامتصاص Hypo chromic effect

وهو التأثير الذي ينتج عنه انخفاض في كثافة الامتصاص.



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{B}^-]}{[\text{HB}]} = [\text{H}^+] \frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]}$$

$$-\text{Log } K_a = - \left(\text{Log } [\text{H}^+] + \text{Log } \frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]} \right)$$

$$-\text{Log } K_a = -\text{Log } [\text{H}^+] - \text{Log } \frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]}$$

$$\text{p}K_a = \text{pH} - \text{Log } \frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]}$$

$$\text{p}K_a = \text{pH} + \text{Log } \frac{[\text{HB}]}{[\text{B}^-]}$$

$$\text{At } [\text{HB}] = [\text{B}^-] \Rightarrow \text{p}K_a = \text{pH}$$

Determination of pKa of weak acid

طرق ٣

Half height method

الطريقة الأولى



Stock solution of weak acid
for example 10^{-3} M



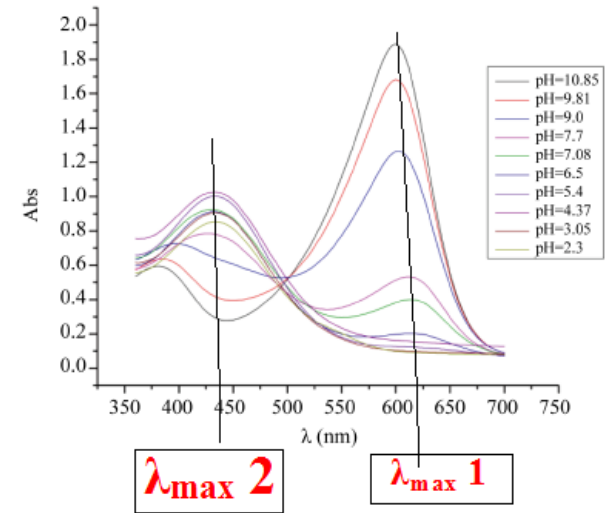
Buffer solution
of different pH values



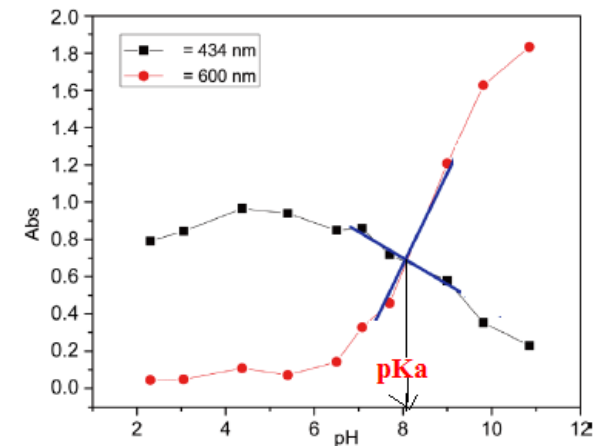
Sample solution of weak acid
for example (1ml stock solution of weak acid + 2 ml
buffer of different pH values then complete up to
mark using solvent)



Blank solution
2 ml buffer of different pH values then
complete up to mark using solvent)



pH	A	
	$\lambda_{max 1}$	$\lambda_{max 2}$



Determination of pKa of weak acid

طرق ٣

Limiting absorbance method

الطريقة الثانية

Stock solution of weak acid
for example 10^{-3} M

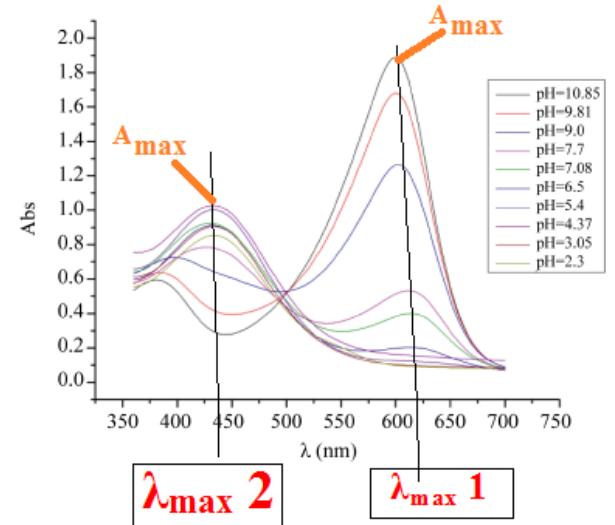


Buffer solution
of different pH values

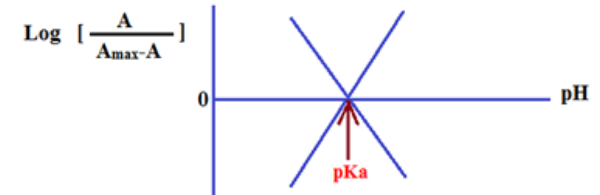
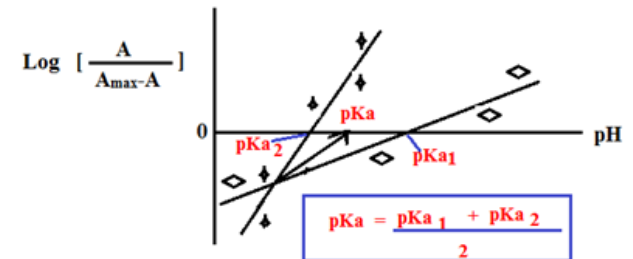
Sample solution of weak acid
for example (1ml stock solution of weak acid + 2 ml
buffer of different pH values then complete up to
mark using solvent)



Blank solution
2 ml buffer of different pH values then
complete up to mark using solvent)



pH	$\lambda_{max 1}$		$\lambda_{max 2}$	
	A	$\text{Log} [A/A_{max}-A]$	A	$\text{Log} [A/A_{max}-A]$



Determination of pKa of weak acid

طرق ٣

الطريقة الثالثة

Modified Limiting absorbance method

Stock solution of weak acid
for example 10^{-3} M

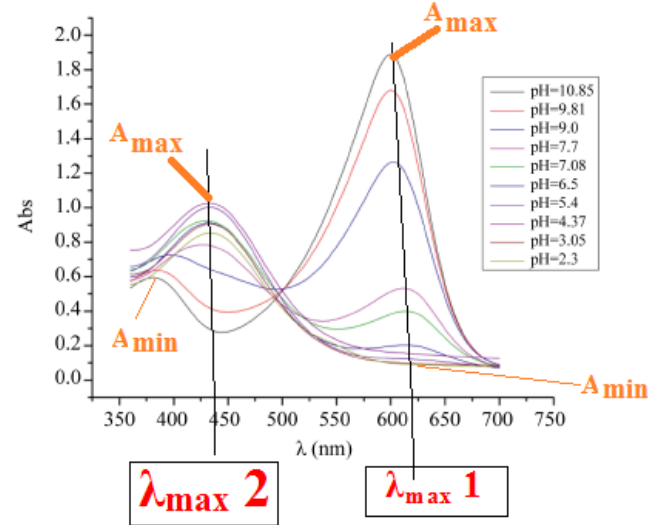


Buffer solution
of different pH values

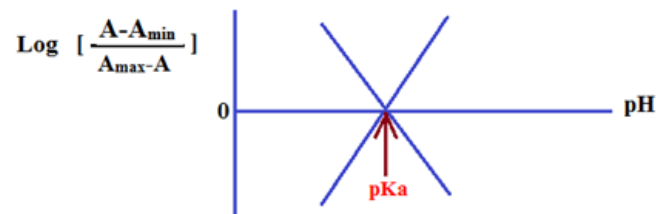
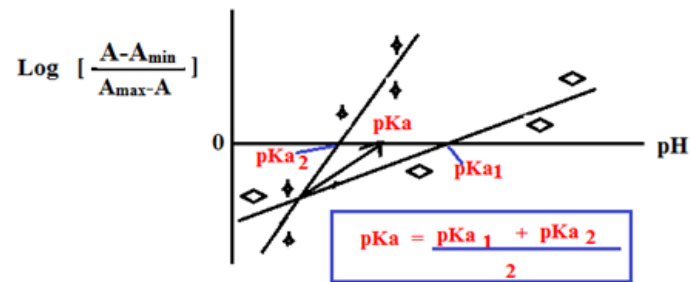
Sample solution of weak acid
for example (1ml stock solution of weak acid + 2 ml
buffer of different pH values then complete up to
mark using solvent)

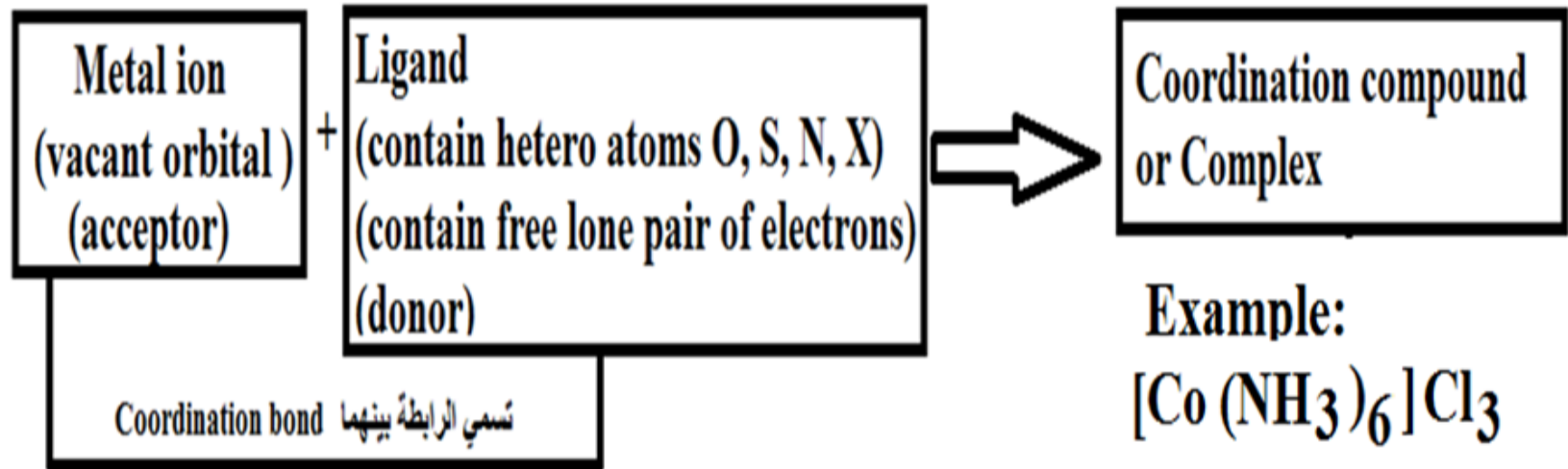


Blank solution
2 ml buffer of different pH values then
complete up to mark using solvent)



pH	$\lambda_{max 1}$		$\lambda_{max 2}$	
	A	$\text{Log} [A - A_{min} / A_{max} - A]$	A	$\text{Log} [A - A_{min} / A_{max} - A]$





$$K_s = \frac{[M_mL_n]}{[M]^m [L]^n}$$

Stability
constant

Stochoimetry of
complex

M: L

1: 6

or

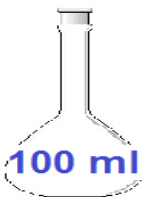
L: M

6: 1

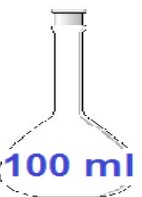
Stoichiometry of complex

الطريقة الاولى

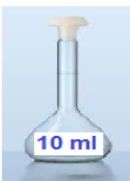
Molar ratio method



Stock solution of metal
for example 10^{-3} M



Stock solution of ligand
for example 10^{-3} M



حجم ثابت من
Stock solution
of metal
ولیکن علي سبيل المثال
0.5 ml

حجوم متغيرة من
Stock solution
of ligand
ولیکن علي سبيل المثال
0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1, 1.2,,
1.8 ml

يتم اضافة
buffer soln
علي سبيل المثال
2 ml

يتم التكملة حتي
العلامة بالمذيب



Sample cell

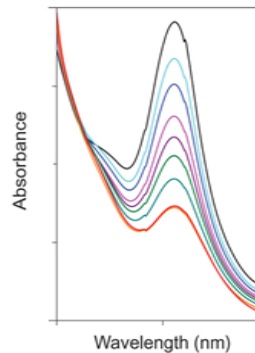


يتم اضافة
buffer soln
علي سبيل المثال
2 ml

يتم التكملة حتي
العلامة بالمذيب



Blank cell



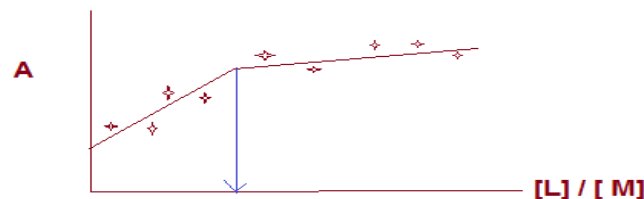
V ligand (ml)	V metal (ml)	[Ligand] After dilution	[Metal] After dilution	[L] / [M]	A
0.2	0.5				
0.4	0.5				
0.5	0.5				
0.6	0.5				
0.8	0.5				
1	0.5				
1.2	0.5				
1.6	0.5				

✧ [ligand] and [metal] were calculated using dilution law
(c x v) before dilution = (c x v) after dilution

$$c \text{ after dilution} = c \text{ before dilution} \times \frac{v \text{ before dilution}}{v \text{ after dilution}}$$

✧ If [stock solution of metal] = [stock solution of ligand]
and dilution of both occurred in the same measuring flask

$$[L] / [M] = V \text{ ligand} / V \text{ metal}$$

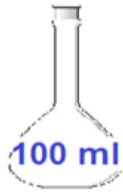


✧ If break point occurred at [L]/ [M] value equal 0.5 i.e. 1/2
stoichiometry = 1L & 2M i.e n =0.5

✧ If break point occurred at [L]/ [M] value equal 0.33 i.e. 33/100
stoichiometry = 33L & 100M i.e 1L & 3M n =0.33

الطريقة الثانية

Continuous variation method



Stock solution of metal
for example 10^{-3} M



Stock solution of ligand
for example 10^{-3} M



حجم متغير من
Stock solution of metal
ولیکن على سبيل المثال
0.9, 0.8, 0.6, ..., 0.1 ml

حجوم متغيرة من
Stock solution of ligand
ولیکن على سبيل المثال
0.1, 0.2, 0.4, ..., 0.9 ml
بحيث $V_m + V_L$ is constant

يتم إضافة
buffer soln
على سبيل المثال
2 ml

يتم التكملة حتي
العلامة بالمذيب



Sample cell

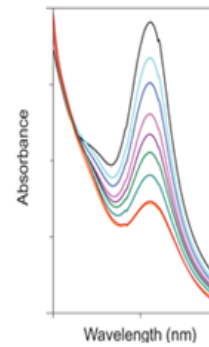


يتم إضافة
buffer soln
على سبيل المثال
2 ml

يتم التكملة حتي
العلامة بالمذيب



Blank cell



V ligand	V Metal	[Ligand]	[metal]	χ_M mole fraction of metal	χ_L mole fraction of Ligand	A
0.1	0.9					
0.2	0.8					
0.4	0.6					
0.9	0.1					

✧ [ligand] and [metal] were calculated using dilution law
(c x v) before dilution = (c x v) after dilution

$$c \text{ after dilution} = c \text{ before dilution} \times \frac{v \text{ before dilution}}{v \text{ after dilution}}$$

$$\chi_M = \frac{n_m}{n_m + n_L}$$

$$\chi_M = \frac{([\text{metal}] \times V \text{ ml})/1000}{([\text{metal}] \times V \text{ ml})/1000 + ([\text{Ligand}] \times V \text{ ml})/1000}$$

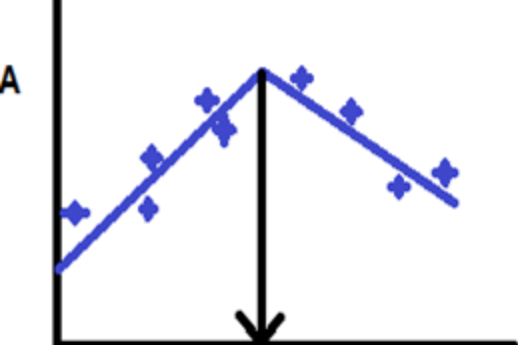
$$\chi_L = \frac{n_L}{n_m + n_L}$$

$$\chi_L = \frac{([\text{Ligand}] \times V \text{ ml})/1000}{([\text{metal}] \times V \text{ ml})/1000 + ([\text{Ligand}] \times V \text{ ml})/1000}$$

If [stock solution of metal] = [stock solution of ligand] and dilution occurred in the same measuring flask

$$\chi_M = \frac{V_m}{V_m + V_L}$$

$$\chi_L = \frac{V_L}{V_m + V_L}$$



χ_M
mole fraction of metal
or
 χ_L
mole fraction of Ligand

◆ If break point of χ_M at 0.5 $\Rightarrow \frac{V_m}{V_m + V_L} = \frac{1}{2} \Rightarrow V_m : V_L = 1 : 1$

stoichiometry $n_{L/M} = 1$

◆ If break point of χ_L at 0.33 $\Rightarrow \chi_L = \frac{V_L}{V_m + V_L} = \frac{33}{100} \Rightarrow V_m : V_L = 33 : 67$

$V_m : V_L = 1 : 2$

stoichiometry $n_{L/M} = 2$

$$K_n = \frac{A/A_m}{(1 - A/A_m)^{n+1} C_R^n n^2}$$

A is the absorbance at reagent concentration C_R

A_m is the maximum absorbance of the complex

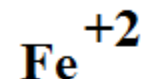
n is the stoichiometric ratio of the complex

K_n is the stability constant

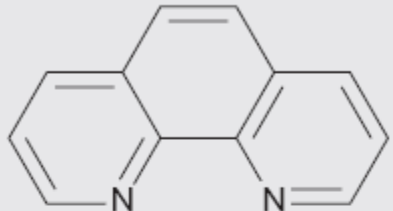
5: Application of UV-Vis

Spectrophotometer

Determination of Iron in Water



+ 3



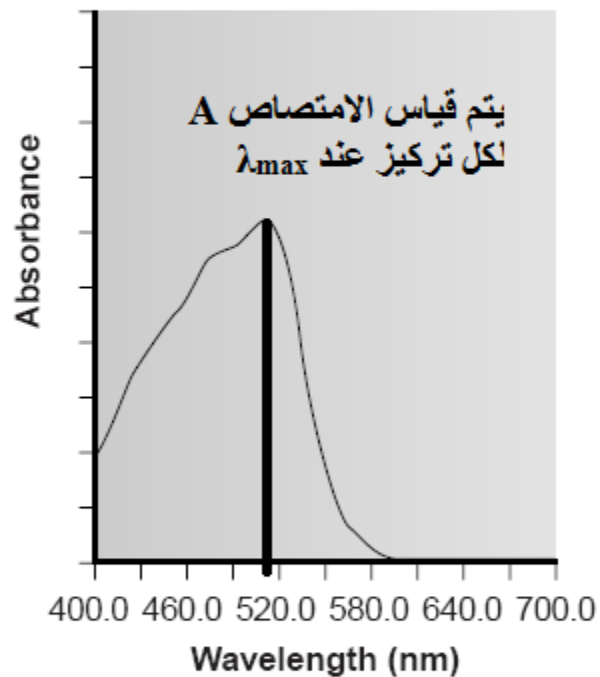
o-Phenanthroline

within the pH range of 3.0–3.5.



orange-red $\text{Fe}(\text{o-phen})_3^{2+}$ complex

تركيزات مختلفة



Note

