



Civilitree

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civilitree.com

ملخص ويست

محمد السفاريني



www.civilitree.com



CivilitreeHashemite



Civilitree HU

لجنة المدني

وما توفيقي إلا بالله
ملخص ل مادة الويست شامل الملاحظات المحكية
في المحاضرات و أسئلة متنوعة
نسأل الله التوفيق لكم ولا تنسوني من صالح الدعاء .

محمد السفاريني
#لجنة_سيفلتي



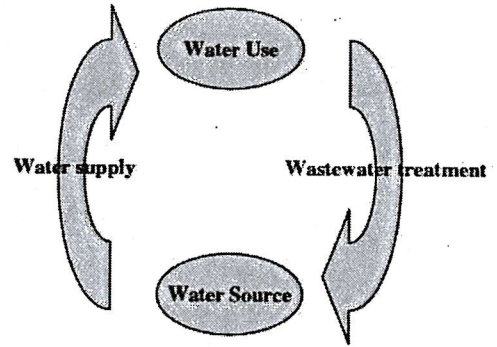
• Ch1 : Introduction (مقدمة)

- عند التصميم نراعي التعداد السكاني لأن التكلفة عالية جدا
- **Waste water :** (مياه عادمة , تم إستخدامها)
- **Complete water cycle :** (دورة المياه الكاملة)



• دورة المياه الكاملة تحتوى هذه المراحل :

- 1- Water use (استخدام المياه) .
- 2- Wastewater treatment (معالجة المياه العادمة) .
- 3- Water source (مصدر مياه) .
- 4- Water supply (تزويد المياه) .



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

• Ch2 : Water quality and treatment (جودة الماء و المعالجة)

- The characteristics (مميزات) of wastewater flow (تدفق المياه العادمة) are affected (تتأثر) by :
 - 1-Amount (كمية) .
 - 2- Quality (جودة) of domestic water (مياه محلية) .

- Why we study (دراسة) and understand (فهم) the calculations (حسابات) related (تتعلق) to water quality parameters (عوامل جوده الماء) ?

Ans : For better understanding (فهم أفضل) of the wastewater characteristics .

(مميزات المياه العادمة)



• Turbidity in water (العكورة في الماء)

- Results (نتج) from the **erosion** (تعرية) of colloidal materials (المواد الغروانية) like :

1-Clay (طين) .

2-Silt (طمي) .

3-Metal oxides (أكسيد الحديد) in the soil (تربة) .

- The turbidity is used (تستخدم) as **indirect measure** (مقياس غير مباشر) of the suspended solids content (محتوى الجزيئات العالقة) .

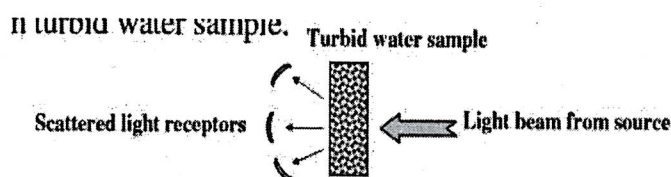


Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

- Water turbidity is usually measured (تُقاس) using (بإستخدام) meters expressed (معبرا عنها) in **NTU** (Nephelometric Turbidity Units) .
- Such meters are based measuring the light scattered (تشئت الضوء) from turbid water sample (عينة ماء عكره) .

- كلما زاد رقم الناتج من التجربة يدل على أن العينة فيها مواد عالقة .
- وكلما كان الرقم أقل دل على أن العينة لا يوجد بها مواد عالقة .



• Water color (لون الماء)

- **Formed** (يتشكل) when water comes in **contact with** (اتصال ب)

1- Organic materials (مواد عضوية) like :

A-Wood B- Humic acids (حمض الهيوميك) .

2- In-organic materials (مواد غير عضوية) like : A- Iron oxides (أكسيد الحديد)

B- Industrial wastes (أنشطة صناعية)

- Pure water (الماء الصافي) is colorless (عديم اللون), however water from **natural sources** may have a color depending (يعتمد) on the contaminants nature (مصدر ملوث) .

- Color **produced** (تنتج) from :

1-Suspended solids : Apparent color (لون ظاهري)

2- Dissolved solids : True color (لون حقيقي)

- Color in water is measured (تقاس) and expressed (تعبر) in True Color Units (TCU) .



Civilitree

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civilitree.com

• Odor (الرائحة)

- Pure water (الماء الصافي) is odorless (عديم الرائحة) .

- Odor in water may **appear** (يظهر) due (بسبب) to **water contact with** (اتصال الماء)

1- Natural substances (مواد طبيعية) like grass, bio-reactions (algae)

(الطحالب) .

2- Contact with human waste (ملوثات الانسان) .

3- Due to pollution from human activities like industry .

- Odor in water **expressed** in units (وحدة) of **Threshold Odor Number (TON)** .

• **Physical (يمكنك رؤيتها) water quality parameters :**

- 1- Suspended solids content (SS) (المواد العالقة) .
- 2- Turbidity (عكورة) .
- 3- Water color (لون الماء) .
- 4- Odor (الرائحة) .

• **Chemical water quality parameters:**

- 1- Dissolved solids content (DS) (المواد الذائبة) .
- 2- Alkalinity (القاعدية) .
- 3- Hardness (التكلس أو عسر المياه) .
- 4- Fluoride content (محتوى الفلوريد) .
- 5- Metals content (المواد المعدنية) .
- 6- Organics (المواد العضوية) .

• **Biological water quality parameters:** Pathogens (مسببات الأمراض) .



Q . List (عدد) three of water quality parameters ?

Ans : 1- Physical 2- Chemical 3- Biological

Q . List three of Chemical water quality parameters ?

Ans : 1- Fluoride content 2- Metals content 3- Organics

Q . What pathogens **includes** (تتضمن)?

Ans : 1- Viruses (فيروسات) .

2- Bacteria (بكتيريا) .

3- Protozoa (أوليات ذات خلية واحدة) .

4- Helminths (parasitic worms) (طفيليات كبيرة الحجم) .



- Drinking water **standards** (EPA) for selected parameters .

- هذا الجدول ليس للحفظ فقط وأهميته هي معرفة المقاييس ل التصنيف إذا كانت العينة مقبولة أم لا وهذه الأرقام هي الحد الأقصى .

Q . Why the Chloride is higher than Fluoride ?

Ans : Chloride is used for Disinfection and the Fluoride is toxic .

Contaminant	Max level
Total Coliforms (#/100mL)	5
Turbidity (NTU)	1 – 5
Color (Units)	15
Odor (TON)	3
pH	6.5 – 8.5
Total dissolved solids (mg/L)	500
Inorganic chemicals (mg/L)	
Chloride	250
Fluoride	0.7 – 2.4
Lead	0.05
Cadmium	0.01
Silver	0.05
Zinc	5
Copper	1
Organic chemicals (µg/L)	
Trihalomethanes	100
Benzene	0.05
Carbon tetrachloride	0.05



اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civilittee.com

• Suspended solids content (SS) :

- Water **total** solids = Suspended solids (SS) + Dissolved solids (DS).
The suspended solids can be either (إما) :

- 1- Organic (عضوي) .
- 2- In-organic (غير عضوي) .

• **Example of Organic solids :**

- 1- Plant fibers (الياف النباتات) .
- 2- Algal cells (الطحالب) .
- 3- Bacteria (بكتيريا) .

• **Example of Inorganic solids :**

- 1- Polymers (مركب كيميائي) .
- 2- Other industrial materials (مواد صناعية) .



How we can remove (إزالة) ? **By Sedimentation** (الترسب) .

If **we cant** we use coagulation-flocculation-sedimentation process (عملية) followed (تتبع) by Filtration (الفلتر) through sand filters **if needed** .

- The concentration (تركيز) of the suspended solids in $\frac{mg}{L}$.
- The temperature (درجة الحرارة) at which the solids are dried (جفاف) is **104°C** .
- Dissolved solids = **filterable solids** (مواد لم تترسب) .



Civiltitee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civiltitee.com

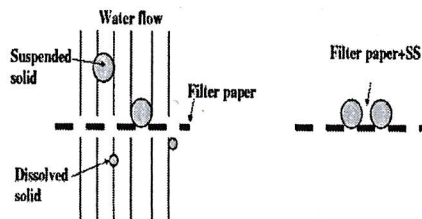
Q : A 250 ml (حجم العينة) water sample is filtered through a filter paper (فلتر الورق).

The dry (الناشف) mass of the filter paper is **54.352 g**. **After filtration**, the filter media and its filtrate were dried for 24 hours at 104°C and the dry mass of the filter paper and its non-filterable solids is **54.389 g** .

What is the suspended solids concentration (تركيز) in $\frac{mg}{L}$?

Solution :

- لدينا محلول حجمه معلوم تم إجراء فلتره له ف تم توزيع الفلتر ل وحده ثم تم تنشيف المحلول على حرارة عالية ثم توزيعه والمطلوب قياس تركيز الجزيئات العالقة .



Number (الرقم)	Mean (معنى الرقم ودلالته في السؤال)
250 ml	حجم العينة
54.352 g	وزن الفلتر فقط
54.389 g	وزن الفلتر بالإضافة ل وزن المواد العالقة

The mass (كتلة) of **suspended solids** = 54.389 – 54.352 = 0.037 g

$$\text{Suspended Solids concentration} = \frac{\text{Suspended solids weight (mg)}}{\text{Sample volume (حجم) (L)}}$$



Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

علينا تحويل الوحدات :

g to mg (*1000)

ml to L (/1000)

- لكي نعوض الأرقام بالوحدة المطلوبة والتي كُتبت سابقا لذلك تم تحويل الوحدات .

$$\text{Suspended Solids concentration} = \frac{0.037 \times 1000}{\frac{250}{1000}} = 148 \frac{mg}{L}$$



Q. : A 500 ml water sample is filtered through a filter paper. The dry mass of the filter paper is 54.352 mg. After filtration, the filter media and its filtrate were dried for 24 hours at 104°C and the dry mass of the filter paper and **total solids** is 1.389 g .

If you know mass of DS = 0.66g

What is the suspended solids concentration in $\frac{mg}{L}$?

Solution :

Number (الرقم)	Mean (معنى الرقم ودلالته في السؤال)
500 ml	حجم العينة
54.352 mg	وزن الفلتر لوحده
1.389 g	وزن الجزيئات <u>كاملة</u> بالإضافة إلى وزن الفلتر



$$\text{Filter paper} + \text{DS} + \text{SS} = 1.389 \text{ g}$$

$$\frac{54.352}{1000} \text{ g} + 0.66 \text{ g} + \text{SS} = 1.389 \text{ g}$$

$$\text{SS} = 0.675 \text{ g} * 1000 = 675 \text{ mg}$$

$$\text{Suspended Solids } \underline{\text{concentration}} = \frac{\text{Suspended solids weight (mg)}}{\text{Sample volume (حجم) (L)}}$$

$$= \frac{675 \text{ mg}}{\frac{500}{1000} \text{ L}} = 1350 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$



Q . : A **volume** of water sample is filtered through a filter paper.

The dry mass of the filter paper is **54.352 mg**. After filtration, the filter media and its filtrate were dried for 24 hours at 104°C and the dry mass of the filter paper and its non-filterable solids is **54.389 mg**, and the suspended solids concentration is **300 $\frac{mg}{L}$** .

Find the volume in L?

Solution :

Number (الرقم)	Mean (معنى الرقم ودلالته في السؤال)
54.352mg	وزن الفلتر لوحده
54.389mg	وزن الجزيئات العالقة بالإضافة ل وزن الفلتر
300 mg/L	تركيز الجزيئات العالقة



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

$$\text{Mass of SS} = 54.389 - 54.352 = 0.037 \text{ mg}$$

$$= \frac{\text{Suspended solids weight (mg)}}{\text{Sample volume (حجم) (L)}}$$

$$300 = \frac{0.037 \text{ mg}}{\text{volume}}$$

$$\text{Volume} = 1.23 * 10^{-4} \text{ L}$$



Q. : A water sample is inspected (تم تفتيشها) by a panel of 10 persons . All persons have agreed (اتفقوا) that sample # 3 is the first where odor just detected .

Is this sample acceptable in terms of odor quality?

Sample#	1	2	3	4
Volume of odorous(L)	0.1	0.2	0.3	0.4



اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

Solution :

$$TON = \frac{200}{A(ml)} \quad \text{حفظ} \quad A : \text{Volume of odorous (ml)}$$

- حجم العينة الذي نأخذه هو : إما أول عينة تم ملاحظة وجود رائحة فيها أو أكبر عدد اجتمعوا على عينة محددة أن فيها رائحة .
- الحجم المعطى ب لتر لذلك علينا تحويل الوحدات .

$$TON = \frac{200}{0.3 \times 1000} = 0.67$$

- نقارن الرقم ب الرقم الموجود في الجداول (يكون معطى) وهو 3 إذن العينة مقبولة .



Q . : A water sample is inspected by a panel of 10 persons.

3 persons have said that **sample # 3** is the sample where odor just detected and 7 persons have said that **sample # 4** is odor just detected .

Is this sample acceptable in terms of odor quality ?

Sample#	1	2	3	4
Volume of odorous(L)	0.1	0.2	0.3	0.4



Solution :

$$TON = \frac{200}{A(ml)}$$

- هنا نأخذ العينة التي تم ملاحظتها من قبل 7 أشخاص كما قلنا سابقا .

$$\frac{200}{0.4 \times 1000} = 0.5$$

العينة مقبولة

- إذا الرقم أكبر من 3 **ترفض** العينة .



Physical parameters (المميزات الفيزيائية)	Unit (الوحدة)	Treatment (المعالجة)	Results from (نتائج من)
Suspended solids content	$\frac{mg}{L}$	Sedimentation, or Coagulation- flocculation-sedimentation followed by sand filtration	organic or inorganic materials
Turbidity	NTU	Sedimentation	erosion of colloidal materials
Water Color	TCU	Adsorption using activated carbon filters	contact with organic materials
Odor	TON	Adsorption using activated carbon filters	contact with natural substances



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

Q . Why we use activated carbon filters in home ?

Ans : Because for Adsorption color , taste and odor .

Q . What the difference from Surface water and Ground water ?

Ans :

Surface water : Contact with **Air** , soil and rock .

Ground water : Contact with soil and rock .

• **Chemical parameters :** (المميزات الكيميائية)

- The Equivalence of an element (تكافؤ العنصر) : Is the number of Hydrogen atoms that the element can hold in combination .

عدد ذرات الهيدروجين الذي يحتاجها العنصر لكي يستقر و الرقم نأخذه بدون اشارة .

- The Molecular Mass (الكتلة الجزيئية) : The sum of its components atomic masses .

مجموع الكتل الذرية للعناصر المكونة للمركب والكتلة الذرية للعنصر تكون معطاه في السؤال .



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civilittee.com

- Equivalent (المكافئ المولي) : Its grams molecular mass divided (تقسم) by its equivalence .

$$= \frac{\text{Molecular mass}}{\text{Equivalence}}$$

- For concentration calculations (حسابات التراكيز) in water quality (تلوث الماء), it is more convenient (ملائم) to express (يعبر) the concentration (تراكيز) of different materials (مواد مختلفة) in one standard unit (وحدة قياسية) .

- That unit is the mg/L as CaCO3 .



Q. : Find Equivalence , Molecular mass and Equivalent for $(Na)^{+1}$, $(OH)^{-1}$?

If you know : $O = 16 \frac{g}{mol}$ $H = 1 \frac{g}{mol}$

• Solution :

• $(Na)^{+1} =$

Equivalence = 1 Molecular mass = 40 g Equivalent = $\frac{40}{1} \frac{g}{eq}$

• $(OH)^{-1} =$

Equivalence = 1 (لم نهتم للإشارة السالبة وأخذنا القيمة المطلقة)

Molecular mass = $1 \cdot 16 + 1 \cdot 1 = 17$ g Equivalent = $\frac{17}{1} \frac{g}{eq}$



Civiltitee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civiltitee.com

• The concentration of A, [A] in mg/L as $CaCO_3 =$

$$= \frac{[A]_{mg/L} \cdot 50}{\text{Equivalent of A}} \quad \text{حفظ هذه المعادلة}$$

Q. : Water has 55mg/L of Ca^{+2} Find :

1- Equivalent for CO_3

2- Express the $[Ca^{+2}]$ in mg/L as $CaCO_3$?



• **Solution :**

$$1- \text{Equivalent} = \frac{\text{Molecular mass}}{\text{Equivalence}}$$

$$= \frac{3 \times 16 + 14}{2} = 31 \frac{g}{eq}$$

$$2- = \frac{Ca^{+2} mg/L * 50}{\text{Equivalent of } Ca^{+2}}$$

$$= \frac{55 * 50}{\frac{40}{2}} = 137.5 = 138 \frac{mg}{L} \text{ as } CaCO_3$$

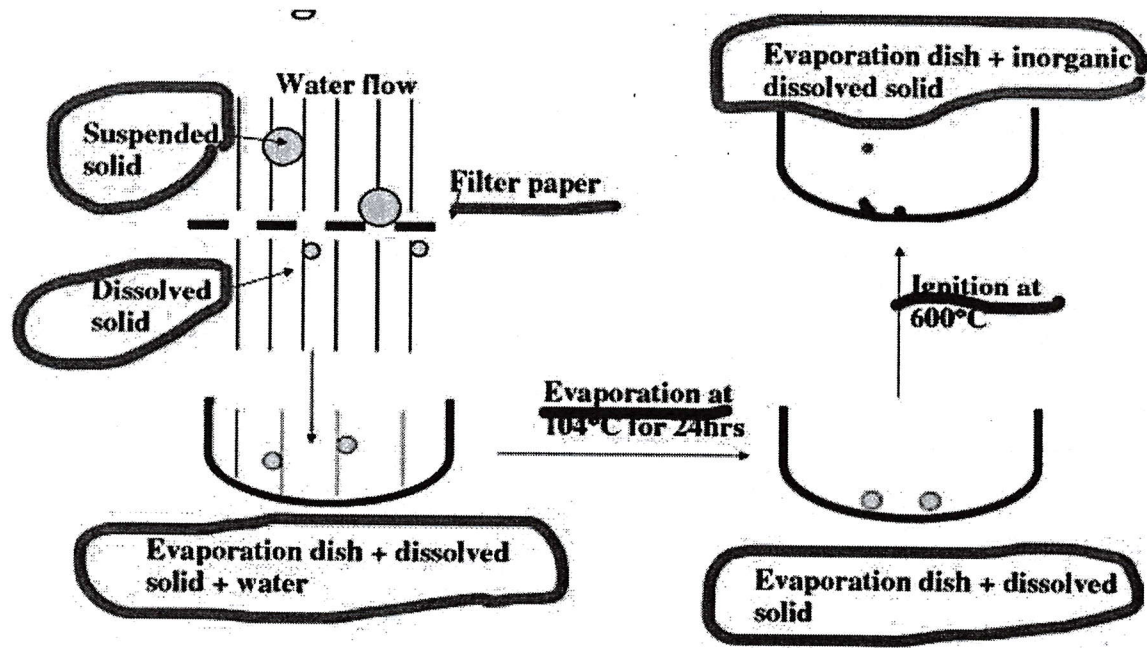


• **Dissolved solids**

- Exist (موجودة) in water **due** (بسبب) to the solvent action of the water on natural materials (مواد طبيعية) like the soil .
 - Such solids can be organic or inorganic .
 - **Excessive amounts** (كميات مفرطة) of the dissolved solids in drinking water may **cause**
 - 1- Undesirable taste (طعم غير مرغوب به) .
 - 2- Produce color (إنتاج لون) .
 - 3- Make the water hard (يعمل تكلس) .
 - 4- Change the pH .
 - **Such excessive amounts may be toxic (سام) to humans .**
 - The total solids (TS) = Total suspended solids(TSS) + Total dissolved solids (TDS)
- The total solids **content** :
- 1- The suspended solids (non-filterable solids) **retained** (تبقى) on the filter .
 - 2- The dissolved solids (filterable solids) **pass** .



- Water sample is filtered through a filter paper (فلتر الورق) , in **given volume** (حجم معطى) and the dry mass of the filter paper is **known** (وزن فلتر الورق معروف) .
- **After filtration** , the filter media and its filtrate were dried (تجفف) for 24 hours at 104°C . The collected filterable solids (dissolved solids) are dried at 104°C for 24 hours and weighted (توزن) . **Igniting** (حرق) the collected filterable solids at 600°C .
- The inorganic dissolved solids **remain** (تبقى) . While the organic solids **evaporate** (تتبخر) as volatile materials (مواد متطايرة) .
- The dissolved solids can be **removed** (ازالة) from water using advanced filtration (reverse osmosis) (الخاصية الاسموزية العكسية) .



الخطوات الرئيسية ل فعل هذه التجربة وتم شرح هذه الخطوات بالتفصيل سابقا .

- 1-Water sample is **filtered** through a filter paper .
- 2- The filter media and its filtrate **were dried** for 24 hours at 104°C .
- 3- **Igniting** the collected filterable solids at 600°C .



How we can measure (قياس) ???

- 1- Total **suspended solids** mass =
(mass of filter + mass of SS) – mass of filter
- 2- Total **dissolved solids** mass =
(mass of dish + mass of DS)- mass of dish
- 3- **Inorganic** dissolved solids mass =
(mass of dish + mass of inorganic solids) – mass of dish
- 4- **Organic** dissolved solids mass = TDS – inorganic solids



Q. 100 mL water sample analyzed for total solids content . The evaporation dish has 327.465 g net mass . After evaporation, the dish and its contents weigh 327.517 g and later placed in muffle furnace(فرن) at 600°C . After cooling the dish and contents weighing 327.498 g .

What is the total dissolved solids (TDS) content and the inorganic dissolved solids in mg/L?

Number (الرقم)	Mean (معنى الرقم ودلالته في السؤال)
100 mL	حجم العينة
327.465 g	وزن الوعاء (الدش) لوحده
327.517 g	وزن الوعاء بالإضافة ل وزن المواد الذائبة
327.498 g	وزن الوعاء بالإضافة ل وزن المواد الغير العضوية الذائبة



The mass of the TDS = $327.517 - 327.465 = 0.052 \text{ g} * 1000 = 52 \text{ mg}$

The TDS concentration = $\frac{\text{TDS solids weight (mg)}}{\text{sample volume(حجم) (L)}} = \frac{52 \text{ mg}}{0.1 \text{ L}} = 520 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$

The mass of the inorganic dissolved solids = $327.498 - 327.465 = 0.033 \text{ g} * 1000 = 33 \text{ mg}$

Inorganic dissolved solids concentration = $\frac{\text{Inorganic dissolved solids weight (mg)}}{\text{sample volume(حجم) (L)}}$

= $\frac{33 \text{ mg}}{0.1 \text{ L}} = 330 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$

Organic dissolved solids concentration = TDS – inorganic solids = $520 - 330 = 190 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$



Q . A 0.5 L water sample is filtered through a filter paper . The dry mass of the filter paper is 54.352 mg . After filtration, the filter media and its filtrate were dried for 24 hours at 104°C and the dry mass of the filter paper and its non-filterable solids is 54.389 mg and The evaporation dish has 327.465 g net mass. After evaporation, the dish and its contents weigh 327.517 g and later placed in muffle furnace at 600°C . After cooling the dish and contents weighing 327.498 g .

Find :

- 1 - The mass and concentration **suspended solids** in $\frac{mg}{L}$?
- 2 - The mass and concentration of the **TDS** in $\frac{mg}{L}$?
- 3 - The mass and concentration of the **inorganic dissolved solids** in $\frac{mg}{L}$?
- 4 - The mass and concentration of the **organic dissolved solids** in $\frac{mg}{L}$?



Civiltitee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civiltitee.com

Solution :

1- The mass (كتلة) of **suspended solids** = 54.389 – 54.352 = 0.037 mg

$$\text{Suspended Solids concentration} = \frac{\text{Suspended solids weight (mg)}}{\text{Sample volume (حجم) (L)}}$$

$$= \frac{0.037}{0.5} = 0.074 \frac{mg}{L}$$

2- The mass of the TDS = 327.517 – 327.465 = 0.052 g * 1000 = 52 mg

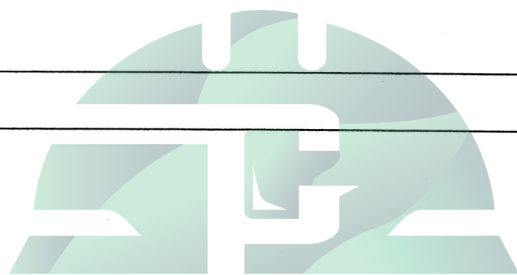
$$\text{The TDS concentration} = \frac{\text{TDS solids weight (mg)}}{\text{sample volume (حجم) (L)}} = \frac{52mg}{0.5L} = 104 \frac{mg}{L}$$



3- The **mass** of the **inorganic** dissolved solids
= $327.498 - 327.465 = 0.033 \text{ g} * 1000 = 33 \text{ mg}$

$$\text{Inorganic dissolved solids concentration} = \frac{\text{Inorganic dissolved solids weight (mg)}}{\text{sample volume (حجم) (L)}}$$
$$= \frac{33 \text{ mg}}{0.5 \text{ L}} = 66 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

4- Organic dissolved solids **concentration** = TDS – inorganic solids = $104 - 66 = 38 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$



Civiltitee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civiltitee.com

• Water pH

- The **absolute** (مطلق) pure water (undesirable taste (طعم غير مرغوب به) has pH of **7.5** .
- The desirable (مرغوب) drinking water has pH that ranges (مدى) between **(6.5 – 8.5)** because sources includes dissolved solids that alter (يغير) the pH within this range humans feel **no differences** in water taste (طعم الماء) .
- Water with **pH > 8.5** has **bitter** taste (طعم مُر) .
- Water with **pH < 6.5** has **acidic** taste (طعم حمضي) .



• Fluoride (فلورايد)

• Fluoride originates (أصل الفلورايد) **from** few types of (أنواع متعددة) :

1- Sedimentary rocks (صخور رسوبية) .

2- Igneous rocks (صخور نارية) .

• Where we can **find** the Fluoride ?

1-Surface water (مياه سطحية) : Rarely found (نادر الوجود) .

2-Ground water sources (مصادر المياه الأرضية) : Few concentrations (تراكيز قليلة) .

• Fluoride at **high concentrations** (تركيز) is **toxic** (سام) to humans .

While low fluoride concentration (تراكيز الفلورايد قليلة) (around 1mg/L) is **useful** (مفيد) :
To prevent (تسوس الأسنان) dental cavities (حماية) .



Civiltitee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civiltitee.com

• Metals (المعادن)

• Generally all metals are soluble in water (ذائبة في الماء) to some degree .

• **Some** metals at low concentrations (تراكيز قليلة) are very toxic.

The non-toxic metals at high concentrations may cause **health problems**. (مشاكل صحية)

• **Non-toxic metals**: like calcium, magnesium, iron, sodium, manganese, aluminum, copper and zinc . **حفظ هذه العناصر** .

Sodium salts may cause bitter taste (طعم قاعدي) to water and cause health problems (مشاكل صحية مثل الضغط) .

• **Manganese and iron** salts can cause color problem.

• **Toxic metals**: like arsenic, barium, cadmium, lead, mercury, and silver.

(All are very toxic at low amounts) **حفظ هذه العناصر**



• Organics (المواد العضوية)

- Organics (C, O, H) may **present** in surface waters naturally **due to** some human activities (أنشطة الإنسان) **or** to the run off (مياه الأمطار تجرف كل شيء) .
- Organics can be **either** (إما) biodegradable or non-biodegradable .

Biodegradable organics (مواد عضوية قابلة للتحلل) :

Found in dissolved form like fats (دهون) , proteins (بروتينات) and acids . Such compounds present a food source to microorganisms and can be **degraded** easily with time .

(طريقة التحلل إنها تكون غذاء ل البكتيريا ف تتحلل مع الوقت)

Non-biodegradable organics (مواد عضوية غير قابلة للتحلل) :

Found in dissolved form like cellulose (السليلوس) and phenols (حامض الكربوليك) .

- Such compounds **resist** biological degradation and **stay** dissolved in water for long time . (تبقى موجودة لفترة زمنية طويلة وتقاوم التحلل) .



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

• Alkalinity (القاعدية)

- Alkalinity** : The water ability (قدرة الماء) to neutralize (يعادل) acids **or** to reduce (تقلل) the acidic action .
- Studying water alkalinity is important **because** later drinking water will be converted (يحول) to wastewater .

Q . Why wastewater in sewer turns to be more acidic ?

Answer . Formation (تشكل) of H_2S due to anaerobic conditions (ظروف غير هوائية) .

Q . Why we prefer (يفضل) to have drinking water that is more alkaline (pH > 7.5) ?

Answer . To reduce the acidic environment (بيئة) of the wastewater formed (





- The **formation** of H_2S will decrease the pH of the wastewater .
- The most common compounds (المركبات الأكثر شيوعاً) that form the water alkalinity are :
(مركبات إذا وجدت إرتفعت القاعدية) .
 - 1-Bicarbonate (HCO_3^-) (أضعف مركب ل رفع pH) .
 - 2-Carbonate (CO_3^{-2}) .
 - 3- Hydroxide (OH^-) (أقوى مركب ل رفع pH) .
- Such compounds (مركبات) may present from **origin** (من التربة) or from CO_2 that dissolves (يذوب) easily in **water**. (من الهواء) .



- Alkalinity is measured (تُقاس) by : Titrating (مُعَايِرَة) the water sample with standard acid (usually $0.02N H_2SO_4$) .

• N : Normality تركيز المحلول M : Molarity نسبة إلى المول

- Based on 1L water sample ,

Each 1 mL of the acid is equivalent (يساوي) to 1 mg of alkalinity expressed (مُعْبَر ب) as $\frac{mg}{L}$ as $CaCO_3$.



Q . A 1L water sample was titrated with 250 mL of 0.02N H_2SO_4 .

What is the measured alkalinity?

Solution :

Each 1mL of the acid is equivalent to 1mg of alkalinity

expressed as $\frac{mg}{L}$ as $CaCO_3$.

$$250 \text{ ml of } 0.02N \text{ } H_2SO_4 = 250 \frac{mg}{L} \text{ as } CaCO_3$$



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

Q . A 250mL water sample has an initial (البداية) pH of 8. The water titrated with 22mL of 0.02N H_2SO_4 to pH value of 4.5 .

what is the water total alkalinity?

Solution :

انتبه هنا الحجم ليس 1 لتر , نعمل نسبة وتناسب .

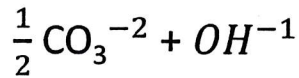
$$1 \text{ L} \quad \longrightarrow \quad 22 \text{ mL}$$

$$0.25L \quad \longrightarrow \quad X$$

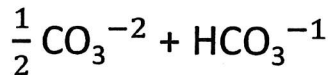
$$X = 88 \frac{mg}{L} \text{ as } CaCO_3$$



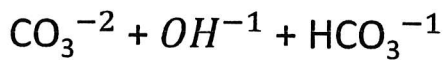
- mL of acid used to bring down (ينزل) the pH to 8.3 equals (يعادل) the alkalinity of :



- mL of acid used to bring down the Ph from 8.3 to 4.5 equals the alkalinity of :



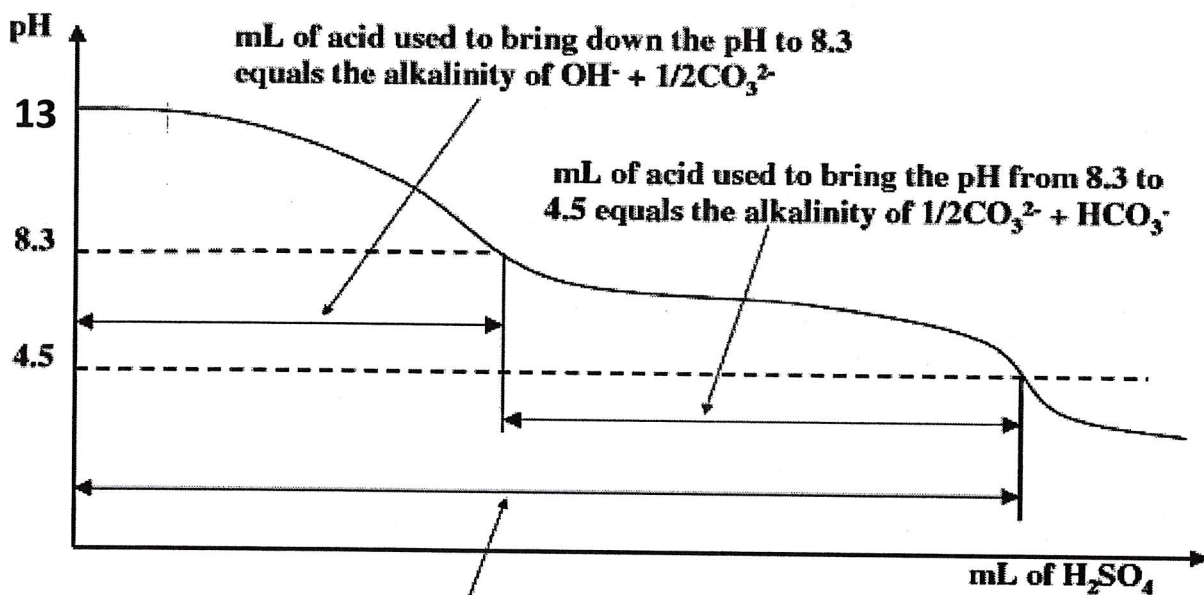
- mL of acid used to bring down the pH to 4.5 equals the total alkalinity that is the alkalinity of :



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civilittee.com



• The **impact** (تأثير) of high alkalinity **due to** high OH^- concentrations ($\text{pH} > 8.5$) :

1- Bitter taste (طعم مر) which could be unfavorable (غير مفضل) to water consumers (المستهلكين) .

2- Forming compounds (تشكيل مركبات) may react (تفاعل) with the Ca^{+2} resulting (المادة البيضاء) called the **scale** (الترسبات) in precipitated substances (المواد المترسبة) (تنتج) .

Results of scale :

1- Close pipes in **heating** systems (تظهر هذه المشكله عند التسخين) .

2-Cause damage (يدمر) to boilers (بويلر) in electricity generating units .

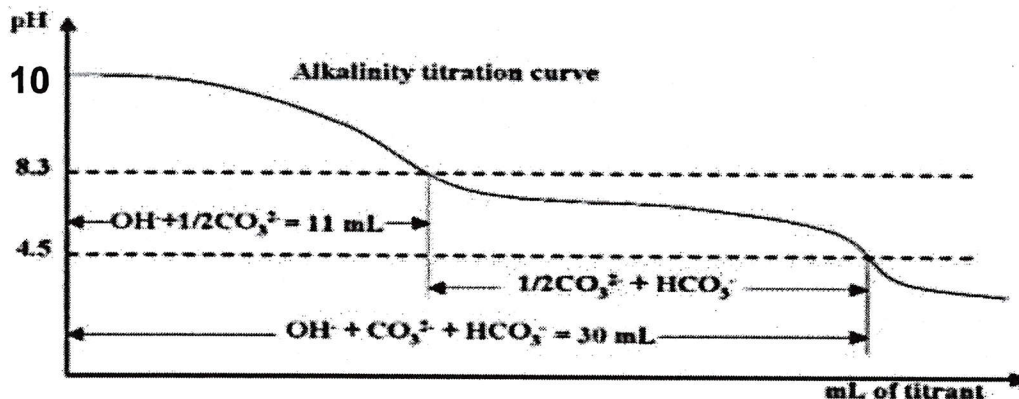


Civillitree

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civillitree.com

Q . A 200 mL water sample of initial pH of 10, Given that the pH value of 8.3 has been reached (تم الوصول لها) after consuming (إستهلاك) 11mL of 0.02N H_2SO_4 acid while the rest to 30mL consumed to reach pH of 4.5 .

What alkalinity species exist and find there concentrations ?



Solution :

- From **pH 10** we know there is CO_3^{-2} OH^{-1} HCO_3^{-1}
- When we add 11mL of 0.02N H_2SO_4 the pH change from 10 to 8.3 .
- When we add 30mL the pH change from 10 to 4.5 .

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad \text{حفظ}$$

$$\text{pH} = -\text{Log}[H] \quad \text{حفظ}$$

$$\text{pOH} = -\text{Log}[\text{OH}] \quad \text{حفظ}$$

$$10 + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pOH} = 4$$

$$[\text{OH}] = 10^{-4} \frac{\text{mole}}{\text{L}} \text{ this is called Molar Concentration (التركيز المولي)}$$



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civilittee.com

- Convert to this unit $\frac{g}{L}$ by Multiply (ضرب) by molecular mass .

$$10^{-4} \frac{\text{mole}}{\text{L}} * (1*1+16*1) = 0.0017 \frac{g}{L} * 1000 = 1.7 \frac{mg}{L}$$

- Convert to the standard unit (الوحدة القياسية) $\frac{mg}{L}$ as CaCO_3 .

$$= \frac{[\text{OH}]_{mg/L} * 50}{\text{Equivalent of OH}} = \frac{1.7*50}{17} = 5 \frac{mg}{L} \text{ as } \text{CaCO}_3 .$$

Remember (تذكر) that the alkalinity measured using the 0.02N H_2SO_4 is for **1 L** sample . (هنا القاعدة تطبق إذا كان الحجم 1 لتر لكن هنا ليس 1 لتر لذلك نعمل نسبة وتناسب)

We want now to measure the **actual mL** acid used to **equalize** the OH^- alkalinity in the **200mL** sample .



1L \longrightarrow 5 mg

0.20 L \longrightarrow X

$$X = \frac{5 \times 0.20}{1} = 1 \text{ mL}$$

Remember that we add 11mL of 0.02N H_2SO_4 the pH change from 10 to 8.3 and the alkalinity equal $\text{OH}^- + \frac{1}{2} \text{CO}_3^{-2}$

11mL for $(\text{OH}^- + \frac{1}{2} \text{CO}_3^{-2})$ and we **find** 1 mL for OH^- so **10 mL** for $+\frac{1}{2} \text{CO}_3^{-2}$.

Remember that we add 30mL of 0.02N H_2SO_4 the pH change from 10 to 4.5 and the alkalinity equal $\text{OH}^- + \text{CO}_3^{-2} + \text{HCO}_3^-$.



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

$$\text{OH}^- = 1 \text{ mL}$$

$$\text{CO}_3^{-2} = 20 \text{ mL}$$

$$\text{HCO}_3^- = 30 - (1 + 20) = 9 \text{ mL}$$

This numbers in **200 mL** sample .

$$= \text{CO}_3^{-2} \text{ concentration as CaCO}_3 = \frac{20 \times 200}{1000} = 100 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ as CaCO}_3 .$$

$$= \text{HCO}_3^- \text{ concentration as CaCO}_3 = \frac{9 \times 200}{1000} = 45 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ as CaCO}_3 .$$

$$\text{Total Alkalinity} = 100 + 45 + 5 = 150 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ as CaCO}_3$$



• Hardness (التكلس)

- Concentration of the multivalent cations (أيونات موجبة ثنائية) usually Ca^{+2} and Mg^{+2} **or** the water ability to precipitate (ترسب) soap (صابونة) .
- In that case, soap compounds **combine** (يشترك) with Ca^{+2} and Mg^{+2} forming very complex (معقد) compounds that do not stay in suspension (معلقة) and finally precipitate .
- We add **more soap** for the cleaning action , the **more phosphorus** is added, **more pollutants** are added hence **decreasing** the **quality** of wastewater produced .



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

- Causes species (Ca^{+2} and Mg^{+2}) in water are **not toxic** to humans .
- **Under super-saturation conditions hardness** causing species react with anions in water (OH^{-} and CO_3^{-2}) forming a solid precipitate: $CaCO_3$ or $Mg(OH)_2$. That solid precipitate is called **Scale** .
- The **formation** of scale in boilers and pipes will **cause** :
 - 1-Economic losses (خسائر إقتصادية), more heating will be required .
 - 2-Damage or clog pipes and boilers in water systems .

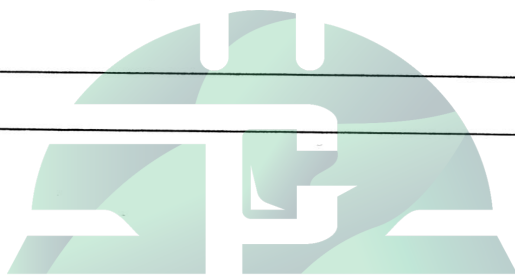


Q . A water has an alkalinity of 300mg/l as CaCO_3 ,
the concentration of Ca^{+2} and Mg^{+2} is =
 $\text{Ca}^{+2} = 80\text{mg/L}$ $\text{Mg}^{+2} = 60\text{mg/L}$

Calculate the:

1- Total hardness ?

2-The carbonate hardness and the non-carbonate hardness ?



Civiltitee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civiltitee.com

Solution :

حول التراكيز بدلالة CaCO_3

$$\text{Ca}^{+2} = \frac{\text{Ca}^{+2} \text{ mg/L} * 50}{\text{equivalent of Ca}^{+2}} = \frac{80 * 50}{20} = 200 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ as CaCO}_3 .$$

$$\text{Mg}^{+2} = \frac{\text{Mg}^{+2} \text{ mg/L} * 50}{\text{equivalent of Mg}^{+2}} = \frac{60 * 50}{12.15} = 247 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ as CaCO}_3 .$$

$$\text{Total hardness} = \text{Mg}^{+2} + \text{Ca}^{+2} = 200 + 247 = 447 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ as CaCO}_3 .$$

$$\text{Carbonate hardness} = \text{Alkalinity} = 300 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ as CaCO}_3 .$$

$$\text{Non-carbonate hardness} = 447 - 300 = 147 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ as CaCO}_3 .$$



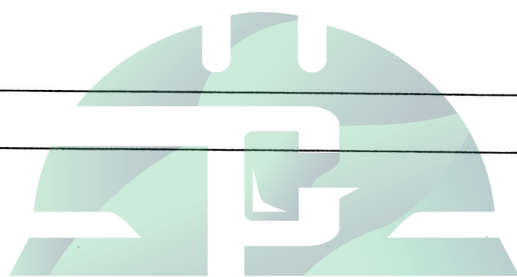
Q . Water sample was analyzed for dissolved solids as shown by the following contents:

$$Ca^{+2} = 100\text{mg/L}$$

$$Mg^{+2} = 36.6\text{mg/L}$$

$$HCO_3^- = 300\text{mg/L}$$

Calculate the total hardness ?



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

Solution :

حول التراكيز بدلالة $CaCO_3$.

$$Ca^{+2} = \frac{Ca^{+2} \text{ mg/L} * 50}{\text{equivalent of } Ca^{+2}} = \frac{100 * 50}{20} = 250 \text{ mg/L as } CaCO_3$$

$$Mg^{+2} = \frac{Mg^{+2} \text{ mg/L} * 50}{\text{equivalent of } Mg^{+2}} = \frac{36.6 * 50}{12.15} = 150 \text{ mg/L as } CaCO_3$$

$$\text{Total hardness} = Ca^{+2} + Mg^{+2} = 250 + 150 = 400 \text{ mg/L as } CaCO_3$$



Biological Parameters (المميزات البيولوجية):

- **Pathogens** (مسببات الأمراض)
- The **most important** biological parameters for water quality are **pathogens**. Such microorganisms are capable to (قادرة على) infect (يصيب) humans or transmit diseases (نقل الأمراض).
- Waterborne (منقول بالماء) pathogens **include** (يتضمن) :
 - 1- Viruses (الفيروسات) .
 - 2- Bacteria (البكتيريا) .
 - 3- Parasitic worms (طفيليات كبيرة الحجم) .
- The most common diseases (أمراض) caused by pathogens are :
 - 1- Cholera (الكوليرا) .
 - 2- Typhoid (التيفوئيد) .
 - 3- Fever (الحمى) .



• **Chlorination** (الكلوره)

- The addition of specified amounts (كميات محددة) of chlorine to water for the purpose (غاية) of **disinfection** (التعقيم) .
- The whole process (كامل العملية) is about **killing** all microorganisms (بكتيريا) , **If** microorganisms **removal is not 100%** , retarding its re-growth (تأخير إعادة النمو) .
- At **low concentrations** of chlorine : **Not harmful** (غير ضار) to humans compared to microorganisms .
- At **high concentrations** chlorine : Complete oxidation (أكسده) of the cell wall occurs leading (يقود) to microorganism death (موت البكتيريا) .
- It penetrates (يخترق) the microorganism cell wall (جدار الخلية) and reacts (تفاعل) with its enzymes (إنزيم) leading at microorganism death .



• Chlorine is added (إضافة الكلور) to water in the form (على شكل) :

1- Gas(Cl_2)

2- Ionized solids ($Ca(OCl)_2$, $NaOCl$)

Free chlorine residual = $HOCl + OCl^-$

• The $HOCl$ is **more effective** (أكثر فعالية) disinfectant than the OCl^- by two orders (ضعفين) of magnitude .

• The process of water disinfection using chlorine is **Affected by** (تتأثر ب) the :

1- Form of chlorine (شكل الكلور) .

2- pH and temperature (درجة الحموضة والحرارة) .

3- Concentration (التركيز) .

4- Contact time (وقت الإتصال) .

5- Type of microorganism (نوع البكتيريا) .



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civilittee.com

• Time extension of chlorination (المدة الزمنية ل إبقاء الكلور) :

• The longer the time the chlorine exists the **more protection** (حماية) against microorganisms or their re-growth is provided .

• The chlorine is a **strong oxidizing agent** (عامل مؤكسد قوي) that reacts easily with a lot of elements or salts exist naturally in water, ultimately the free chlorine (Cl_2) will be consumed **forming** compounds with no disinfection ability (عدم القدرة على التعقيم) .

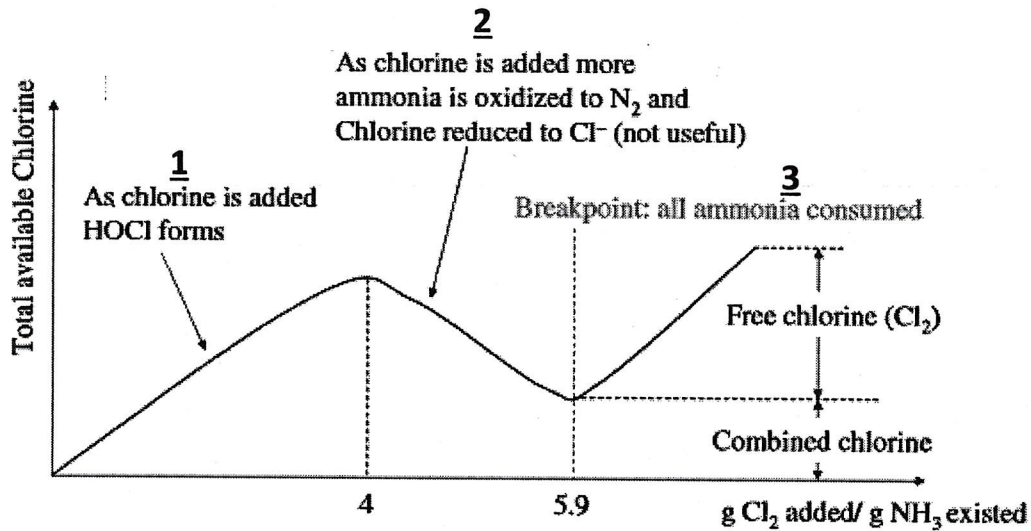


Q . How can we extend (يُمدد) the chlorine existence time in water systems ?

Ans : Using **Ammonia** (NH_3).

- It can be either (إما) added (إضافة) or naturally exist (موجود في الطبيعة) .
- It reacts with the chlorine forming stable compounds (مركبات ثابتة) of disinfecting ability although less than the free chlorine .
- **Monochloramine** (NH_2Cl) is durable and stable (ثابت ودائم) therefore serves as disinfectant for long time .
- Usually the more chlorine is added at low pH values then all the monochloramine will be converted to **Trichloramine** (NCl_3) that causes:
1- Taste and smell to water 2-Irritation to eyes in swimming pools.
- It is preferable (مفضل) to **prevent** (يمنع) the formation of the trichloramine (NCl_3) .

At pH values (around 6.5 or more) **only monochloramine is formed**



- 1: عند إضافة الكلور يتشكل المركب وهو للتعقيم
- 2: الأمونيا تتأكسد ويتحول الكلور إلى شيء غير نافع
- 3: جميع كمية الأمونيا تم استهلاكها وبعد هذه النقطة لا ينفع زيادة الكلور



- Chlorine the strong oxidizing agent can react with organic acids Humic and Fulvic (حمض الفوليك والهوميك) forming **Chlorinated Hydrocarbons** that is classified as **Carcinogenic Materials** (مواد مسرطنة) .
- Therefore **such materials** should be **removed** prior (سابق) to the chlorine addition through ordinary treatment processes (adsorption by activated carbon filters). In case that prior treatments **fail** to remove all organic materials .
- the addition of **Ammonia** will simply prevent the formation of such compounds , because Ammonia strongly **reacts** with the chlorine **forming** NH_2Cl (monochloramine) that plays as **disinfectant** type of chlorine compounds.



- **CH3 : Wastewater flow quantity** (كميات تدفق المياه العادمة)
- Drinking water consumed (تستهلك) by humans through domestic (محلي) or industrial activities (أنشطة صناعية) **will turn** (تحويل إلى) into wastewater that carries (تحمل) different pollutants (ملوثات مختلفة) .

Wastewater treatment is necessary (ضرورية)?

- 1-Treated wastewater is potential water source (مصدر مياه) .
- 2- Protecting (حماية) the environment (بيئة) **from**:
 - A- High organic and inorganic loads .
 - B- Groundwater pollution (تلوث المياه الجوفية) - contamination (تلوث) with pathogens (مسببات الأمراض) .
- The **degree** (درجة) to which the wastewater is loaded (محملة) with contaminants (ملوثات) **determine** (تحدد) the treatment technology that will be used (تقنية العلاج المستخدمة) .



• Wastewater is **generated** from (تتولد من) **three main sources** (مصادر رئيسية) :

- 1- Domestic source (مصدر محلي) .
- 2- Industrial source (مصدر صناعي) .
- 3- Infiltrated water (المياه المتسربة) .

- **Domestic source**: Primarily (بشكل رئيسي) **from** residential (داخلي), commercial (تجاري) .
- This source is generated **at a rate of around 80% of the domestic water consumption** (استهلاك) .

تذهب ل ري المزروعات والأعمال المنزلية من غسل السيارات : 20%

• Such wastewater flow **contains** (تحتوي) :

- A- Mainly organic matters .
- B- Nutrients (N , P) .
- C- Pathogens (مسببات الأمراض) .



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

- **Industrial source** (مصدر صناعي) : Wastewater from food production (انتاج الطعام) and paper industries (مصانع الورق) **mostly** contains (تحتوي غالبا) organic matter .
- Some industries generate (يولد) wastewater that is heavily loaded with inorganic matter (heavy metals) .

- **Infiltrated water** (مياه متسربة) to sewers (مجاري) : Primarily (بشكل رئيسي) as inflow water that enters the sewer system from ground water table (مستوى المياه الجوفية) **or** storm rain (عواصف المطر) .

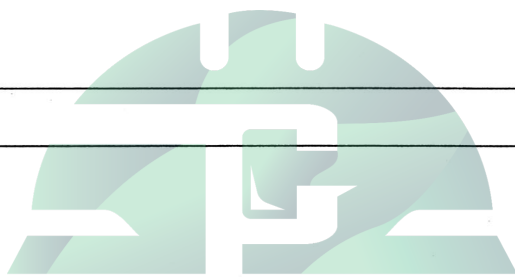
- Infiltrated water may **enter** the sanitary sewer (الأنابيب الصحية) from cracked pipes or manholes (المنهل أو الأنابيب المتشققة) .
- Such water **does not contain** organic loads.
- The quantity of the infiltrated water **depends** on the :
 - 1- Sewer age .
 - 2- Rainfall amount (كمية الأمطار) .
 - 3- Variation (تغير) in the water table .



- **Factors affecting water consumption :**

- 1- Population economic level (مستوى السكان الإقتصادي) .
- 2- The climate (المناخ) .
- 3- The population density (كثافة السكان) .
- 4- Degree of urbanization (درجة التمدن) .

- **Hight water consumption = Hight amounts of wastewater generated .**



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

- For a given design period (مدة التصميم) , wastewater flow determination (تحديد) **requires** reasonable estimation (تقدير منطقي) of the population at the end of the design period.
- Prediction (توقع) of future population depends (يعتمد) on **past and current population** that can be obtained from statistics department (قسم الإحصائيات) .
- The following **methods** are used to **Estimate** (يقدر) **the future population**:
 - 1- The arithmetic growth method .
 - 2- The uniform percentage method .
 - 3- The logistic method .
 - 4- The declining growth method .



• The arithmetic growth method:

- Assumes that the population growth rate (K_a) is constant over time.

In this case use : $P_t = P_o + K_a \Delta T$

$$K_a = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{P_o - P_1}{t_o - t_1}$$

K_a : constant growth rate.

P: population

t: time

Symbol (الرمز)	Mean (المعنى)
P_t	النمو عند التاريخ المطلوب
P_o	النمو عند أحدث تاريخ
P_1	النمو عند أقدم تاريخ
ΔT	الفرق في التاريخ بين المطلوب وأحدث تاريخ
Δt	الفرق في التاريخ بين القديم والحديث



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

Q. : The population of a city has been recorded in years 1990 (التاريخ القديم) and 2005 (التاريخ الحديث) as 100000 (النمو عند التاريخ القديم) and 110000 (النمو عند التاريخ الحديث) respectively .

Estimate (يقدّر) the year 2015 (التاريخ المطلوب) population assuming arithmetic growth pattern exists?

Solution :

P_o : النمو عند التاريخ الأحدث

P_1 : النمو عند التاريخ الأقدم

Δt : الفرق في الزمن بين التاريخ القديم والحديث

$$K_a = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{P_o - P_1}{t_o - t_1} = \frac{110000 - 100000}{15} = 666.67 = 667$$



$$P_t = P_o + K_a \Delta t$$

P_t : النمو عند الزمن المطلوب

Δt : الفرق في الزمن بين الزمن المطلوب والزمن عند النمو الحديث

$$P_{2015} = 110000 + 667 * 10 = \underline{116670}$$



• The uniform percentage growth method:

Assumes a rate of increase that is proportional to the population.

$$\ln P_t = \ln P_o + K_u \Delta T$$

$$K_u = \frac{\Delta \ln P}{\Delta t} = \frac{\ln P_o - \ln P_1}{t_o - t_1}$$

Symbol (رمز)	Mean (معنى الرمز ودلالته)
P_t	النمو عند التاريخ المطلوب
P_o	النمو عند التاريخ الاحدث
P_1	النمو عند التاريخ الاقدم
ΔT	الفرق في التاريخ بين التاريخ المطلوب والتاريخ الحديث
Δt	الفرق في التاريخ بين التاريخ الحديث والتاريخ القديم

Q. : The population of a city has been recorded (سجلت) in years 1990 (التاريخ القديم) and 2005 (التاريخ الحديث) as 100000 (النمو عند التاريخ القديم) and 110000 (النمو عند التاريخ الحديث), respectively.

Estimate (يقدّر) the year 2015 (التاريخ المطلوب) population assuming uniform percentage growth pattern exists?



Solution :

P_o : النمو عند التاريخ الأحدث

P_1 : النمو عند التاريخ الأقدم

Δt : الفرق في الزمن بين النمو القديم والحديث

$$K_u = \frac{\ln P_o - \ln P_1}{t_o - t_1} = \frac{\ln 110000 - \ln 100000}{15} = 0.0064$$

P_t : النمو عند الزمن المطلوب

Δt : الفرق في الزمن بين الزمن المطلوب والزمن عند النمو الحديث

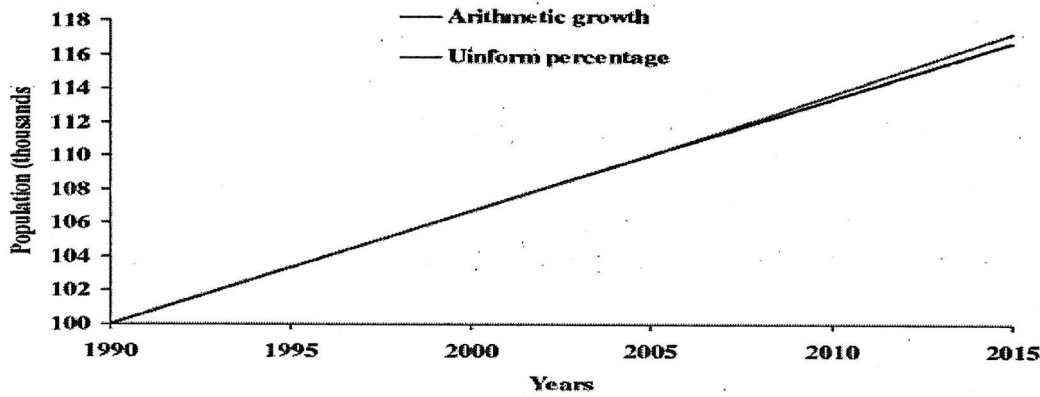
$$\ln P_t = \ln P_o + K_u \Delta t$$

$$\ln P_{2015} = \ln 110000 + 0.0064 * 10$$

$$P_{2015} = 117216$$



- The uniform percentage growth method = The arithmetic growth method
عندما يكون الفرق بين التاريخين قليل .
- The uniform percentage growth method > The arithmetic growth method
عندما يكون الفرق بين التاريخ كبير .

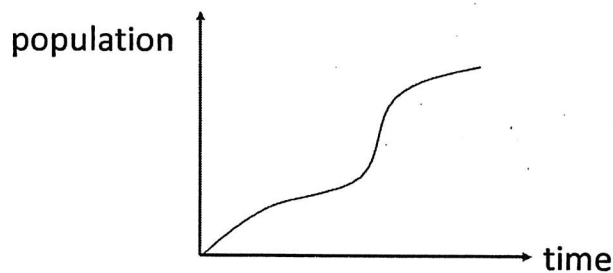


اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

• The logistic growth method :

Simply , **growth rate** gets **smaller** and the **population** approaches (يقترّب) its **maximum** size (Saturation (تشبع) population) .

Graphically it has an **S shape curve** .



$$P_t = \frac{P_{sat}}{1 + e^{a+b\Delta t}}$$

$$a = \ln \frac{P_{sat} - P_o}{P_o}$$

$$b = \frac{1}{n} \ln \frac{P_2(P_{sat} - P_1)}{P_1(P_{sat} - P_2)}$$

$$P_{sat} = \frac{2P_o P_1 P_2 P_1^2 (P_o + P_2)}{P_o P_2 - P_1^2}$$

P_o : النمو عند أحدث تاريخ

P_1 : النمر عند التاريخ الوسط

P_2 : النمو عند أقدم تاريخ

n : الفرق بين التواريخ المعطاه ويكون ثابت بين كل تاريخ وتاريخ

P_{sat} : أكبر عدد ممكن يمكن للمنطقة استيعابه

Δt : الفرق بين تاريخ المطلوب وأحدث تاريخ



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

• The declining growth method :

Like the logistic growth, given P_{sat} .

$$P_t = P_o + (P_{sat} - P_o) * (1 - e^{K_d \Delta t})$$

$$K_d = \frac{-1}{n} \ln \frac{P_{sat} - P_1}{P_{sat} - P_o}$$

Q . : The population of a city has been recorded in years 2000 (التاريخ القديم) and 2010 (التاريخ الحديث) as 28000 (النمو عند التاريخ القديم) and 33000 (النمو عند التاريخ الحديث) , respectively .

Given that P_{sat} as 39500 .

Estimate the 2020 population assuming declining growth pattern exists?

Solution :

P_1 : النمو عند التاريخ القديم

P_o : النمو عند التاريخ الحديث

P_{sat} : أكبر عدد ممكن يمكن للمنطقة استيعابه :

$$K_d = \frac{-1}{n} \ln \frac{P_{sat} - P_1}{P_{sat} - P_o} = \frac{-1}{10} \ln \frac{39500 - 28000}{39500 - 33000} = -0.057$$

$$P_t = P_o + (P_{sat} - P_o) * (1 - e^{K_d \Delta t}) = 33000 + (39500 - 33000) * (1 - e^{-0.057 * 10}) = 35820$$



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civilittee.com

Q . : The population of a city has been recorded in years 1990 (التاريخ الأقدم), 2000 (التاريخ الأوسط), and 2010 (التاريخ الأحدث) as 20000 (النمو عند التاريخ الأقدم), 28000 (النمو عند التاريخ الأوسط), and 33000 (النمو عند التاريخ الأحدث) respectively.

Estimate the 2020 (التاريخ المطلوب) population assuming logistic growth pattern exists?

Solution :

$$P_{sat} = \frac{2P_oP_1P_2 - P_1^2(P_o + P_2)}{P_oP_2 - P_1^2} = \frac{2 * 33000 * 28000 * 20000 - 28000^2(33000 + 20000)}{33000 * 20000 - 28000^2} = 37032$$

$$a = \ln \frac{P_{sat} - P_o}{P_o} = \ln \frac{37032 - 33000}{33000} = -2.1022$$

$$b = \frac{1}{n} \ln \frac{P_2(P_{sat} - P_1)}{P_1(P_{sat} - P_2)} = \ln \frac{20000(37032 - 28000)}{28000(37032 - 20000)} = -0.0971$$

$$P_t = \frac{P_{sat}}{1 + e^{a + b \Delta t}} = \frac{37032}{1 + e^{-2.1022 - 0.0971 * 10}} = 35380$$



What type of growth pattern shall (يجب) be **used** ?

1- Check (تأكد) the **form of growth** does the population in the city take .

2- It is required (مطلوب) to refer to **information** provided (مزودة) by the statistics department in relation to the existence (وجود) of limiting saturation population .

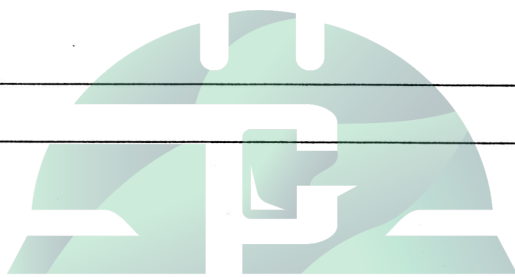
IF the **information** provided by the statistic department **does not guide** towards a certain type (نوع محدد) of growth, **what can be done???**

Use this relation :

$$P_t = P_o(1+K_p t_d)$$

K_p : The annual growth percentage (نسبة معدل الزيادة) .

t_d : Design period (مدة التصميم) .



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

Question:

Using the arithmetic growth method the estimated population for the year 2025 is 24280 capita based on a current population of 17995 capita for the year 2010. Use the assumption of uniform percentage growth pattern to re-estimate the year 2025 population using time interval (Δt) of 15 years



• Arithmetic growth method :

$$P_t = P_o + K_a \Delta T$$

$$P_t = 24280$$

$$P_o = 17995$$

$$\Delta T = 15$$

$$24280 = 17995 + K_a * 15$$

$$K_a = 419 = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{P_o - P_1}{t_o - t_1} = \frac{24280 - 17995}{t_o - t_1} = \Delta t = 15$$

• Uniform percentage growth :

$$K_u = \frac{\Delta \ln P}{\Delta t} = \frac{\ln P_o - \ln P_1}{t_o - t_1} = \frac{\ln 24280 - \ln 17995}{15} = 0.019$$

$$\ln P_t = \ln P_o + K_u \Delta T$$

$$= \ln 17995 + 0.019 * 15 = 10.08$$

$$P_t = 23929$$



• **Daily variations (التغيرات اليومية) in wastewater flow :**

• In designing wastewater systems, the determination of design flows is an essential step. During the day, the wastewater **generated** is related to **users activities** .

• (6 – 8am) : **Peak** because when all users repair themselves for work or school .

(3 – 5pm) : **Peak** because when all users are at home conducting daily activities (cooking, cleaning) .

(8 - 12am) : **Not peak** because most of users are in the work or schools .

- The variation in flow **occurs during** :

1- Day : There are peak hours .

2- Week : There are peak days .

3- Month : There are peak weeks .

4- Year : There are peak months .

- Such **Peak values** can be obtained from :

1- Records (water company)

2- The Goodrich formula can be used to estimate the Peak factor (P_f) for design purposes **given** the annual average rate of wastewater flow .



Civiltitee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civiltitee.com

$$P_f = 1.8t^{-0.1}$$

P_f : The peak factor

t : time in **days**

- The peak **day** flow factor $P_f = 1.8$.
- The peak **hour** flow is 1.5 and the minimum hour flow rate is 0.5 of the **average wastewater flow for that day** .
- When data is **unavailable**, then around **80%** of the domestic water consumption rate is returned as wastewater to the sanitary sewers .



Q . Calculate the wastewater flow that can be used for design purposes for a community generates an **average annual wastewater flow** at a rate of 100L/c/day ?

Solution :

= Flow * Peak day * Peak Hour

$100 * 1.8 * 1.5 = 270 \text{ L/c/day}$ is the peak flow for **design purposes**.

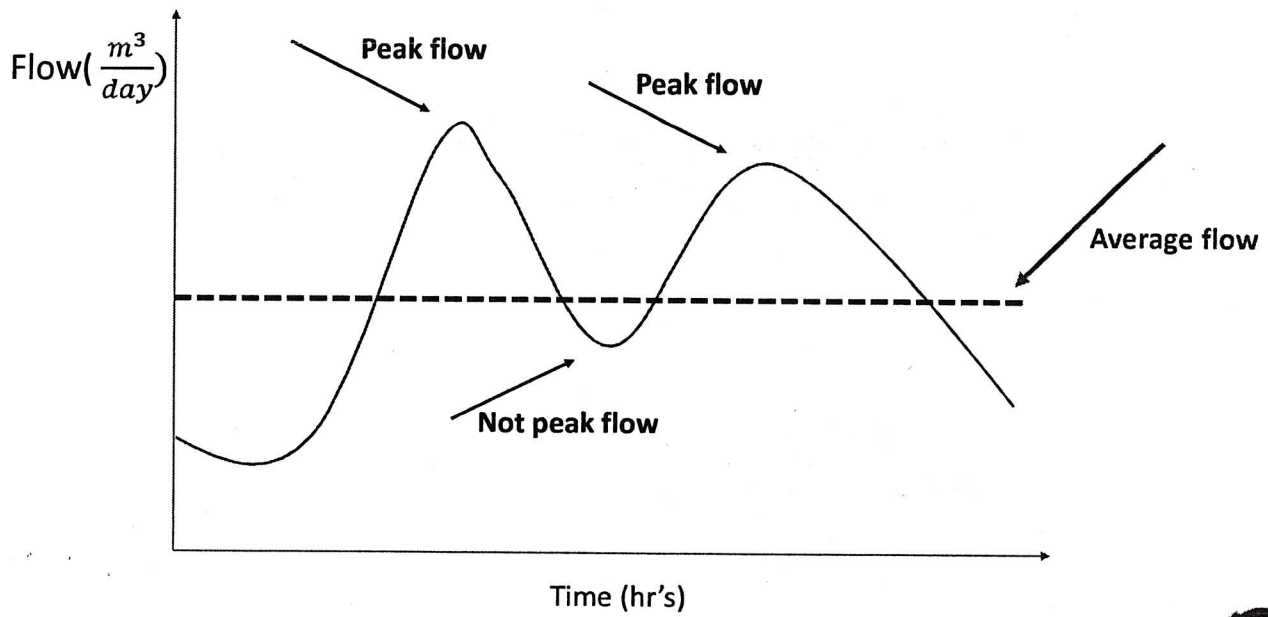


Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

- The characteristics of wastewater **vary (تختلف) from place to place** depending on amount of the freshwater consumed .
- and **from time to time** due to biological and chemical reactions that usually take place (يحدث) as time proceeds .
- For example, as sewage is transported in the collection system, bacteria will degrade (تحلل) the organic material changing its state (تغير حالة) from solid to soluble as time proceeds .
- Ultimately wastewater characteristics change with time and place and that should be **considered** when test samples are obtained .





• Ch4: Wastewater Sewers (أنابيب المياه العادمة)

- Sanitary sewers (الأنابيب الصحية) are open channel conduits (قناة مفتوحة) that convey (تُحول) the wastewater to :
1- Treatment plant (محطة العلاج) or 2- Open disposal site (موقع للتخلص من النفايات)
- The sewer system conveys the wastewater benefiting (يستفيد) of the Gravitational force (قوة الجاذبية) , so it is called **Gravity sewer systems** .

• Sanitary sewer systems are usually designed (تُصمم) as separate (مُنفصلة) systems from storm sewers (أنابيب المجاري) .

• الأردن من الدول التي يكون فيها الأنابيب الصحية غير منفصلة عن أنابيب المجاري

• Q. Where we use ?

1- Open channel hydraulics .

2- Manning equation .

Ans :

1 - Design and evaluate (حساب) the performance (أداء) of **sanitary sewers** .

2 - Design and evaluate the performance of **storm sewers** .



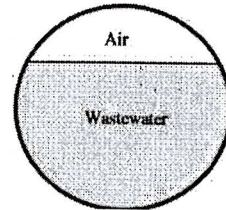
Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

• Q . Why wastewater sewer system is designed as open channel (قناة مفتوحة) ?

Ans : 1- Gravity (الجاذبية) .

2- Partially full (مُمتلئة جزئياً) .



Q. Why there are percentage not Served (غير مخدومة) by Sanitary sewers ?

Ans : 1- Nature of live (طبيعة السكن)

2- Distance from Sanitary sewers (المسافة بينها وبين الأنابيب الصحية)

السنة	نسبة المخدومين بشبكة الصرف الصحي ٢٠٠٧ - ٢٠٠٤
٢٠٠٤	٥٨%
٢٠٠٥	٦٠%
٢٠٠٦	٦١%
٢٠٠٧	٦٢%



• **Problem related to sewers: Corrosion (التآكل)**

Corrosion in sewer pipes usually occurs (يحدث) when conveying wastewater of **low pH** .

- The acidity (الحمضية) of the low pH wastewater attacks (تُهاجم) the pipe material (cement structure) causing severe damage (دمار) to sewer pipes .

Such process (عملية) is known (تُعرف) as **the sulfide attack** .

• To **retard (يؤخر) the problem of sewers corrosion, How ??**

Ans : The pH of the wastewater flow should be kept (يحافظ عليها) a little high (> 7.5) .

How can that be achieved (تحقق) ??

Ans : Use water pH larger than 8.5 .

أكثر جزء معرض للتآكل هو الجزء المغلوي .



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

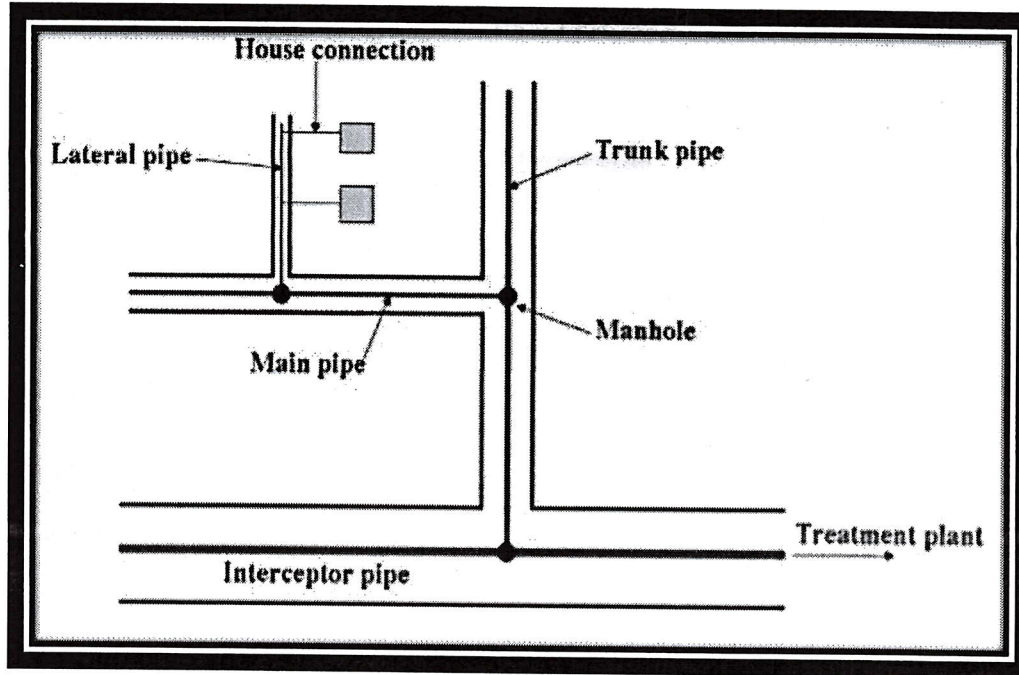
www.Civilittee.com

• **Sewer components (أجزاء الأنابيب) :**

- 1- House connection : (أقل قطر فيهم) .
- 2- Lateral pipe : Group of House connection (تجميع المياه من المنازل) .
- 3- Main pipe : Group of Lateral pipes .
- 4- Trunk pipe : Group of Main pipes .
- 5- Interceptor pipe : Group of Trunk pipes .
- 6- Manhole : (نقطة تجمع للمياه مثل Joint) .

- توضع تحت الشارع مع مراعاة خط المياه والإنترنت ووضعها تحت خط الماء .



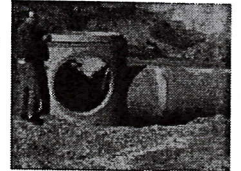


Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

• Q . Why the bottom (أسفل) and the sides (الجانب) of sewers closed (مَصْبُوبَة أو مُغْلَقَة) ?

• Ans : From the bottom because to **prevent** (يمنع) water to go to the soil
And from the sides because to **face** (يُواجه أو يَتَصَدَّى) load from water .



Q. Why we interested in Bed slope ?

Ans : Because we want wastewater move benefiting (يَسْتَفِيد) of the gravitational force .



• **Design of sewers (تصميم الأنابيب) :**

The design problem of sanitary sewers **includes** (يتضمن) :

- 1- Pipes layout (توزيع الأنابيب) .
- 2- Manhole locations (مواقع المناهل) .
- 3- Determination of the pipe initial bed slope (الميل البدائي) .
- 4- Determination of the design flow (التدفق عند التصميم) .
- 5- Determination of the pipe size and its final slope: (حجم الأنبوب و الميل النهائي) .



• To design (تصمم) sewer system for given region (منطقة مُعطاه), the design requires (يتطلب) a map (خريطة) that **shows** :

- 1-The elevations (ارتفاعات) .
- 2- Contours (خطوط الكنتور) .
- 3- The streets layout (مخطط الشوارع) .
- 4- Land use (إستخدام الأرض) .

• **Design requirements** : (متطلبات التصميم)

- Pipes are usually placed underneath (تحت الأرض) minor (فرعي) and major streets (شارع رئيسي) ensuring (يضمن) that **every** single house or public service building is served by sewer pipeline .
- The minimum pipe **cover** (غِطاء) is 2m .
- Buildings are connected (متصل) directly to the nearby pipe (أقرب أنبوب) .

• Design criteria (شروط التصميم) :

1- Velocity (السرعة)

• Maximum (أقصى) flow velocity = $3.5 \frac{m}{s}$ Why ??

To avoid (يتجنب) pipe damage (erosion) .

• Minimum (أقل) flow velocity = $0.6 \frac{m}{s}$ Why ??

To ensure (يضمن) pipe self cleaning (التنظيف الذاتي) .



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

2- Bed slope (الميل) :

• Maximum slope is 0.05 .

Minimum slope according to the pipe flow (تدفق الانبوب) and we find it by this equation and is **not allowable** (غير مسموح) to reach less than (أقل من) 0.005 .

$$S_{o-min} = 0.000233 Q^{-\frac{6}{13}} \quad \text{حفظ}$$

Q : Pipe design flow ($\frac{m^3}{s}$) .

$$0.005 \leq S_{o-min} \leq 0.05$$

الميل والسرعة علاقة طردية .



- Sewer manholes :
- Given the region map with sewer pipes being placed, **manholes** are usually introduced for **inspecting and cleaning sewer pipes** (عرض وتنظيف أنابيب المجاري) .

- A manholes is **placed** (يُوضع) when there is :
 - 1- Change in the **horizontal direction** (الإتجاه الأفقي) of the sewer line .
 - 2- Change in the **vertical direction** (الإتجاه العمودي) of the sewer line (change in the bed slope) .
 - 3- Change in the **sewer size** (إختلاف القطر) .
 - 4- At intervals of **100 m** when the sewer has **no change in direction** (لا تغيير في الاتجاه والغاية منه هي أغراض الصيانة) .

Drop manholes (Another Type) are placed whenever two sewer lines at **different elevations** (إختلاف الارتفاع) are to be connected .



- Q. What the use (استخدام) of **Drop manholes** ?
- Ans : To protect (يحمي) the pipes from Corrosion .

- Q. How we can **connect** the sewer line for ?

- 1- Water
- 2- Wastewater

Ans : 1- Elbow

- 2- Manholes

Q1- Self-cleansing velocity is

Ans : velocity at which no accumulation remains in the drains

Q2- An inverted siphon is designed generally for

Ans : three pipes

Q3- Chlorination of water is done for the removal of

Ans : bacterias

Q4- Water from homes and schools is called

Ans : Domestic



وكانت آخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين
كل الأمانى لكم بالتوفيق والنجاح لكم .

#لجنة سيفلتيي
#محمد_السفاري

2- Estimate the average wastewater flow ($\frac{m^3}{s}$) according (تبعاً إلى) to the number of units being served .

The flow of the **peak hour** in the **peak day** is selected as the sewer design flow (Q_d) .

$$Q_d = Q_{\text{average}} * 1.5 * 1.8 \quad \text{حفظ}$$

Notes :

1- The unit of Q must to be ($\frac{m^3}{s}$) .

2- $Q_d = \text{Peak Flow} = \text{Design Flow}$.



3- For the sewer pipe connecting two manholes, the **initial** pipe diameter (d) can be obtained (يُحصل عليه) using the Manning equation assuming (مُفترضاً) the pipe is just full to carry the design flow (Q_d) .

$$Q_d = \frac{1}{n} * \frac{\pi}{4} * d^2 * \left(\frac{d}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S_o}$$

$$\text{Or } d = \left(\frac{3.21 * n * Q_d}{\sqrt{S_o}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad \text{حفظ}$$

• n depends on the **material** (يعتمد على نوع المادة) .



The invert (مقلوب) elevation at the upper manhole (M1)

$$IEU = GE_U - \text{cover} - \text{diameter} - \text{thickness}$$

$$= 601.8 - 2 - 0.255 - 0.05 = 599.495 \text{ m Above MSL}$$

The invert elevation at the lower manhole (M2)

$$IEL = GE_L - (S_o * H)$$

$$= 599.495 - (0.02 * 100) = 597.495 \text{ m Above MSL}$$



Civilittee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

The performance (أداء) during (خلال) the **minimum** flow period (مدة) :

جميع الحسابات التي قمت بها كانت ل التدفق في وقت الذروة لكن هنا ليست في أوقات الذروة .

$$Q_{\text{average}} = \frac{Q_{\text{peak}}}{1.5 * 1.8} = \frac{0.0578}{1.5 * 1.8} = 0.0214 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{non-peak}} = 0.5 * Q_{\text{Average}} = 0.5 * 0.0214 = 0.0107 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\frac{Q_{\text{non-peak}}}{Q_f} = \frac{0.0107}{0.0768} = 0.14$$

From the $\frac{Q_{\text{non-peak}}}{Q_f}$ we find $\frac{V_{\text{non-peak}}}{V_f}$ from the diagram .

$$\frac{V_{\text{non-peak}}}{V_f} = 0.7$$

$$V_{\text{non-peak}} = 0.7 * 1.5 = 1.05 \frac{\text{m}}{\text{s}} > 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{ok})$$





Civilttee

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

www.Civilttee.com