اللجنة الأكاديمية للهندسة المدنية

تلخيص

لاب مواد بناء

اياس حمد

Contact us :

Civilittee HU | لجنة المدني

Civilittee Hashemite

www.civilittee-hu.com

ملخص مختبر مواد بناء

شامل كل ما قاله المهندس والمانيوال وتقارير محلولة إضافة ل أسئلة سنوات سابقه والله ولي التوفيق .

إياس حمد

#لجنة_المدني

#سيفلتيي

نبذه عن المختبر : ✓

- ✓ المختبر يكون تزامن مع المادة ويمكن لك أن تنزل المختبر منفصل عن الماده .
- ✓ الإمتحان الميد عليه 30 علامة والفاينال عليه 40 علامه و التقارير 30 علامة .
- ✓ يفضل المشاركه مع المهندسة لأنه سيكون عليه علامات إضافية .
- ✓ التقارير وكل ما يخص المادة موجود على موقع سيفلتيي – لجنة المدني
- ✓ لا يوجد شيت(ورقة القوانين) في الإمتحان
- ✓ ستتوفر فيديوهات شرح ل المختبر على قناة سيفلتيي .
- ✓ راجي لكم كل التوفيق ولا تنسوني من صالح الدعاء .

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❖Tests:

EXP1: Normal consistency and Setting time of hydraulic cement setting time .

EXP2: Compressive and Tensile Strength of Cement Mortar .

EXP3: Tensile Strength of Steel .

EXP4: Specific Gravity and Absorption of Coarse and fine Aggregates .

EXP5: Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates .

EXP6: Los Angeles .

Mid-Exam

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Tests:**

EXP7: Concrete Workability and Admixture .

EXP8: Non-destructive testing .

EXP9:Concrete Mix Design .

Final-Exam

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

EXP1: Normal consistency and setting time of hydraulic cement setting time .

مختبر مواد البناء هو مختص بمواد البناء المختلفة ومن ثم طريقه الفحص وإمكانية استخدامها في المشاريع الهندسية أم لا ومدى صلاحيتها .

أهم مواد البناء : الخرسانة + حديد التسليح في المباني

Steel

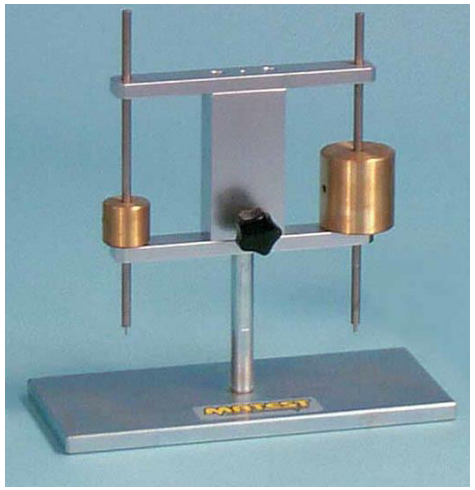
والبقية هي مواد معمارية مثل البلاط والطوب وهي لا تؤثر على سلامة المباني

- Cement Tests :

1- Vicat test .

2- Gillmore test .

1



2

❑**Aggregate** Two types :

1- Fine aggregate (FA).

2- Coarse aggregate (CA) (الحصمى) .

Coarse aggregate Fine aggregate

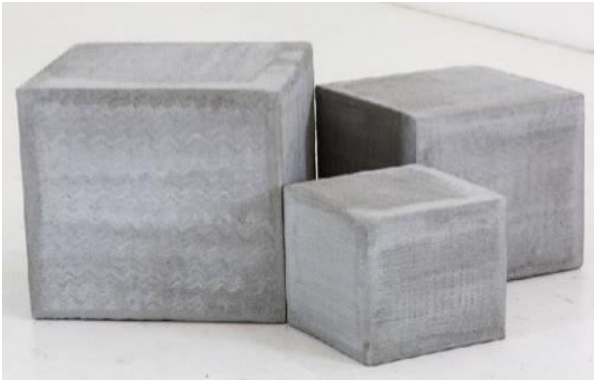
When we mix (خلطهم) them : The results are **concrete .**

❑**Concrete have two stages :**

1- Fresh concrete (طري).

2- Hardened concrete (صلب).

1



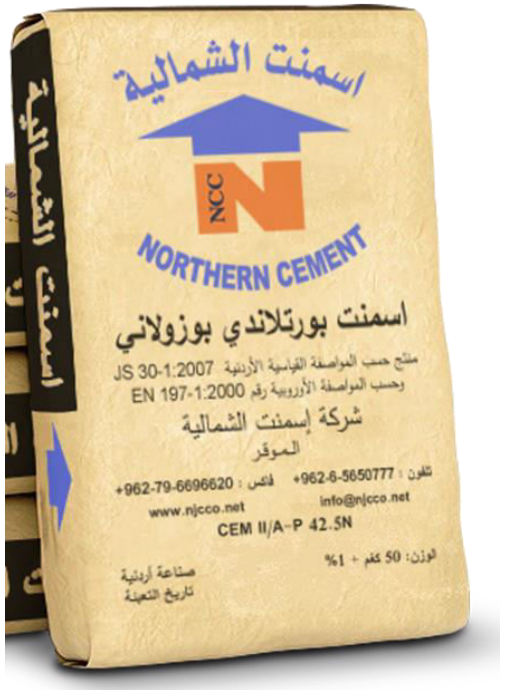
2

. وأيضا نختبر **حديد التسليح**

- Setting Time it is divided into **Two parts** :

1- Initial Setting Time (IST).

2- Final Setting Time (FST).



- Why we **measure(نقيس)** the time ?

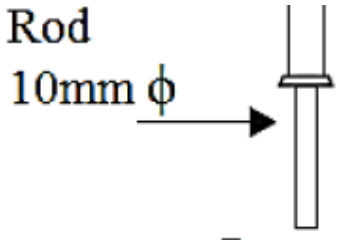
Ans. لمعرفة وقت الصب دون حدوث أي مشاكل .

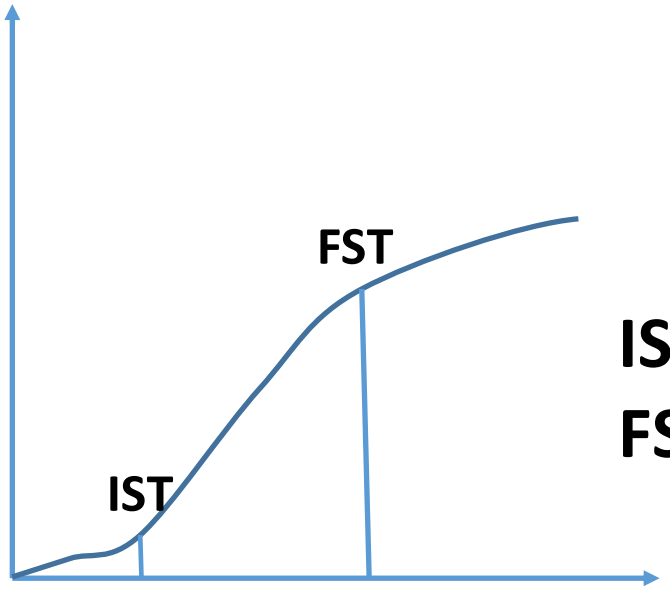
- How we can **measure the time ?**

Ans. عن طريق تشكيل عجينة فيها كمية معينة من المياه وتسمى ب اللدونة أو الطراوة ويجب أن تكون **كمية المياه** تناسب **<u>اللدونة الطبيعية</u>** وسنوضح معنى اللدونة الطبيعية الان .

❑ **Q1(Years).** The water cement ratio required for the setting time tests is called **<u>Normal consistency</u>**

- **Normal Consistency (اللدونة الطبيعية):** Special case of Consistency and when the **penetration** for the rod **10mm .**





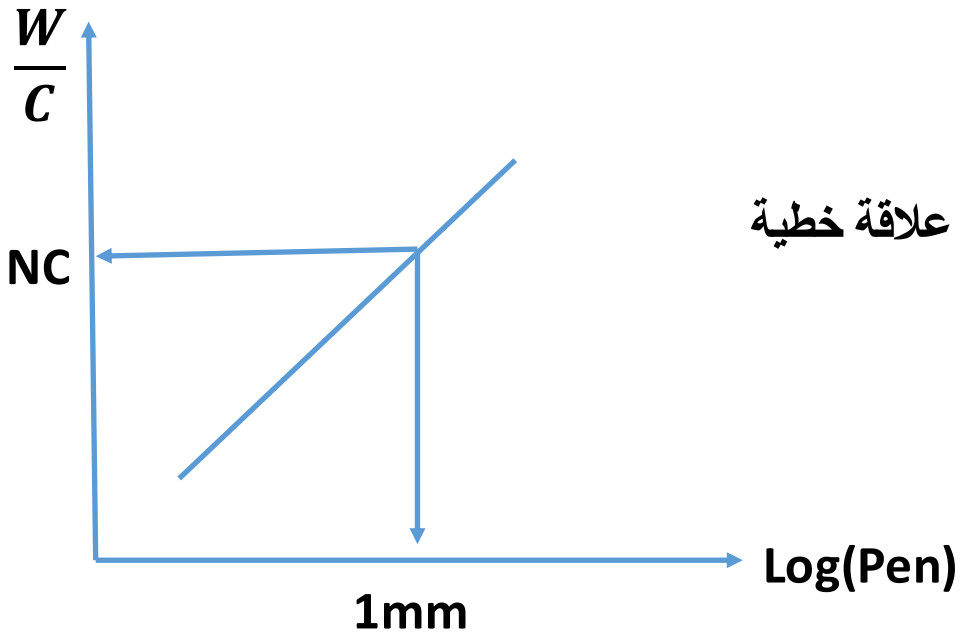
IST ≥ 45 min

FST ≤ 6.25 hour

When we use **Vicat apparatus**

- How we can measure **Normal Consistency(NC)** ?

Ans. By using Vicat apparatus and make three reading then drawing the relation between Log(penetration) and water cement ratio $\frac{W}{C}$.



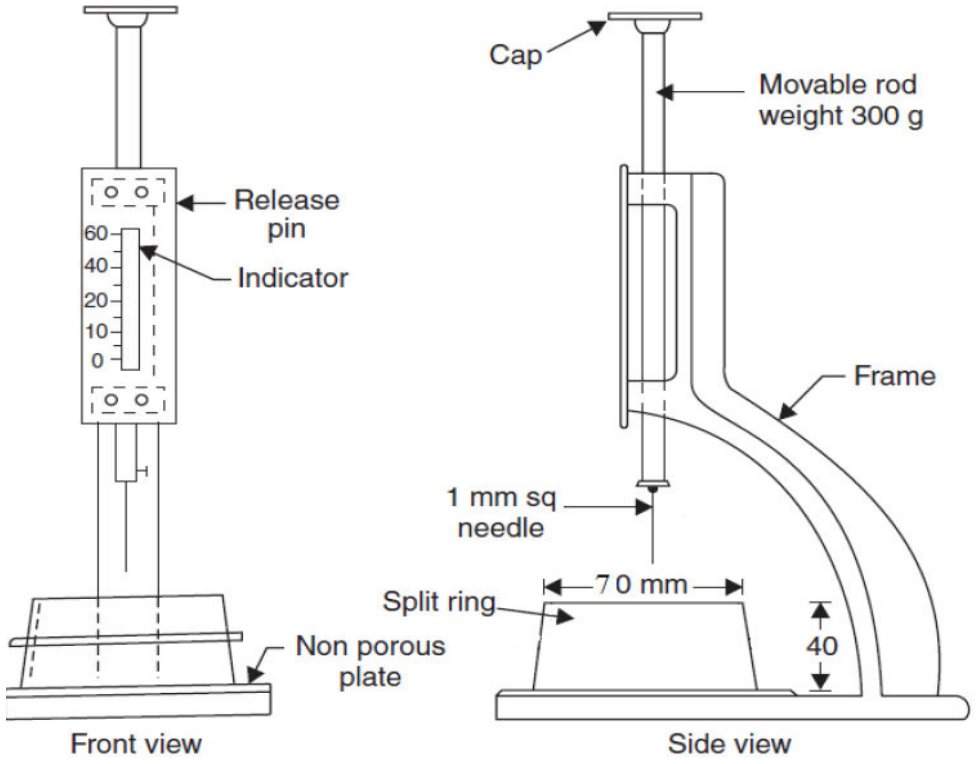
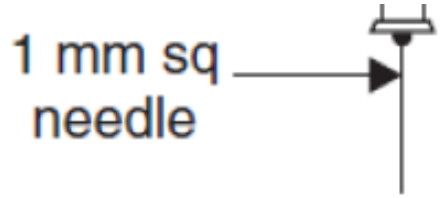
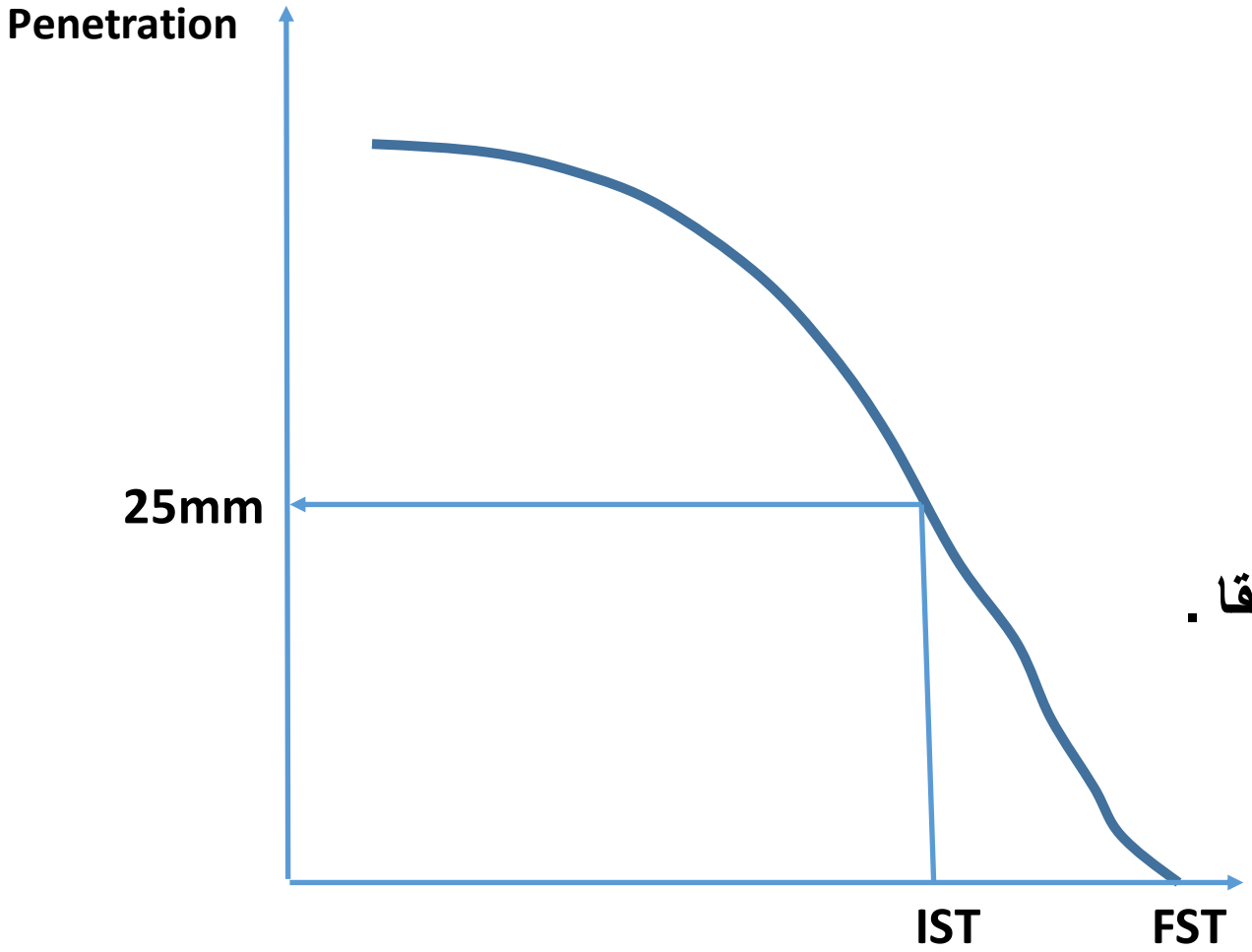


Fig 2.1: Vicat Apparatus

- **After** we measure the NC :

نجهز خلطة جديدة فيها كمية مياه والتي تخص اللدونة الطبيعية ونقيس الوقت **وبدلا** من استخدام قضيب 10 ميلي متر نستخدم إبره قطرها 1 ميلي متر .





FST :
عندما البنتريشن يكون صفر

علاقة عكسية وغير خطية

مجموعه نقاط , خذ أفضل خط فيهم وسنوضحه لاحقا .

❖There are **relation** between FST and IST and its bad for Accuracy but we use it for approximately and make the decision .

علاقات سيئة الدقة ولكن نستخدمها فقط من أجل إتخاذ القرار .

FST ≈1.2IST+ 90 min

FST ≈ 1.5IST+ 45 min

❖Normal consistency for Ordinary Portland cement varies between **25-35%**.

❑**Q2(Years).** The NC of cement is measured using **Vicat apparatus by using rod** .

❑**Q3(Years).**If the final setting of certain cement is 6 hours the expected initial setting time will be **225 minutes** .

❖Best line(**التقرير فقط** فائدته في) :

مجموع المسافة العامودية أسفل الخط يجب أن تساوي مجموع المسافة العامودية أعلى الخط وهذا في حل التقرير يجب أن تراعيه كما هو موضح في السلايد التالي .

- **Q4(Years).** Choose the best answer . Which of the following is measured by Vicat apparatus ?

Ans. The NC , IST and FST .

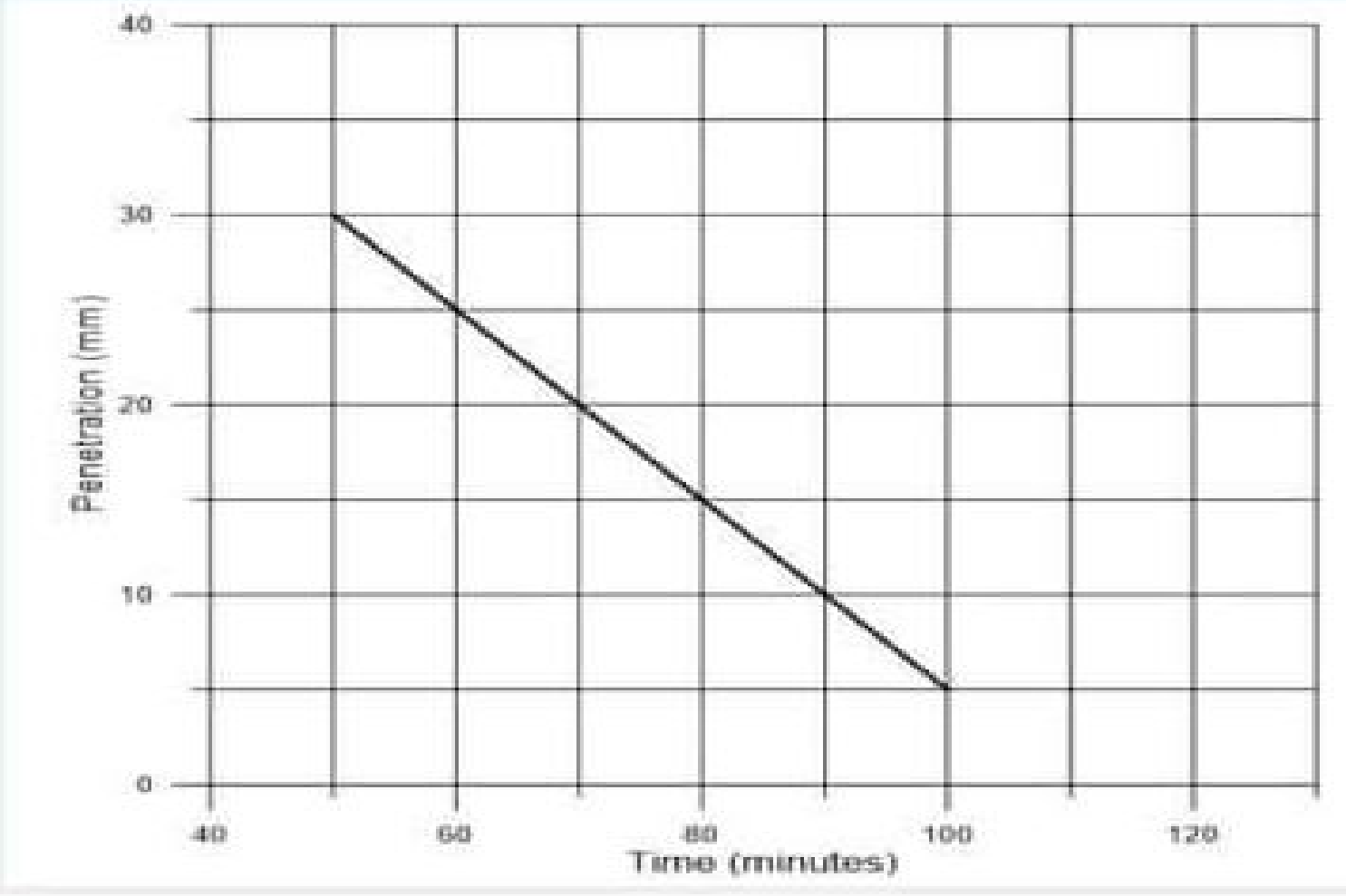
- **Q5(Years).** If the initial setting time of a certain type of cement is 2.5 hours , the final setting time is expected to be ?

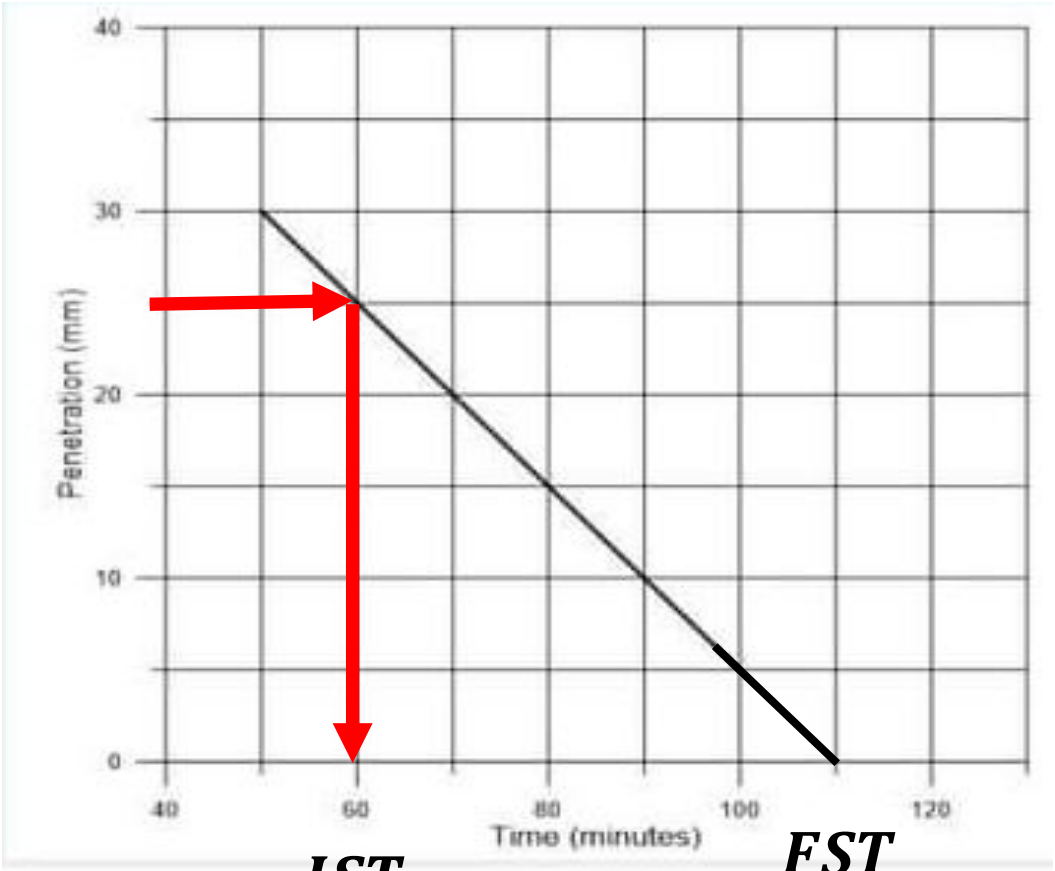
$$IST = 2.5Hour = 150min$$

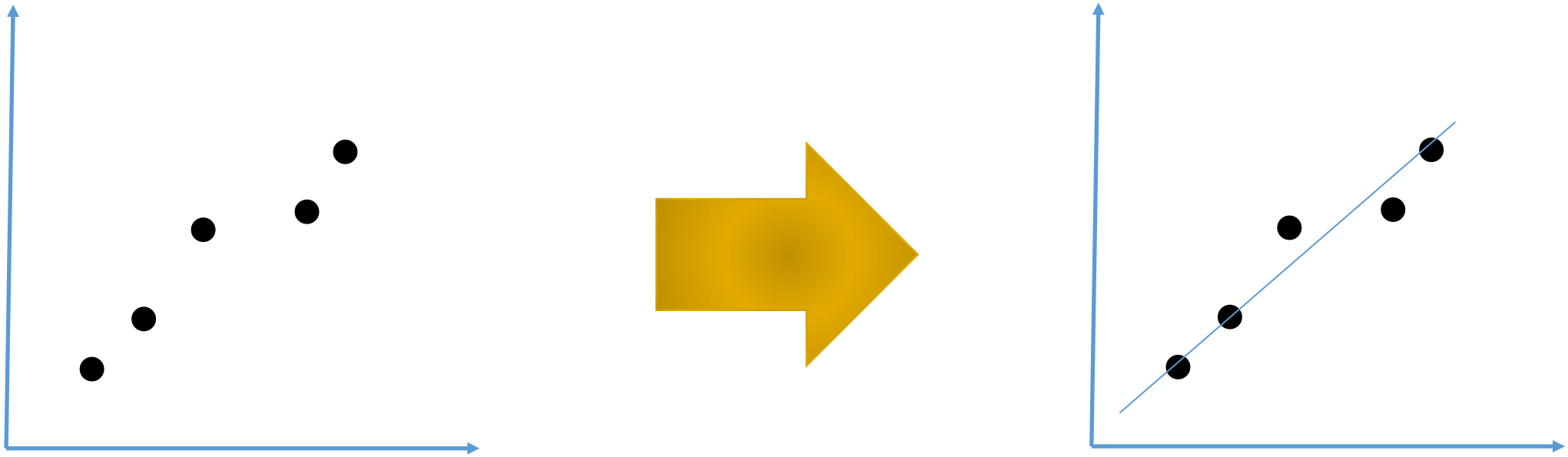
$$1.5 * 150 + 45 = 270min = 4.5hour$$

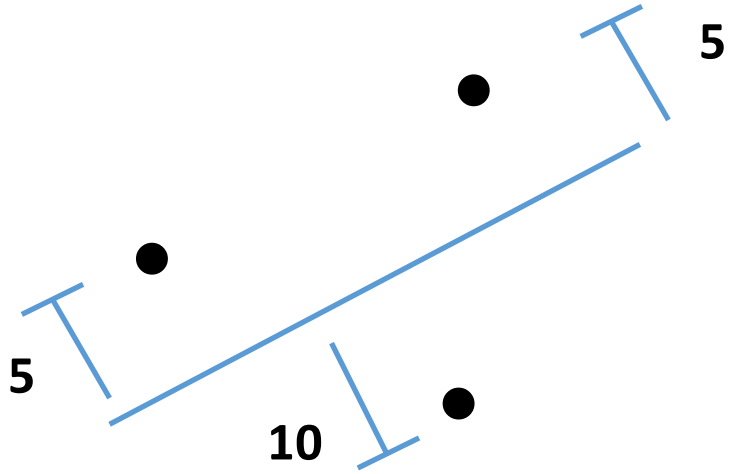
❑**Q6(Years).** What is the **initial setting time** of the tested sample ?

What is the **final setting time** of the tested sample ?



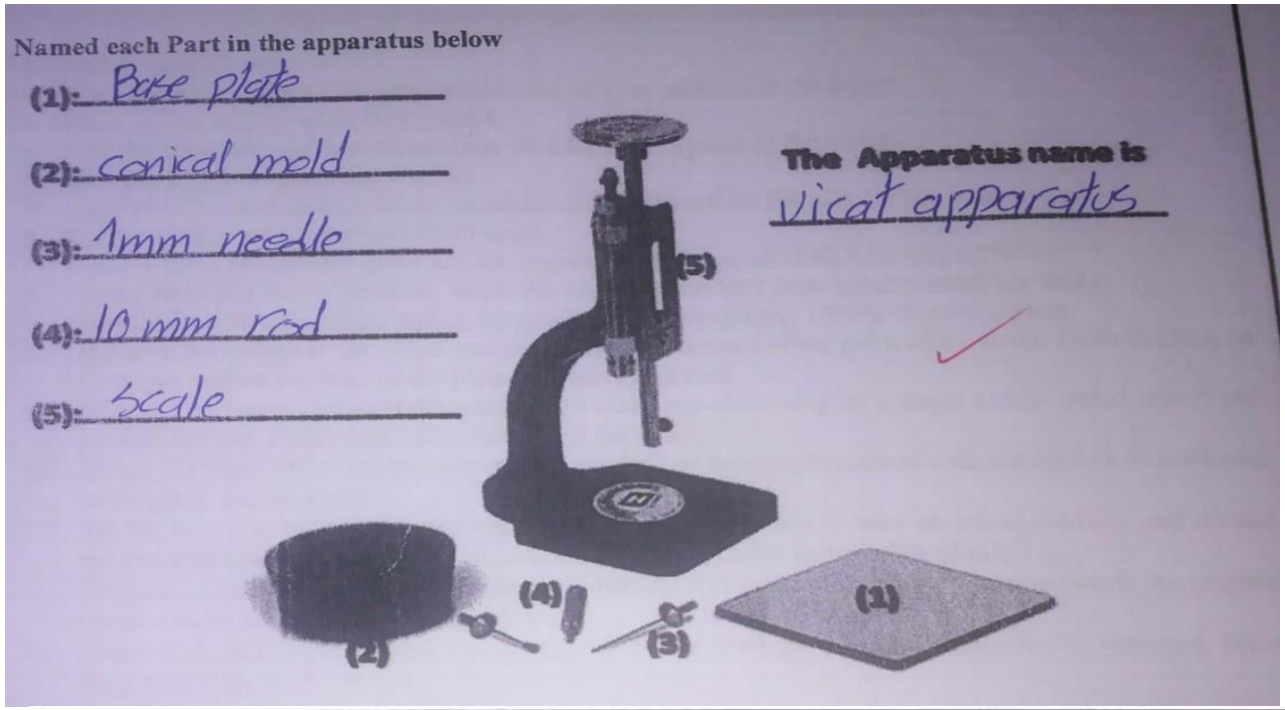

40
30
20
10
0
Penetration (mm)
40
60
80
100
120
Time (minutes)
IST
FST





Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- الأن سنعرض كل ما تحتاجه من <u>التقرير</u> من صور ل الإمتحان .



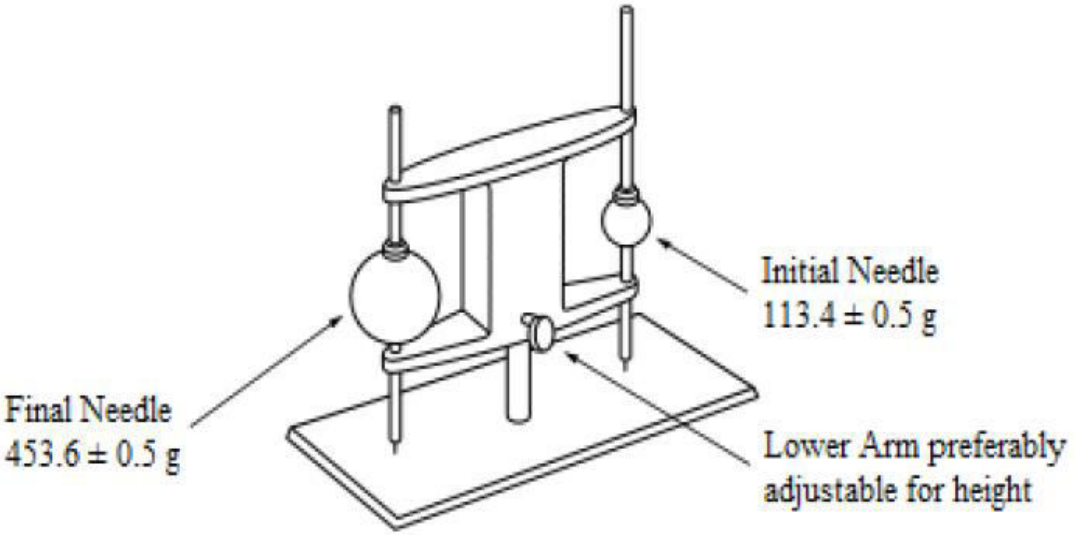
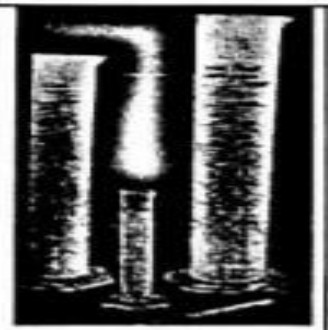


Fig 3.1: Gillmore Apparatus

						
VICAT Apparatus with Plunger of 10mm diameter	Conical mold	Glass plate	Scale	Glass graduated	mixer	Towel

Weight of Cement (g)	Wt. of Water (g)	W/C %	Penetration (mm)	Log (Pent.)

Name	Weight of cement	$\frac{W}{C}\%$	Penetration	Log(Pent)
State	معطى	مطلوب حسابه والرقم الذي يخرج نضربة ب 100	معطى	مطلوب حسابه

Weight of cement (g)	Water / cement %	Water (g)

$\frac{W}{C}\%$ = NC from the previous question

Water **Value**=cement*NC

Table 2.2: variation of penetration with time

Time (min)							
Penetration (mm)							

معطاه

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❖Errors in this experiment(الأخطاء في التجربة) :

يفيد في التقرير فقط

1- When using the mixer .

2- The cement paste was thrown less than 6 times .

3- The container was wet after wishing it .

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

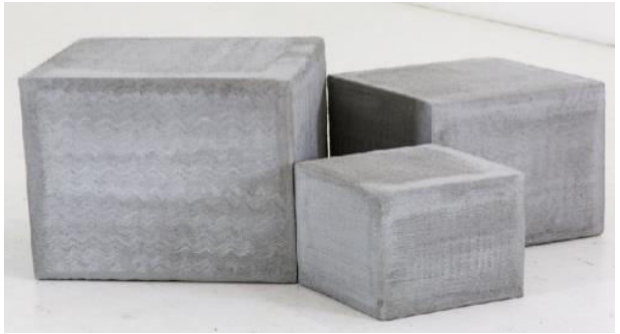
EXP2: Compressive and Tensile Strength of Cement Mortar .

- ✓ We have concrete cubes(مكعبات خرسانة) and we want to **break** and measure the **stress** , we need **three** samples and every sample **represents the age .**

لدينا مكعبات خرسانية ونريد أن نكسرها ومن ثم قياس الإجهاد لذلك نريد 3 عينات من كل عمر .

- ✓Type of the cement as shown in the table, determines the number of cubes of concrete and in every age I need to break three cubes .

يوجد في السلايد القادم أنواع متعددة من الإسمنت والأعمار التي يتم الفحص عليها وكل عمر نحتاج إلى ثلاثة عينات **وهي ليست للحفظ** .



✓Then calculate the **Average** then **Accepted Range .**

علينا حساب المتوسط ومن ثم حساب المتوسط المقبول .

✓If the value **fall** (تقع)in the range , we **accepted** the sample ,

If the value **don’t fall** in the range . We **reject**(رفض) the sample (not accepted)

إذا كان الرقم يقع بين المدى يتم قبوله وخلاف ذلك يتم رفضه

✓Then calculate the **final average** of the samples .

بعد الرفض والقبول يتم حساب المتوسط النهائي .

Table 4.3: ASTM C 150-05 requirements for minimum strength of cement (MPa (Psi))

Age (Days)	ASTM C 150 – 05 (mortar cube), cement type (table 4.4)							
	I	IA	II#	IIA#	III	IIIA	IV	V
1	-	-	-	-	12.0	10.0	-	-
	-	-	-	-	(1740)	(1450)	-	-
3	12.0	10.0	10.0	8.0	24.0	19.0	-	8.0
	(1740)	(1450)	(1450)	(1160)	(3480)	(2760)	-	(1160)
7	19.0	16.0	17.0	14.0	-	-	7.0	15.0
	(2760)	(2320)	(2470)	(2030)	-	-	(1020)	(2180)
28	28.0[a]	22.0[a]	28.0[a]	22[a]	-	-	17.0	21.0
	(4060)	(3190)	(4080)	(3190)	-	-	(2470)	(3050)

Table 4.4: Cement Types

Appreviation	Cement Type
I	Ordinary Portland Cement
IA	Air Entrained Type A
II	Modefied Portland Cement
IIA	Air Entrained Type II
III	Rapid Hardening Portland Cement
IIIA	Air Entrained Type III
IV	Low Heat Portland Cement
V	Sulphate Resistance Portland Cement

يوضح هذا الجدول:
عمر العينات وأنواع الإسمنت والحد الأدنى من القوة ل الإسمنت

الحد الأدنى من القوة ننظر إلى ما بين القوسين

Age and Strength :
علاقة طردية

يوضح هذا الجدول: أسماء الإسمنت الموجودة أعلاه

Compression Calculation

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

P:kN

σ:MPa

$$\sigma_{avg} = \frac{\Sigma P}{A}$$

[50mm*50mm]

1-Chek the units

2-Take the **Average** of the Samples = $\frac{\Sigma compressive\ strength}{number\ of\ values}$

3- Calculate the **Accepted Range**

4- Check the samples , **Accepted** if the reading in the range

Not Accepted if the reading **out of the range .**

5- Calculate the New Average

Accepted Range = $\sigma_{avg} \pm 0.1\sigma_{avg}$

Tensile Calculation

$$\sigma_t = \frac{P_t}{A}$$

P:kN

σ:MPa

Pt: التي عملت الكسر

$$\sigma_{avgt} = \frac{\Sigma P_t}{A}$$

[25mm×25mm]

نفس خطوات الحل

Accepted Range = $\sigma_{avg} \pm 0.15\sigma_{avg}$

Example1 (Compression) :

σ_1=30MPa

σ_2=32MPa

σ_3=36MPa

$\boldsymbol{\sigma_{avg}}$ = 35MPa

1-Chek the units

2-Take the **Average** of the Samples = $\frac{\Sigma compressive\ strength}{number\ of\ values}$

3- Calculate the **Accepted Range**

4- Check the samples , **Accepted** if the reading in the range **Not Accepted** if the reading **out of the range .**

5- Calculate the New Average

Accepted Range = $\sigma_{avg} \pm 0.1\sigma_{avg}$

35+0.1*35=31.5MPa

35-0.1*35=38.5MPa

Range = (31.5-38.5)

σ_{avgnew}= $\frac{32+36}{2}$= 34

Age (Day)	Compressive Force (KN)	Compressive Strength (MPa)
3		
7		
28		

1-Chek the units

2-Take the **Average** of the Samples = $\frac{\Sigma tensile\ strength}{number\ of\ values}$

3- Calculate the **Accepted Range**

4- Check the samples , **Accepted** if the reading in the range **Not Accepted** if the reading **out of the range .**

5- Calculate the New Average

Example2 (Tensile) :

σ_1=3.2MPa

σ_2=3.0MPa

σ_3=3.6 MPa

σ_4=4.2MPa

$\boldsymbol{\sigma_{avg} = 3.5}$MPa

Accepted Range = $\sigma_{avg} \pm 0.15\sigma_{avg}$

3.5+0.15*3.5=2.975MPa

3.5-0.15*3.5=4.025MPa

Range = (2.975-4.025) MPa

- $\boldsymbol{\sigma_{avgnew}}$= $\frac{3.2+3.6+3.0}{3}$=3.26 MPa

Age (Day)	Tensile Force (KN)	Tensile Strength (MPa)
3		
7		
28		

- Strength **divided** into Tensile and Compression

And tension divided into direct and indirect :

Indirect its difficult to apply so **we apply direct** by using **briquette specimen** and test it by tension .

Measure <u>Indirect</u>
<u>Compressive?????????</u>

[25mm×25mm] Briquette specimen

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❖ **ASTM** : American Society for Testing and Materials

كل دولة لها مواصفات خاصة بها وخاصة الدول المتطورة ولها أبحاث خاصة بها ومن نتائج تجاربها

ويوجد ل بريطانيا و المانيا و اليورب واليابان والصين و باقي الدول تأخذ من الدول المتطورة وفي الأردن نأخذ من بريطانيا وأمريكا و الجداول التي نستخدمها هي تابعه ل المواصفات الأمريكية

إذا أردنا أن تكون النتائج ثابتة في أي مكان يجب علينا **توحيد الظروف** وهي :

1- Temperature .

2- Distilled water (**we** use Tab water) .

3- Type of the sand (**Ottawa** sand) .

4- $\frac{Cement}{Sand}$ Ratio .

5- Quantity of the water .

❖To convert from mortar compressive strength to concrete compressive strength use this equation :

Conditions **must apply** :

1- Same cement type (OPC) .

2- Same $\frac{W}{C}$ ratio .

3- Same age (28 Days) .

$Y=0.004X^2+1.3X$

Y: Compressive strength of **concrete** (MPa)

X: Compressive strength of **mortar** (MPa)

- **Q7(Years).** When preparing the cubes in the strength test of mortar , the number of blows for one layer of each cube () times ?

Ans. 15

- **Q8(Years).** A briquette specimen resisted a load of 625B before failure then ?

Ans.

$$\frac{625}{25 * 25} = 1$$

The direct tensile strength is $1 \frac{N}{mm^2}$

- **Q9(Years).** Three samples are tested for strength using Briquette samples , the first sample strength was 14MPa , the second was 8 MPa and the third was 8MPa , what is the accepted average strength ?

$$\sigma_{Avg} = \frac{14 + 8 + 8}{3} = 10$$

$$Accepted\ Range = 10 + 0.15 * 10 = 11.5$$

$$Accepted\ Range = 10 - 0.15 * 10 = 8.5$$

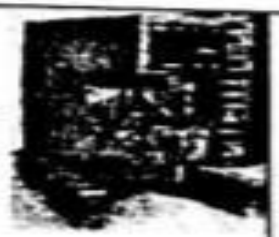
$$Range = [8.5 - 11.5]$$

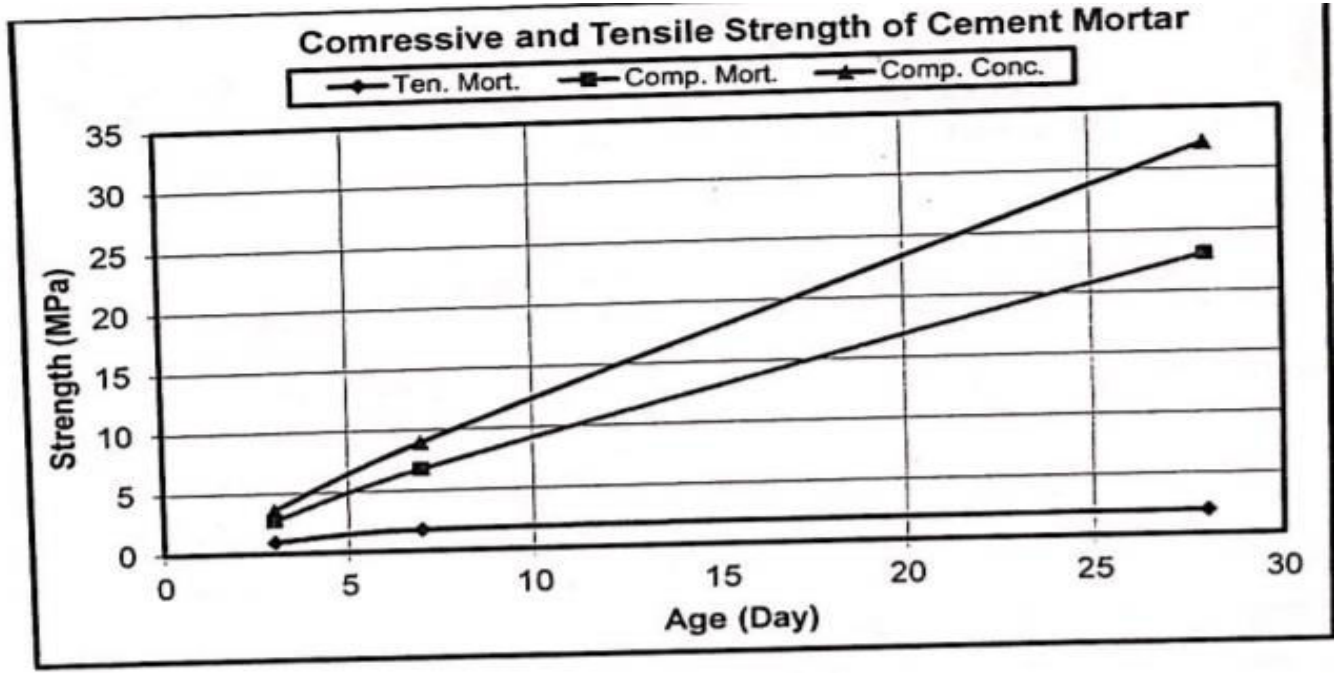
- $Results\ are\ not\ accepted\ , the\ test\ must\ be\ repeated$

- **Q10(Years).** If the strength of mortar cubes samples is 10MPa , the strength of Briquette samples made of the same mortar is expected to be in MPa?

Ans. 1

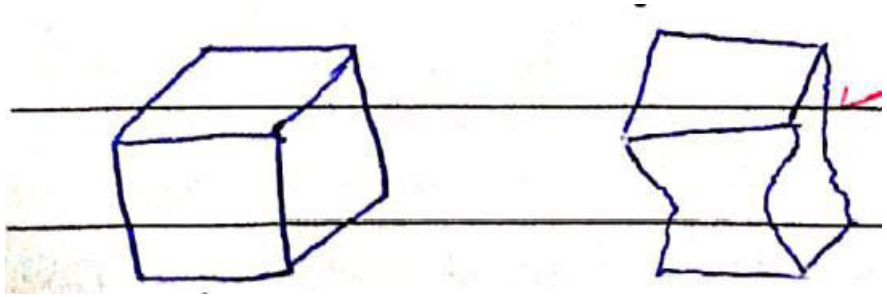
- الأن سنعرض كل ما تحتاجه من التقرير من صور ل الإمتحان .

							
Balance	Glass Graduate	Specimens molds: three cubes of (50mm) side.	Mixer with paddle and mixing bowl	Testing machine.	Tamper	trowel	brush

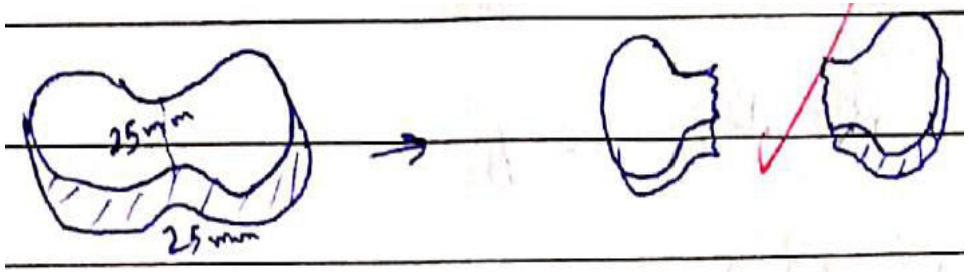


Direct and Non-linear in Tensile and compression test

The Shape of the failure :

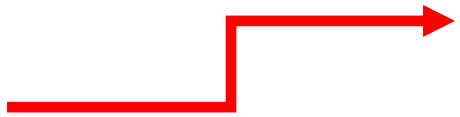


Compression test at angle 90°



Tensile test at angle 45°

Age(Days)	Rate of Strength
In the first 3 days	Cement mortar is **too week**
(3-7)	**High** change
(7-28)	**Slow** change
After 28 days	Change is **constant**



The **Relation** between the Age and Tensile force and Tensile strength is : **طردية**

✓ The **Ratio** between $\frac{\sigma_{compression}}{\sigma_{tensile}}$ **should be** between **(7-11)**

❖ Notes :

1- Cement is **brittle** material

2- Cement is much more able to resist compression than tension

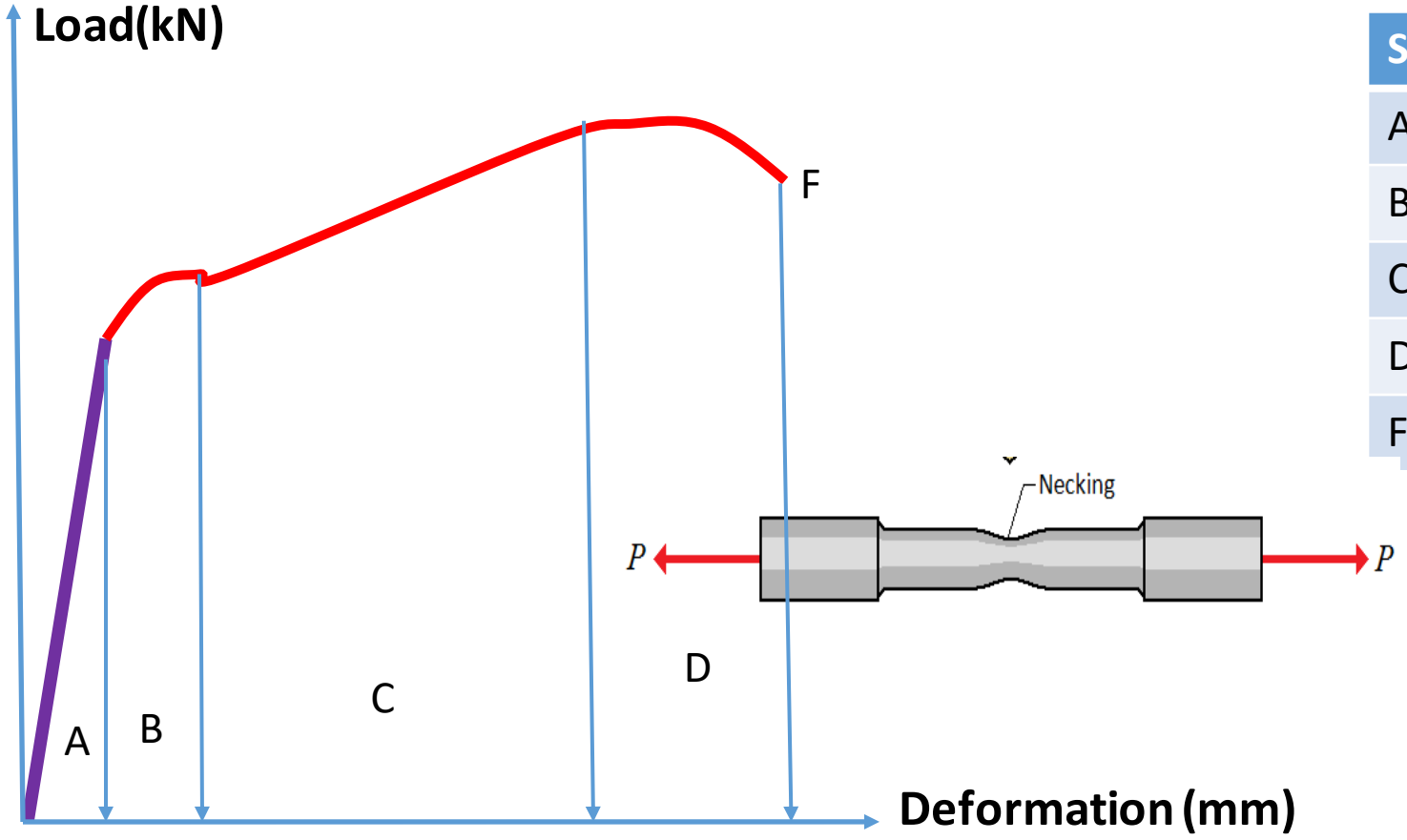
EXP3: Tensile Strength of Steel .

- We will calculate the tension in the steel by using

Universal Testing Machine (UTM) .

- We Will draw the diagram between Load(P) and deformation(ΔL) as shown in the next Slide .

UTM



Symbol	Mean
A	Elastic Region
B	Yielding region (مرحلة الخضوع)
C	Yield hardening
D	Necking
F	Fracture or Rapture

Elastic region :

في حال أزلنا القوة يرجع إلى شكله الطبيعي **دون تشوهات**

(A region)

Plastic region :

في حال أزلنا القوة **سيبقى التشوهات**

(B+C+D) Regions

- **1- Starts with zero**
- **the relation between load(P) and deformation(ΔL) is linear .**
- **2- Load increases very slow and the deformation is very high .**
- **3-The load increases until it to reach ultimate stress**

زيادة القوة لانه قد جمع جزيائته

- **4- Change in the Area is very clear and the deformation is sure and the area decreases this called necking then And the load decreases until it fracture .**

- Now we want to **convert** the diagram

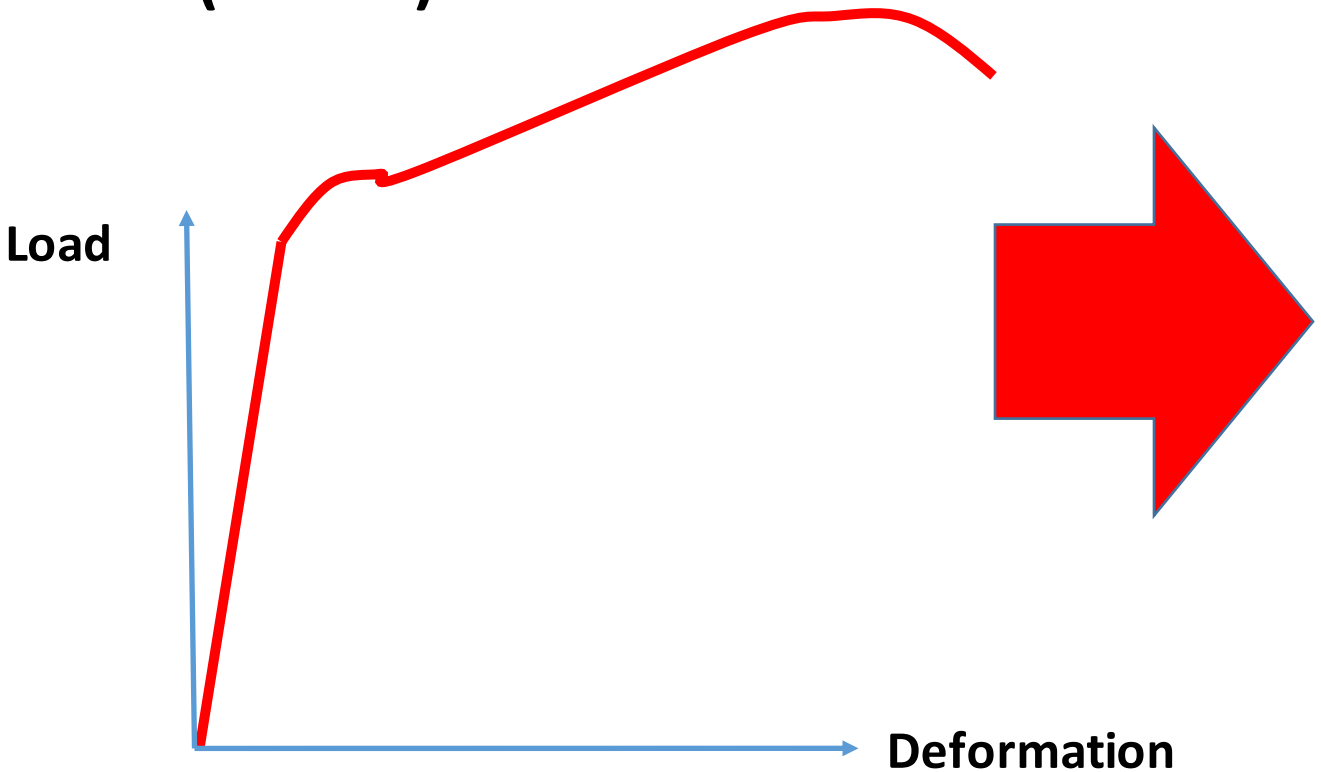
from (Load , Deformation) **to** (Stress , Strain) .

- We have **two types** of stress and strain :

1- **Engineering** (Normal) stress and strain .

2- **True(Actual) stress** and strain .

كمهندسين نعتمد الرسمة الهندسية وليست الحقيقة .



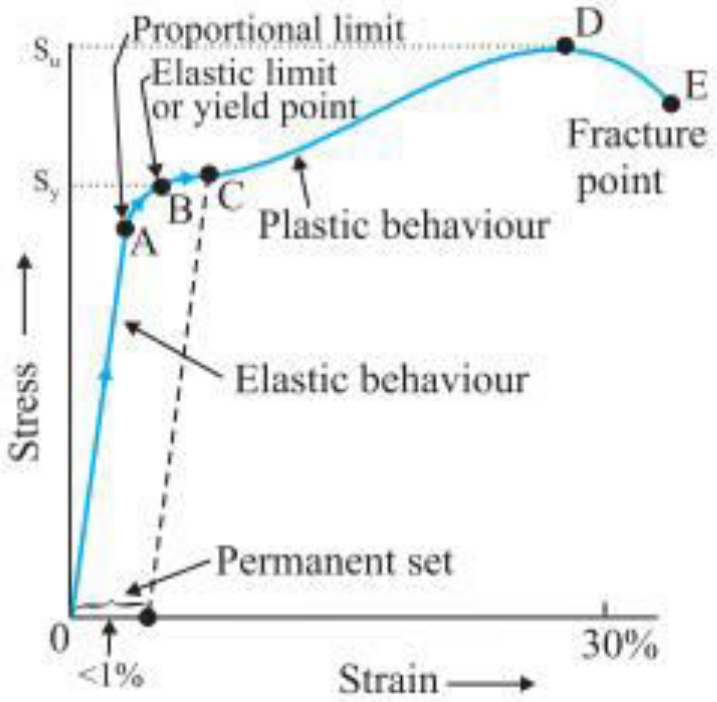


Fig. 2

❖1- Engineering (Normal) Stress = $\frac{P}{A_o}$

A_o: Original Area

الذي بدأنا به الإختبار قياس القطر ومن ثم المساحه

$$A_o=\frac{\pi D^2}{4}$$

❖2-Engineering (Normal) Strain = $\frac{\Delta L}{L_o}$

L_o: Original (initial)Length

عند **<u>التحويل</u>** من شكل إلى شكل , لن يتغير الشكل لأنه تم **قسمتهم على أرقام**

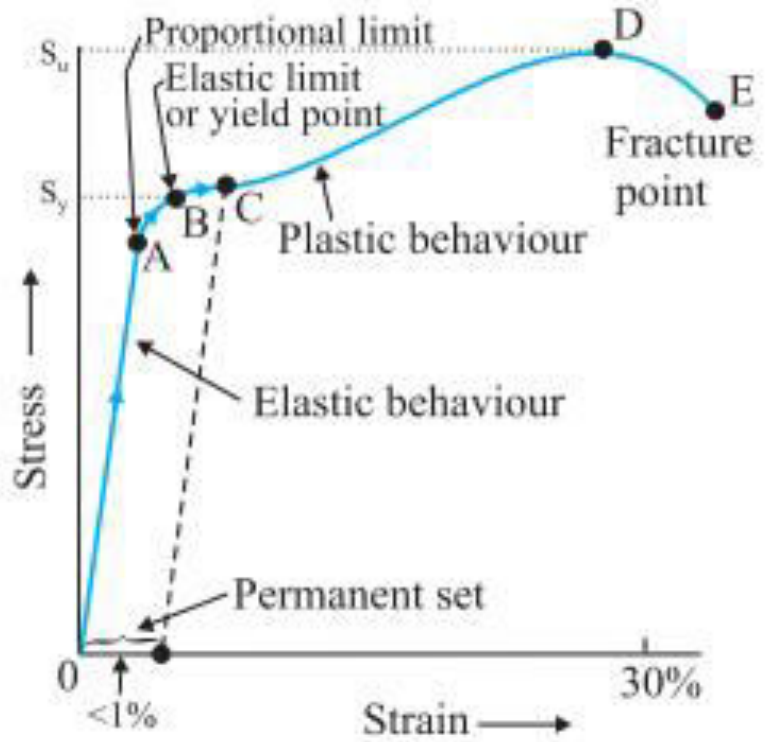


Fig. 2

Symbol	Mean
A	Proportional limit
B	Yield Point (نقطة الخضوع)
C	Hardening Point (نقطة بداية زيادة القوة)
D	Ultimate point (أعلى نقطة وهي نقطة التخصر)
E	Fracture or Rapture(الإنهيار أو الكسر)

- **Difference between B and C is very small .**

- **Proportional limit :End the linear line and its represents elastic region .**
- **The slope in the elastic region we have Modulus of Elasticity (E) = $\frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$.**

❑ **E:190GPa to 210GPa its Range .**

نحن نريد **القيم الحقيقة** (الفعلية) :

True stress larger than engineer Because $A_f < A_i$

True strain smaller than engineer Because $L_i < L_f$

- **True** Stress = $\frac{P}{Ai}$

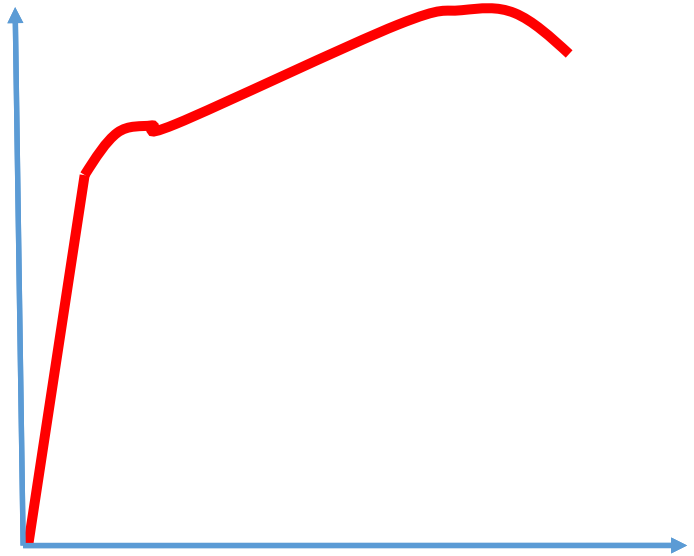
  ***Ai*:** المساحه عند النقطة التي أريدها

- True Strain = $\frac{\Delta L}{Li}$

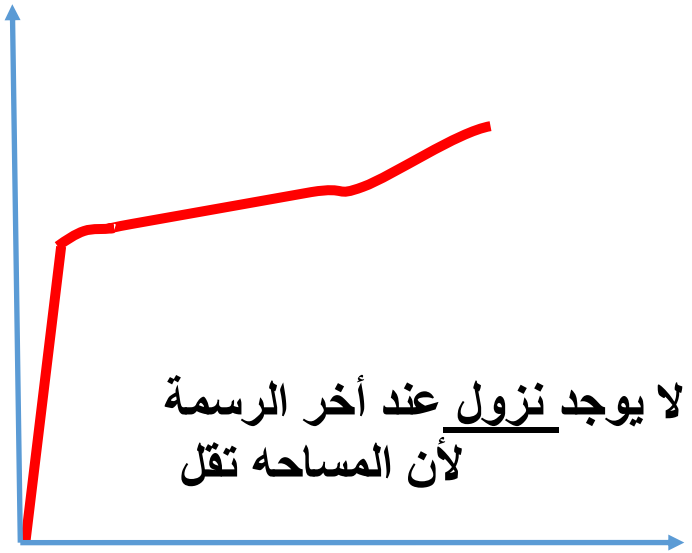
  ***Li*:** الطول عند النقطة التي اريدها

Note :

True and Engineering are the same but the difference as shown in the diagram



Engineering stress –strain



True stress - strain

- Now we have to know the **Ductility** and we can determine it by **two methods** :

❖**Ductility :** The ability of material to deform under load .

- 1- Elongation in length = $\frac{\Delta L_{total}}{L_o} = \left\{\frac{L_f - Lo}{L_o}\right\} * 100\%$

L_f: Final Length

$\Delta Ltotal$: التغير الكلي في الطول

- 2- Reduction in Area = $\left\{\frac{\Delta A}{A_o}\right\} * 100\% = \left|\frac{A_f - Ao}{A_o}\right| * 100\%$

➢Note :

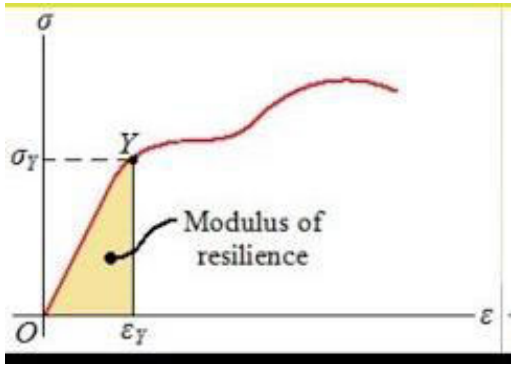
عند طلب الإستطالة من خلال **المعلومات المعطاه في الإمتحان** نعرف اي قانون نستخدم

➢Note :

Ductility (Elongation)$\geq 16\%$

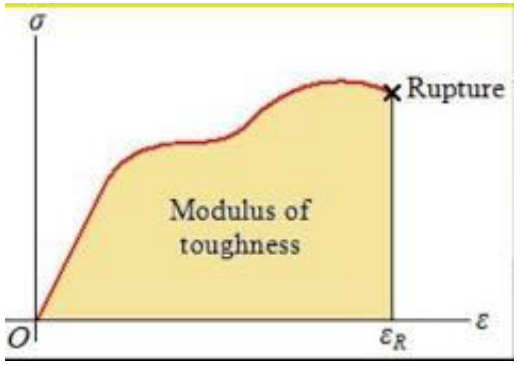
❖**Modulus of Resilience** = $\frac{Area\ under\ elastic\ region\ in\ \boldsymbol{P-\Delta L\ curve}}{Volume\ (Lo*Ao)}$

Or Use = Area under elastic region of **stress – strain curve** .



❖**Modulus of Toughness** = $\frac{Area\ under\ in\ \boldsymbol{P-\Delta L\ curve}}{Volume\ (Lo*Ao)}$

Or Use =Area under elastic region of **stress – strain curve** .



Unit : (MJ/m^3)

✓ **Note :**

الفائده منها هو معرفة مدى إمتصاصها للطاقة أم لا

مثل الزجاج ينكسر مباشرة ليس لديه القدره على الإحتفاظ بالطاقة بينما الحديد إذا تعرض لظروف لا ينكسر مباشره , يعطي مؤشرات قبل الكسر ومن ثم الكسر.

• Steel have many grades , in this lab we will talk about two grades G40 and G60 .

Grade	Yield strength	Ultimate strength
40	275Mpa	380MPa
60	415MPa	520MPa

❖Example : Which grade in this steel ?

Yield = 320MPa

Ultimate=420Mpa

Ans. Yield $>$ 275 and Ultimate$<$ 520 **So G40**

الفائده منه:

التأكد من الحديد في الموقع عند الإستلام ونأخذ العينات من جميع الشاحنة مقدمة و وسط و في الأخر ومن ثم كسرها والحكم عليها

❑**Q11(Years).** If the Load recorded is 1875N . The strength is **3MPa** .

❑**Q12(Years).** Grade 40 steel has ?

Ans. A yield strength of 275MPa .

❑**Q13(Years).** A steel bar has a initial length of 200mm and a final length of 300mm , the ductility is ?

$$Ans = \left[\frac{300 - 200}{200} = 0.5 = 50\%\right]$$

❑**Q14(Years).** A mild steel bar was tested in the tensile test , the surface of failure ?

Ans. Cup and cone failure

- **Q15(Years).** A steel bar has a diameter of 10mm , the diameter at failure is 80 mm , the ratio of the engineering stress to actual stress ?

$$True\ Stress = \frac{P}{A_i} \qquad True\ Stress = \frac{P}{\frac{\pi}{4}(0.80)^2}$$

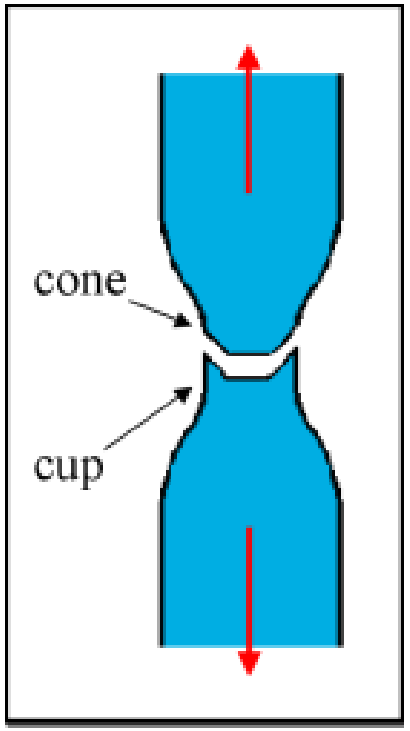
$$Engineering\ Stress = \frac{P}{A_o} \qquad Engineering\ Stress = \frac{P}{\frac{\pi}{4}(0.10)^2}$$

$$\frac{Engineering\ Strss}{True\ Stress} = \frac{0.5024}{7.85 * 10^{-3}} = 0.64$$

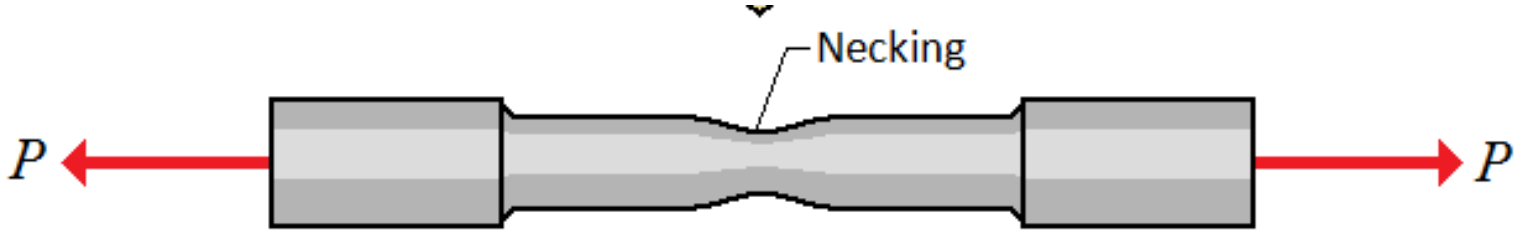
Shapes :

1- Shape At **Necking .**

2- Shape At **Fracture** .

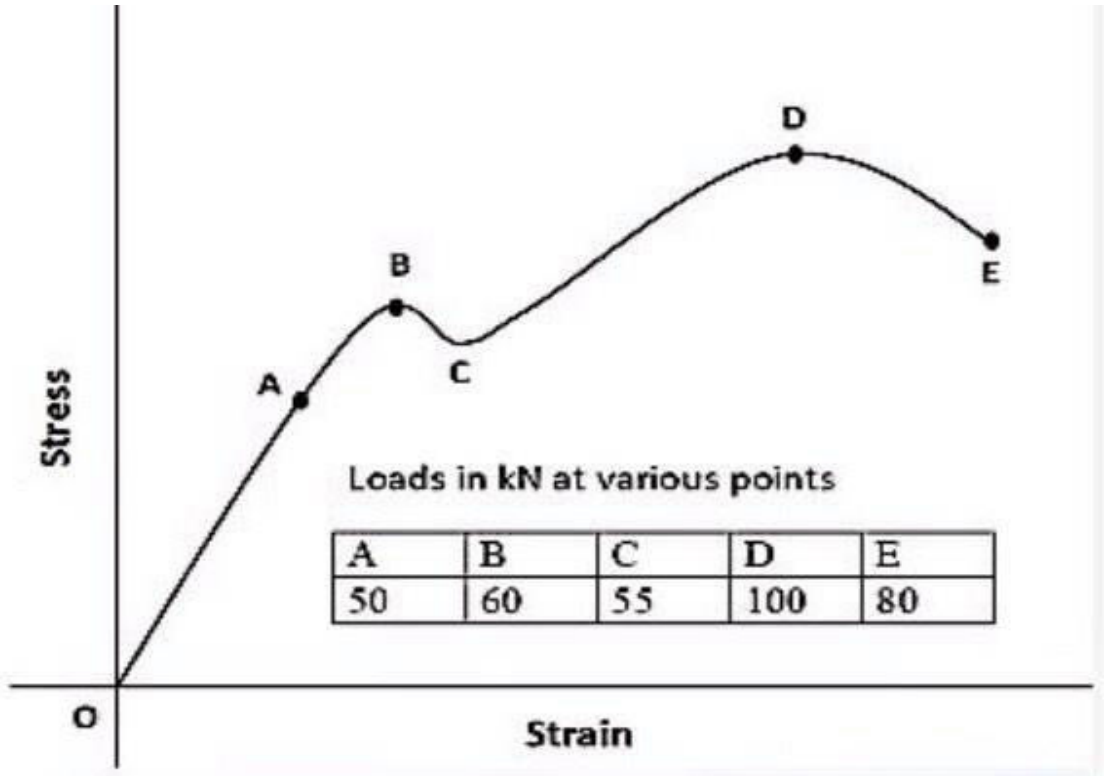


At angle 45°



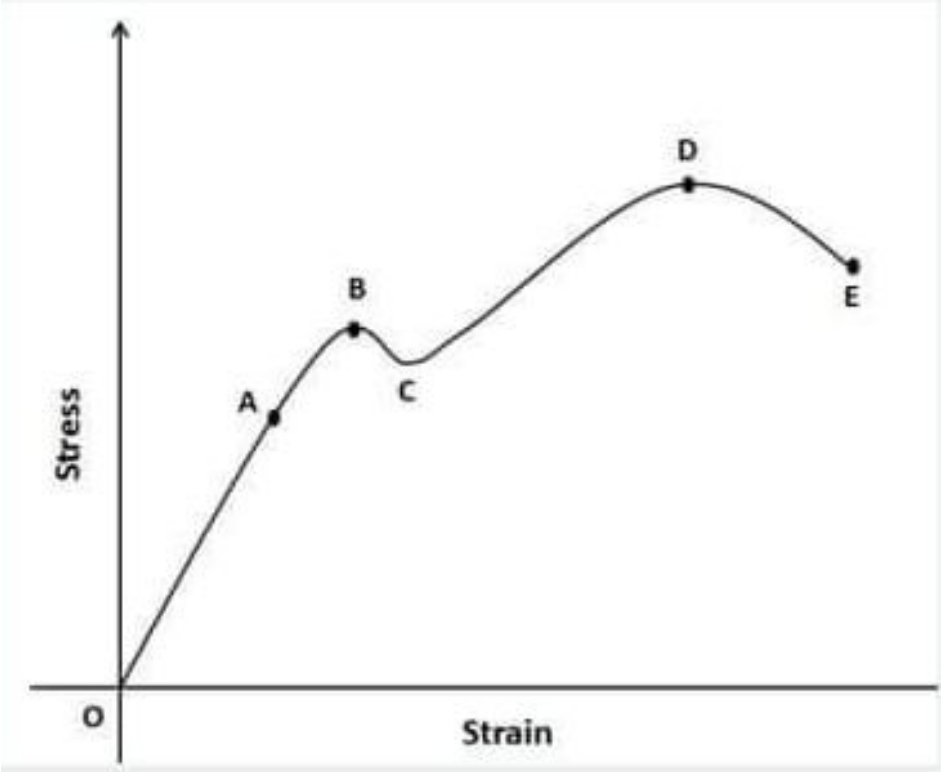
- **Q16(Years).** A steel bar was tested in the tensile test , the result is plotted in the figure , the area of the bar is $200mm^2$, the ultimate strength is in MPa ?

$$\frac{100 * 1000}{200 * 10^{-6}} = 500MPa$$



❑**Q17(Years).** A steel bar was tested in the tensile test , the result is plotted in the figure , the strain hardening starts at point ?

Ans. C



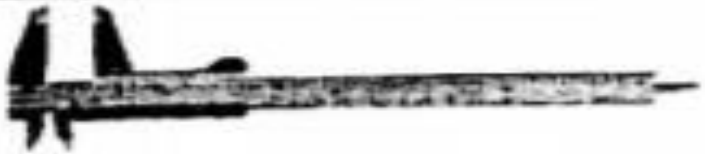
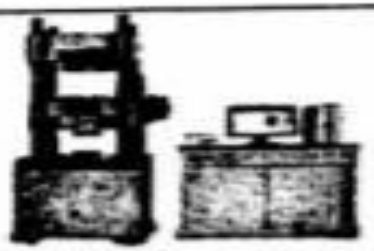
	L_i (mm) =		L_F (mm) =	
	D_i (mm) =		A_i (mm^2) =	
	D_F (mm) =		A_F (mm^2) =	
	Load (KN)	Elongation (mm)	Eng. Stress (MPa)	Eng. Strain
1				
2				
3				
4				

L_i , D_i , D_f : معطى

$L_f = L_i$ + Max Elongation

$$A_i = \frac{\pi D_i^2}{4}$$

$$A_f = \frac{\pi D_f^2}{4}$$

			
Balance	Meter	caliber measurement	universal testing machine with computer

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❖**Errors(يفيد في التقرير فقط) :**

1- Error in Calculation .

2- Error in Measuring length and weight of the rod .

3- Error in Modulus of Resilience and Modulus of Toughness .

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **EXP4: Specific Gravity and Absorption of Coarse and fine Aggregates .**

- We want a sample **Saturated Surface Dry(SSD)** for in order **to get** them :

- We prepare a Coarse Aggregate sample then we put it in the water for 24 hours then take it and Dry the sample .
- نحضر عينة حصمى خشنة ومن ثم نضعها في الماء ليوم كامل ومن ثم تجفيفها .
- Then we weight it , take the sample and put in in the sieve **2.4** , take the sample to the oven temperature $100 \pm 5\ C^{\circ}$ Then we take it after this sample dried .

❖ **نوزن العينة ونضعها على المنخل ومن ثم في الفرن .**

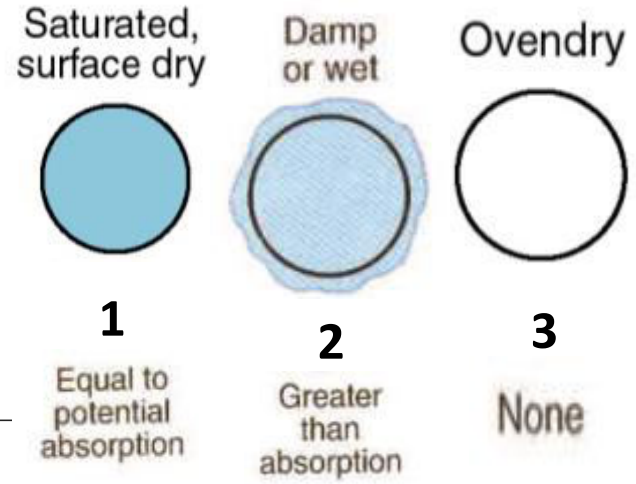
❖**Specific Gravity (S.G)**: وزن حجم معين من الماده على وزن نفس الحجم من للماء

➢Calculations : We have in this test **three weights :**

1-Weight of SSD(مشبع بالماء والسطح جاف , لا يعطي ولا يأخذ) = B

2-Weight in water(مشبعة بالماء وسطح مملوء) =C

3-Weight of oven-dried(لا يوجد ماء فقط يوجد مواد صلبة) = A



Also we have Two S.G :

Aggregate Type	Specific Gravity
Heavy weight	≥ 3
Normal weight	$2.8 - 2.2$
Light weight	≤ 2
Absorption%	$\leq 5\%$

1- **Bulk** S.G= $\frac{B}{B-C}$

2- **Apparent** S.G = $\frac{A}{A-C}$

❖ Absorption : The increase in mass due to water in the pores of the material

$=\left[\frac{B-A}{A}\right] * 100\%$

Q(Years). If the absorption of aggregate is zero , then the apparent specific gravity **is equal to** bulk specific gravity .

- S.G **inverse** relation with density

- **S.G for Fine aggregate :**
- Device for this test : **Pycnometer**

Fine aggregate

- Its not easy to make fine aggregate SSD , when we take a sample from fine aggregate and put it in the water its not easy to determine if it SSD or not So , We take the sample and its wet then we dried it slowly by

Dryer(مجفف أو سشوار) or in the atmosphere by evaporation and its takes many hours and the sample in the Pan (الصينية) .

ليس من السهل الحصول على هذا النوع عندما نضعها في الماء لذلك نقوم بأخذ العينة ونجففها باكثر من طريقة ومن ثم وضعها في الصينية .

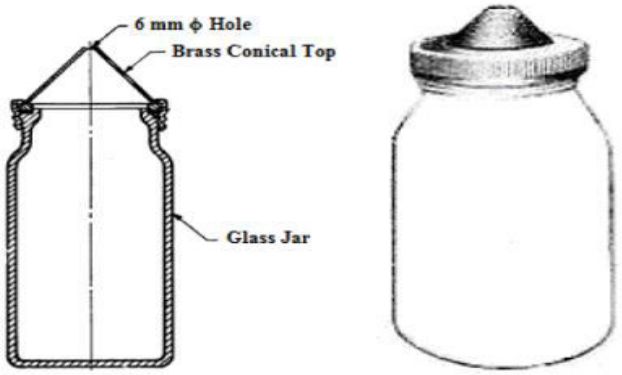


Fig 7.2: Pycnometer

➢How we can know if its SSD or not ?

We fill the cone with Sand then we take the rod and dropped slowly on the surface then we remove the cone and we expected **three results** :

1- **Very dried**

هبوط العينة **مرة واحده** وهذا يدل على أنها ناشفة بشكل كبير

2- **No effect**

المحافظة على شكلها وكأن شيئا لم يحدث وهو أنه مبلول بشكل كبير

3- **Maintain on the sample but the sides slowly dropped (SSD)**

المحافظة على شكله لكن الأطراف تنزل بشكل بسيط وعند ضربه باصبعك يقع

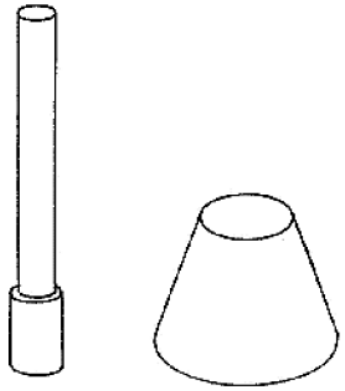


Fig 7.1: Metal Mold and Tamper

When the sample is SSD we **weight** it .

- Weight of SSD sample = W_{ssd}

And we want to know the weight the sample in the water but we cant because the sand pass the sieve (sand is from 5mm to 0.075 mm) and the sieve 2.4 as we tested in the coarse aggregate .

نستخدم الجهاز لأننا لا يمكن وضعها في المنخل نظرا لصغر الحجم وبالتالي ستمر كامل العينة لذلك نستخدم هذا الجهاز .

- So we will use : **Pycnometer** .

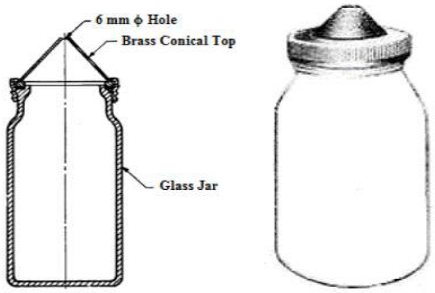


Fig 7.2: Pycnometer

1gm=1cm^3 water

1- We fill the Pycnometer to the **specific limit with water .**

Calibration Mark(specific limit)

2-Weight it = Weight of **Pycnometer** +water to **calibration mark** =W_1

3-Put all the water outside then fill it with the sand(SSD) then put the water for calibration mark

4- For sure the **there are air in the sand** so we have **conical top** (لتسهيل خروج الهواء من العينة) and we roll the sample .

5- Weight of the **sample** +water in **calibration mark** + weight of **Pycnometer** = W2

- Bulk S.G $= \frac{W_{SSD}}{W_{SSD} + W_1 - W_2}$
- **After dried** for 24 hours in oven we have $W_{\text{oven-dried}}$
- App.SG $= \frac{W_{oven_dried}}{W_{oven_dried} + W_1 - W_2}$
- Absorption$= \left\{ \frac{W_{SSD} - Woven_{\ dried}}{W_{oven_dried}} \right\} * 100\%$

- Bulk density (Unit weight) : Its called **also** compacted unit weight

and rodded unit weight and its **divided** to two types :

1- Loose

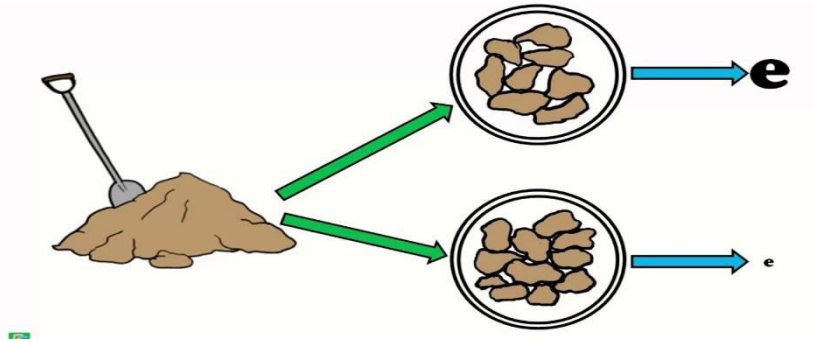
2- Compacted : larger than Loose

Aggregate Type	Bulk Density (Kg/m^3)
Heavy weight	> 2080
Normal weight	1520 - 1680
Light weight	< 1120

- Voids ratio : The **space** between the aggregate particles that is not occupied by solid mineral matter.
- $e = \left\{1 - \frac{\gamma}{S.G * \gamma_{water}}\right\} * 100\%$

  Voids **Min** Ratio : $\boldsymbol{\gamma_{compacted}}$

  Voids **Max** Ration : $\boldsymbol{\gamma_{Loose}}$



- **Angularity Number(AN) :** is used to give an indication of **shape** of aggregate.
- $= 67 - \frac{\gamma}{S.G * \gamma_{water}} * 100\%$

$\boldsymbol{AN \leq 11\%}$

$\boldsymbol{\gamma \approx \gamma_{compacted}}$

- **AN inverse with rounded shape**
- **Density inverse with voids**

❑**Q18(Years).**The following are the results of the test on specific gravity **<u>of FA</u>**

- The weight of empty Pycnometer = 350gm
- The weight of pycn+ water to calibration mark = 1100gm
- The weight of SSD Sample =500gm
- The weight of sample +Pycn+ water to calibration mark =1300gm
- The absorption is 12%

Find ?

1- Bulk specific gravity

2- Apparent specific gravity

- Absorption=$\left\{\frac{W_{SSD}-Woven_dried}{W_{oven_dried}}\right\} * 100\%$
- 12%=$\left\{\frac{500-Woven_dried}{W_{oven_dried}}\right\} * 100\%$
- $W_{oven\ _\ dried}$ = 446.42
- Bulk S.G =$\frac{W_{SSD}}{W_{SSD}+W_1-W_2}$ =$\frac{500}{500+(1100-350)-(1300-350)}$ =**1.66**
- App.SG =$\frac{W_{oven\ \ dried}}{W_{oven_dried}+W_1-W_2}$ =$\frac{446.42}{446.42++(1100-350)-(1300-350)}$ = **1.81**

- **Q19(Years).** An aggregate sample weighed 2000gm when it was SSD , it weighed 1900gm when it was dried in the oven , it weighed 1000gm when it was immersed in water , the bulk specific gravity is ?

$$\frac{\mathbf{2000}}{\mathbf{2000-1000}}=\mathbf{2}$$

- **Q20(Years).** In the rodded unit weight test , the following data is recorded .

Weight of loose sample = 20kg

Weight of compacted sample = 22kg

The mold is a cupe of 0.20 m side length

The rodded unit weight is ?

$$\frac{20}{0.2*0.2*0.2}=2500$$

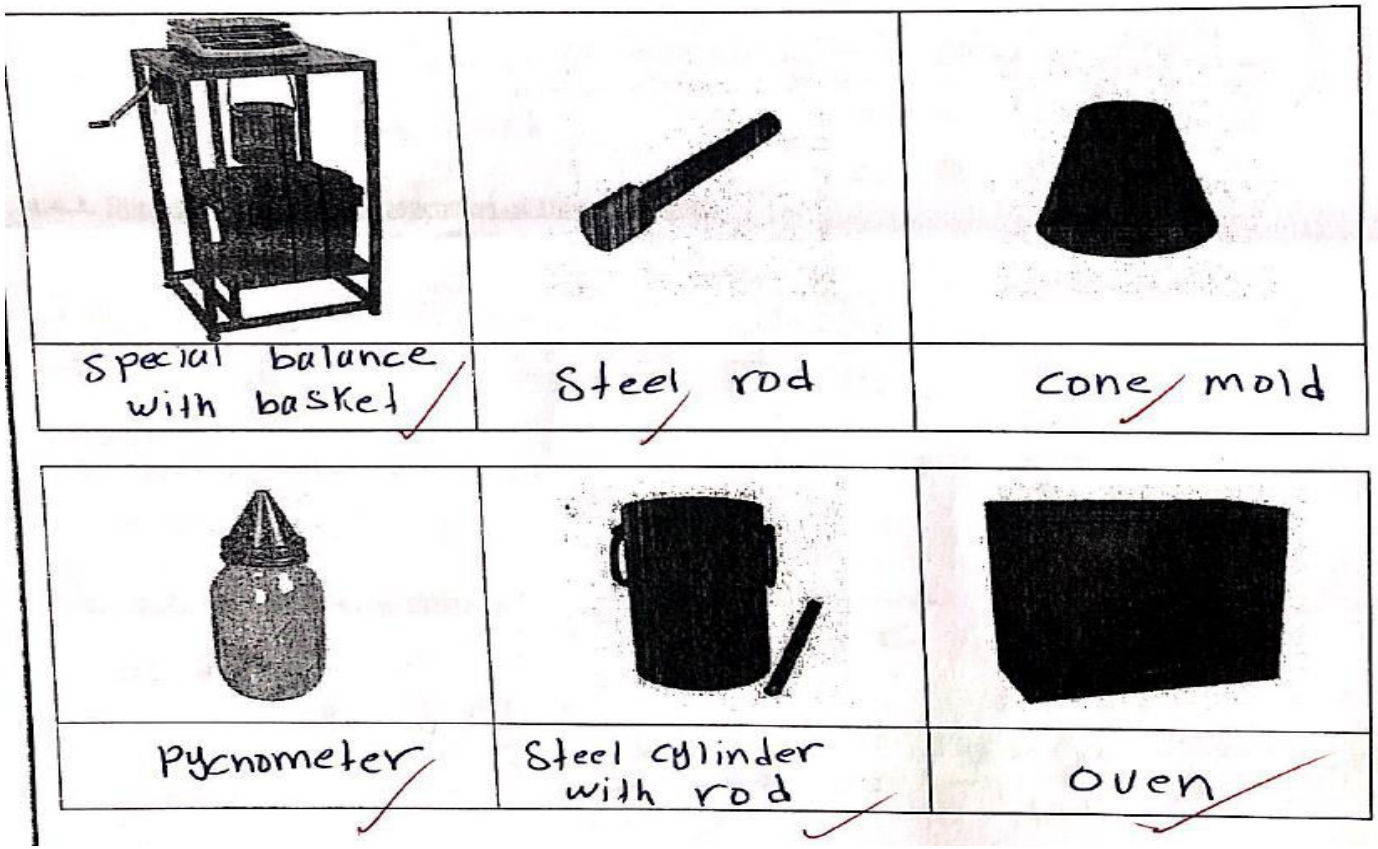
❑**Q21(Years).** Find the Angularity number if you know the :

Unit weight is 1500 $\frac{kg}{m^3}$ and the specific gravity is 3 ?

$$67 - \left[\frac{1500}{3 * 1000}\right] * 100\% = 17$$

❑**Q22(Years).** Which of the following is the lowest for the same aggregate ?

Ans. Compacted unit weight of aggregate



Q. Cone mold for :test if sample is SSD or not

- **Errors(مفيدة في التقرير فقط) :**

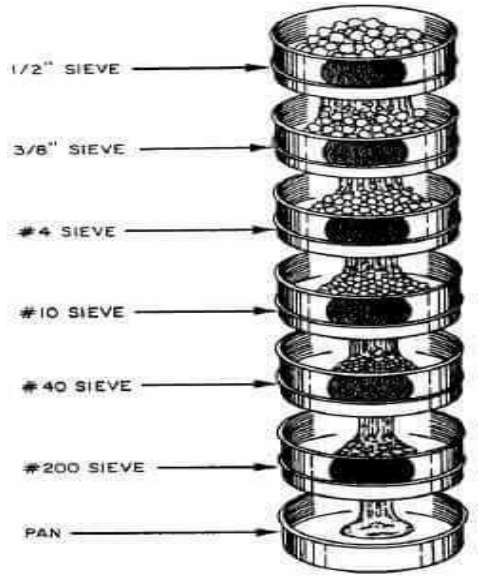
1- The air was not removed of Pycnometer .

2- error in tamping the sample .

• EXP5:Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

- Aggregate its two types CA and FA and the line(الفاصل) is **5 mm**
- **Smaller than** 5mm its FA and **larger than** 5mm its CA .
- We know we have voids in aggregate and when we make a compaction the voids will decrease but it still .
- يوجد فراغات هوائية في الحصمى لذلك نقوم بالرص لكي نتخلص منها والفراغات تقل لكنها تبقى

Sieve 5mm



- If we take the aggregate all of them for the same size

what will happen ??

نريد عمل الخرسانة ونفرض أننا قد أحضرنا حصمى من نفس الحجم وسوف نحتاج كمية اسمنت مكافئة ل كمية الفراغات لتعبئتها والإحاطة بالسطح الخارجي ل الحصمى

فإذا كانت الحصمى من حجم مختلف منها الكبير والصغير ف الصغير سوف يملأ الفراغات الهوائية وسيقلل كمية الإسمنت المستخدمة وسيقلل حجم الفراغات الهوائية مما يؤدي إلى ترابط الحصمى مع بعضها البعض إذن نستطيع ان نقول الحصمى المستخدمة يجب أن لا تكون من حجم واحد ويجب ان تكون متدرج .

فوائد أن يكون **متدرج** ؟

أن يكون تماسك أكبر وقوة أعلى والفراغات الهوائية اقل و يقلل التكلفة ويكون من أحد الاسباب لقبوله ومعرفة مدى الصلاحيه وتقليل التكلفة وتحسين خصائص الخرسانة

- How we can know if the aggregate **graded or not** ?
- If we want to know if the aggregate coarse or fine we have to bring a **sieve 5 mm** and if the material pass its fine and if not its coarse .
- إذا أحضرنا مجموعه من المناخل فوق بعضها البعض كما هو موضح سنعرف بالتأكيد تدرج حجم جزيئات الحصمى سواء كانت ناعمة أو خشنة و الذي يدعي ب التحليل المنخلي أو التوزيع الحجمي ل الحصمى .
- ومن هنا نعرف أن هناك **مناخل قياسية** تم إعتمادها من الجميع ولكن قد يكون الإختلاف هو **الوحدات** ومنهم ب الميلي متر ومنهم بالإنش .

✓If the aggregate its **not graded** it will be classified **single sized** .

- Standard sieves(المناخل القياسية) :

BS (البريطاني)	ASTM(الأمريكي)
160mm (أكبر حجم ل الحصمى الخشنة)	6 inch ≈ $156mm$
80mm	3inch
40mm	1.5inch
20mm	$\frac{3}{4}$inch
10mm	$\frac{3}{8}$inch
5mm	$\frac{3}{16}$inch = #4 (الحد الفاصل بين الناعم والخشن)

CA

يوجد 4 فتحات في الإنش الطولي = #4
16 opening in each **squared inch**

BS	ASTM
2.4mm	#8
1.2	#16
0.6	#30
0.3	#50
0.15	#100
0.075 **(Not Standard)**	#200

FA

- Example on **Fine Aggregate** :
- سؤال سهل جدا ومضمون ولديه ثلاث إشارات للتأكد من صحة الحل وسنشرحه بالتفصيل الممل
- First , you must to know you are solve this question on **fine aggregate .**
- عليك الإنتباه **للمناخل القياسية** والغير القياسية جدا مهم
- العمود الأول فيه أحجام المناخل ويكون **معطى والعمود الثاني كذلك** ويجب أن يكون مجموع العمود الثاني هو نفس وزن العينة .

❖ **Notes :**

✓ **Percent Retained (%)=** $\frac{\text{Weight Retained}}{Sample\ weight} * 100\%$

✓ **Loss%=** $\frac{Sample\ weight - total\ weight\ retained}{Sample\ weight} * 100\%$

Accepted if ≤ 0.3

✓ **Cumulative presently retained** : المجموع التجميعي ل العمود الثالث
وسيكون موضح في الجدول ويجب ان يكون المجموع لهذا الصف 100

✓ **Cumulative passing** = 100- Cumulative presently retained
ويجب أن يكون مجموع أخر العمود يساوي 0

Sieve	Weight Retained (g)	Percent Retained (%)	Cumulative presently retained (%)	Cumulative passing (%)
10mm (للإحتياط)	0	0	0	100-0 =100
5mm	50	5	0+5=5	100-5=95
2.4mm	100	10	0+5+10=15	100-15=85
1.2mm	230	23	0+5+10+23=38	100-38=62
0.6mm	270	27	0+5+10+23+27=65	100-65=35
0.3mm	300	30	0+5+10+23+27+30=95	100-95=5
0.15mm	30	3	0+5+10+23+27+30+3=98	100-98=2
0.075mm	10	1	0+5+10+23+27+30+3+1=99	100-99=1
Pan	10	1	0+5+10+23+27+30+3+1+1=100	0 (**Third Check)**
$\Sigma Column$	**1000g (First check) (Sample weight)**	**100% (Second check)**	**No need**	**No need**

- **Sieve 0.075** :

غير موجود من ضمن المواصفات وهو موجود لمعرفة كمية المواد الناعمة جدا(الطمي) وهو **غير قياسي** و موجود من ضمن المواصفات الأردنية

- Clay (الطمي)< 5%

وضعنا منخل 10 **للإحتياط** في وجود مواد **أخشن**

بعد الحل يجب أن نقارن هذا الجدول بالمواصفات للتأكد من قبول هذه العينات من ضمن المواصفات الاردنية والأمريكية والبريطانية أم لا فكل مواصفة لها جدول ويجب أن نعرف كيفية الإستخدام لكل واحدة منهم .

- ASTM(الأمريكي) :

يوجد في الجدول حجم المنخل وهذا لا يوجد أي مشكلة به لأننا ننظر إلى حجم المنخل بالوحدات الأمريكية وعند العمل بالبريطاني ننظر للوحدات البريطانية .

- Percentage by mass passing sieve :

النسبة المارة من المنخل وهي موجودة في الجدول الذي قد أجرينا عليه الحسابات ويجب أن تقع ضمن المدى الموجود في المواصفة .

ملاحظة هامة : لكي نقبل الحصمى يجب على **جميع** المناخل أن تقع الارقام التي قد حسبناها من ضمن المدى الموجود في المواصفات .

Table 9.4: BS and ASTM grading requirements for fine aggregate

Sieve size		Percentage by mass passing sieve				
		BS 882: 1992				ASTM
BS	ASTM No.	Overall limits	Additional limits*			C 33-92a
			C	M	F	
10 mm	$\frac{3}{8}$ in.	100	-	-	-	100
5 mm	$\frac{3}{16}$ in.	89 – 100	-	-	-	95 – 100
2.36 mm	8	60 – 100	60 – 100	65 – 100	80 – 100	80 – 100
1.18 mm	16	30 – 100	30 – 90	45 – 100	70 – 100	50 – 85
600 µm	30	15 – 100	15 – 54	25 – 80	55 – 100	25 – 60
300 µm	50	5 – 70	5 – 40	5 – 48	5 – 70	10 – 30
150 µm	100	0 – 15 ‡	-	-	-	2 – 10

* C = coarse; M = medium; F = fine.

‡ For crushed rock sands the permissible limit is increased to 20 percent, except when used for heavy duty floors.

2- **BS :**

❖Overall limits : مثل الأمريكي ويجب أن تتحقق الأرقام كاملة في الجدول مع المدى الموجود في المواصفات

لديه **ثلاث تقسيمات** ولا يكتفوا مثل المواصفات الأمريكية فلا يكفي معرفة أنه رمل بل يجب تحديد إذا **كان الرمل ناعم أو متوسط أو خشن** .

نبدأ ب الخشن فإذا كان الخشن مقبولا فننهي السؤال وإن لم يكن مقبولا نذهب للمتوسط وهكذا .

❖(-) : أي أنها مثل الرقم الذي بجانبها عل يسار

والمواصفة الأردنية مثل فكرة المواصفة البريطانية .

Table 9.4: BS and ASTM grading requirements for fine aggregate

Sieve size		Percentage by mass passing sieve				
		BS 882: 1992				ASTM
BS	ASTM No.	Overall limits	Additional limits* C	M	F	C 33-92a
10 mm	$\frac{3}{8}$ in.	100	-	-	-	100
5 mm	$\frac{3}{16}$ in.	89 – 100	-	-	-	95 – 100
2.36 mm	8	60 – 100	60 – 100	65 – 100	80 – 100	80 – 100
1.18 mm	16	30 – 100	30 – 90	45 – 100	70 – 100	50 – 85
600 µm	30	15 – 100	15 – 54	25 – 80	55 – 100	25 – 60
300 µm	50	5 – 70	5 – 40	5 – 48	5 – 70	10 – 30
150 µm	100	0 – 15 ‡	-	-	-	2 – 10

* C = coarse; M = medium; F = fine.

‡ For crushed rock sands the permissible limit is increased to 20 percent, except when used for heavy duty floors.

Table 9.8: Grading requirements for fine aggregate according to J.S. (Jordanian Standards)

Sieve size		Percentage by mass passing sieve		
		Nominal size of graded aggregate		
mm	No.	9.5 mm ($\frac{3}{8}$ in.)	4.75 mm (No. 4)	1.18 mm (No. 8)
9.5mm	$\frac{3}{8}$ in.	95 – 100	100	-
4.75 mm	4	80 – 100	90 – 100	-
2.36 mm	8	50 – 80	75 – 100	100
1.18 mm	16	20 – 70	55 – 90	90 – 100
600 µm	30	10 – 35	35 – 59	60 – 90
300 µm	50	5 – 15	8 – 30	20 – 60
150 µm	100	0 – 5	0 – 10	0 – 20
75 µm	200	0 – 5	0 – 5	0 – 10

- Fineness modulus (FM) = $\frac{\Sigma\ cumulative\ retained\ on\ \text{the}\ \textbf{\textit{all standard sieves}}}{100}$
  - = $\frac{5+15+38+65+95+98}{100}$ = 3.16 < 5 **always** (يفيد في معرفة **نعومة الرمل**)
- If the FM in between , 2.1 or 2.9 we can say its medium and coarse sand .
- So its Coarse Sand **not** Coarse aggregate .
- Maximum Size of Aggregate : %100 منخل يمرر **أصغر**
- Nominal Maximum Size of Aggregate (NMSA) : المنخل الذي يمرر 85% وفي حال لم نجد الرقم بالضبط فنأخذ رقم المنخل **الأكبر**

< 5

Coarse Sand	Medium Sand	Fine Sand
≥ 3	2.8 – 2.2	≤ 2

- Example on **Coarse aggregate :**
- الموضوع هنا **أصعب** لكن إن أتبعت الشرح ستكون الأمور سهلة .
- طريقة حل الجدول مماثلة تماما ل ما سبق ولا يوجد أي إختلاف
- First , you must to know you are solve this question on **coarse aggregate**
- عليك الإنتباه **للمناخل القياسية** والغير القياسية جدا مهم
- العمود الأول فيه أحجام المناخل ويكون **معطى والعمود الثاني كذلك** ويجب أن يكون مجموع العمود الثاني هو نفس وزن العينة .

- **Percent Retained (%)=** $\frac{\text{Weight Retained}}{sample\ weight} * 100\%$

- **Cumulative presently retained** : المجموع التجميعي ل العمود الثالث
  وسيكون موضح في الجدول ويجب ان يكون المجموع لهذا الصف 100

- **Cumulative passing** = 100- Cumulative presently retained
  ويجب أن يكون مجموع أخر العمود يساوي 0

Sieve	Weight Retained (g)	Percent Retained (%)	Cumulative presently retained (%)	Cumulative passing (%)
40	50	5	5	100-5=95
25 (غير قياسي)	150	15	5+15=20	100-20=80
20	400	40	5+15+40=60	100-60=40
10	350	35	5+15+40+35=95	100-95=5
5	30	3	5+15+40+35+3=98	100-98=2
2.4 (للإحتياط)	10	1	5+15+40+35+3+1=99	100-99=1
pan	10	1	5+15+40+35+3+1+1=100	100-100=0 **(Third Check)**
$\Sigma Column$	1000g **(First Check)** (Sample Weight)	100 **(Second Check)**	No need	No need

وضعنا منخل 2.4 إحتياطا في حال وجدنا مواد أنعم

- بعد حل الجدول يجب مقارنته بالمواصفات الأردنية والبريطانية والأمريكية كما فعلنا مسبقا لكن يوجد بعض الإختلافات ويجب أن ننتبه لها جيدا .
- We have **two types** :

1- Singled Sized

2- Graded Sized

- How we can know ?

ننظر إلى الكمية الماره التجميعية وننظر إلى **الفرق بينها** وبين القيمة للمنخل التي أسفلها وبشرط أن يكون المنخل قياسي ف إذا تجاوز 67% فهو يكون من حجم واحد و إذا لم يتجاوز 67% فهو يكون متدرج وكلما زاد الرقم كلما كان أقرب ل الحجم الواحد .

ونكمل المقارنة كما اعتدنا ولكن في الحسابات سيكون بعض التغيرات .

- ASTM(المواصفات الأمريكية) :

أول خطوة يجب معرفة إذا كان الحجم واحد أو متدرج و قلنا عن الطريقة مسبقا .

- **Second step:** We must to know the **NMSA** in ASTM and JS we can take **non-standard sieves** .

ومن ثم نكمل كما اعتدنا سابقا علينا أن نقارن ويجب أن يكون الجميع مقبول .

وفي المواصفة الاردنية نكون مثل المواصفة الأمريكية لكن في المواصفة البريطانية لنا كلام أخر **والفرق الوحيد أن يكون المنخل قياسي فقط .**

- We have graded and singled sizes and the **Graded have three types** :

1- Well graded (يقع ضمن المواصفة) .

2- Poor graded (يقع ضمن خارج المواصفة) .

3- Gap graded (الفرق بين الرقمين يكون صفر أي هناك حجم ناقص) .

Table 9.5: Some of the grading requirements for coarse aggregate according to ASTM C 33-92a

Sieve size		Percentage by mass passing sieve				
		Nominal size of graded aggregate			Nominal size of single-sized aggregate	
mm	in.	37.5-4.75mm ($1\frac{1}{2}$ to $\frac{3}{16}$ in.)	19 – 4.75mm ($\frac{3}{4}$ to $\frac{3}{16}$ in.)	12.5-4.75mm ($\frac{1}{2}$ to $\frac{3}{16}$ in.)	63 mm ($2\frac{1}{2}$ in.)	37.5 mm ($1\frac{1}{2}$ in.)
75.0	3	-	-	-	100	-
63.0	$2\frac{1}{2}$	-	-	-	90 – 100	-
50.0	2	100	-	-	35 – 70	100
38.1	$1\frac{1}{2}$	95 – 100	-	-	0 – 15	90 – 100
25.0	1	-	100	-	-	20 – 55
19.0	$\frac{3}{4}$	35 – 70	90 – 100	100	0 – 5	0 – 15
12.5	$\frac{1}{2}$	-	-	90 – 100	-	-
9.5	$\frac{3}{8}$	10 – 30	20 – 55	40 – 70	-	0 – 5
4.75	$\frac{3}{16}$	0 – 5	0 – 10	0 – 15	-	-
2.36	No. 8	-	0 – 5	0 – 5	-	-

Table 9.7: Grading requirements for coarse aggregate according to J.S. (Jordanian Standards)

Sieve size		Percentage by mass passing sieve			
		Nominal size of graded aggregate			
mm	in.	40 mm ($1\frac{1}{2}$ in.)	25 mm (1 in.)	20 mm ($\frac{3}{4}$ in.)	12 mm ($\frac{1}{2}$ in.)
51	2	100	-	-	-
38	$1\frac{1}{2}$	80 – 100	100	-	-
25.4	1	20 – 50	95 – 100	100	-
19	$\frac{3}{4}$	10 – 30	40 – 80	95 – 100	100
12.7	$\frac{1}{2}$	-	5 – 50	50 – 80	90 – 100
9.5	$\frac{3}{8}$	0 – 10	0 – 15	25 – 60	80 – 100
4.75	$\frac{3}{16}$	0 – 5	0 – 5	0 – 10	5 – 50
2.36	#8	0 – 2	0 – 5	0 – 10	0 – 25
0.075	#200	0 – 2	0 – 2	0 – 2	0 – 2

Table 9.6: Grading requirements for coarse aggregate according to BS 882: 1992

Sieve size		Percentage by mass passing BS sieve							
		Nominal size of graded aggregate			Nominal size of single-sized aggregate				
mm	in.	40–5mm ($1\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{16}$ in)	20–5mm ($\frac{3}{4}$ - $\frac{3}{16}$ in)	14–5mm ($\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{16}$ in)	40 mm ($1\frac{1}{2}$ in.)	20 mm ($\frac{3}{4}$ in.)	14 mm ($\frac{1}{2}$ in.)	10 mm ($\frac{3}{8}$ in)	5 mm ($\frac{3}{16}$ in)
50	2	100	-	-	35 – 70	100	-	-	-
37.5	$1\frac{1}{2}$	95 - 100	-	-	0 – 15	90 – 100	-	-	-
20	$\frac{3}{4}$	35 – 70	90 – 100	100	0 – 5	0 – 15	100	-	-
14	$\frac{1}{2}$	-	-	90 – 100	-	-	85 – 100	100	-
10	$\frac{3}{8}$	10 – 30	20 – 55	40 – 70	-	0 – 5	0 – 50	85 - 100	100
5	$\frac{3}{16}$	0 – 5	0 – 10	0 – 15	-	-	0 – 10	0 – 25	50–100
2.36	#7	-	0 – 5	0 – 5	-	-	-	0 – 5	0 – 30

Fineness modulus (FM)= $\frac{\Sigma\, Cumulative\ retained\ on\ the\ all\ standard\ sieves}{100}$

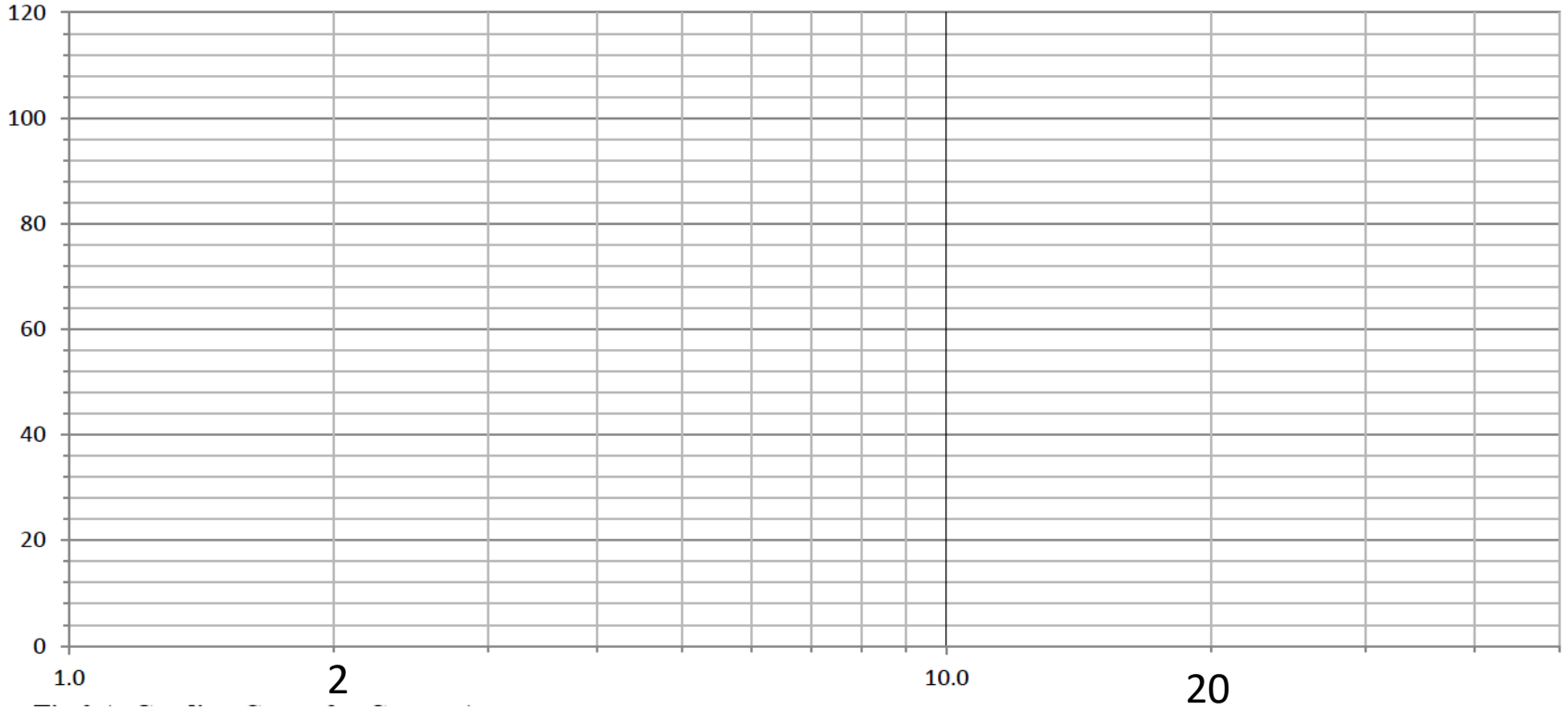
- = $\frac{5+60+95+98+99+\mathbf{4*(100)}}{100}$ = 7.57 and its **always** larger than 5 .

4*100 :

لو لم نريد أن نضعها سيكون حلنا **خاطئ** لماذا ؟ لأن هناك مناخل قياسية ونحن لم نقم بوضعها وهي أربعة مناخل قياسية ويكون المتبقي عليها هو 100

❖ **Errors(**يفيد في التقرير فقط**) :**

1- Reading weight
2-Using shaker
3-Order of sieves
4-Sieves not clean
5-Some of aggregate go out from shaker



نلاحظ في المحور الأفقي أن التدريج يكون
1 ثم 10 ثم 100
وهذا يسمى ب
Log-Scale

9.4. Apparatus

1. Balance
2. Sieves for fine and coarse aggregates
3. Mechanical Sieve Shaker
4. Brush

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

Sieve	Cumulative retained % (A)	Cumulative passing%(B)
#4 (5mm)	5	100
#8(2.4mm)	8	100
#16(1.2mm)	27	95
#30(0.6mm)	45	10
#50(0.3mm)	65	8
#100(0.15mm)	79	6
#200(0.075mm)	97	4
Pan	100	0

- Q(23 Years)

سؤال دوائر
أسئلة سابقه

Q1.What is the maximum size of aggregate B ? **2.4mm**
Q2.What is the NMSA of aggregate A ? **2.4mm**
Q3.What is the FM of aggregate A ? **2.29**
Q4.Classify aggregate B according to BS standard limits ? **Not within BS**
Q5.Regarding gradation aggregate B can be described as ? **Single size**

❑**Q24(Years).**A sieve analysis test was performed on a sample of CA . The whole aggregate passed sieve 20mm and retained on sieve 10mm . Calculate the FM ?

Ans. FM= $\frac{0+100*7}{100}$ = 7

Sieve	Cumulative retained %
20 mm	0
10 mm	100
5	100
2.4	100
1.2	100
0.6	100
0.3	100
0.15	100

❑**Q25(Years).** In the sieve analysis test , it was found that all the aggregate passed sieve 10mm and retained on 5 mm , The FM is ?

Ans. FM= $\frac{0+100*6}{100}$ = 6

Sieve	Cumulative retained %
10 mm	0
5	100
2.4	100
1.2	100
0.6	100
0.3	100
0.15	100

❑**Q26(Years).** The sieve that separates clay from fine aggregate is ?

Ans. #200 (0.075mm)

EXP6:Los Angeles

- **Hardness**: Resistance to degradation and wearing (abrasion)

❖We put the aggregate in the cylinder with steel balls and then the machine starts and the steel balls hits the sample by apply (dynamic load) and we are crush the aggregate .

❖. نضع الحصمى في الإسطوانه مع الكرات المعدنية ومن ثم تطبيق الحمل إلى أن تتفتت الحصمى

So if we want to know how amount of the sample is crushed we sieve the sample by standard **sieve #12 .**

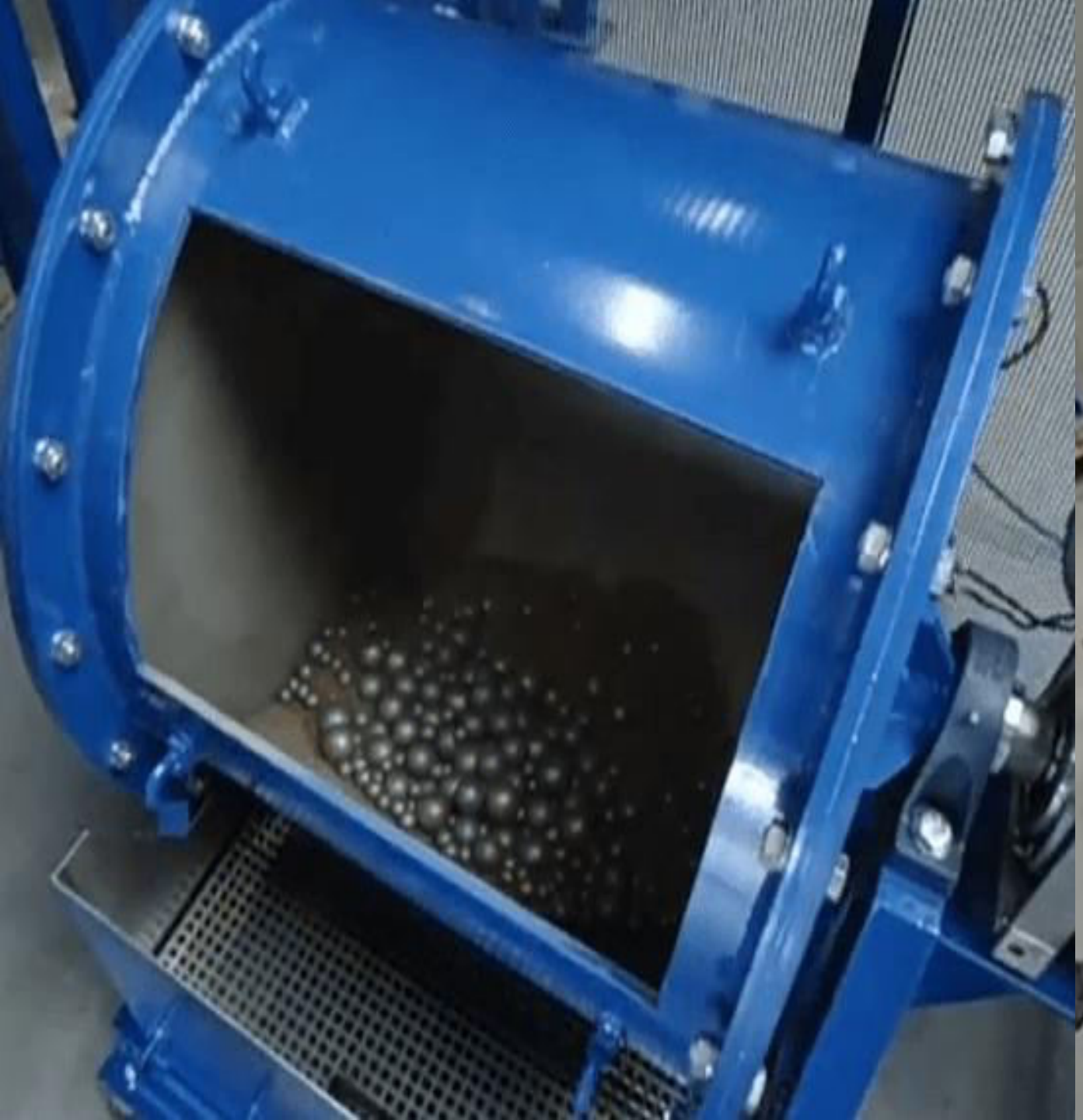
✓**Note :** If the sample is not hardened(طرى) its will be over crushed (تفتت أكثر) **so**

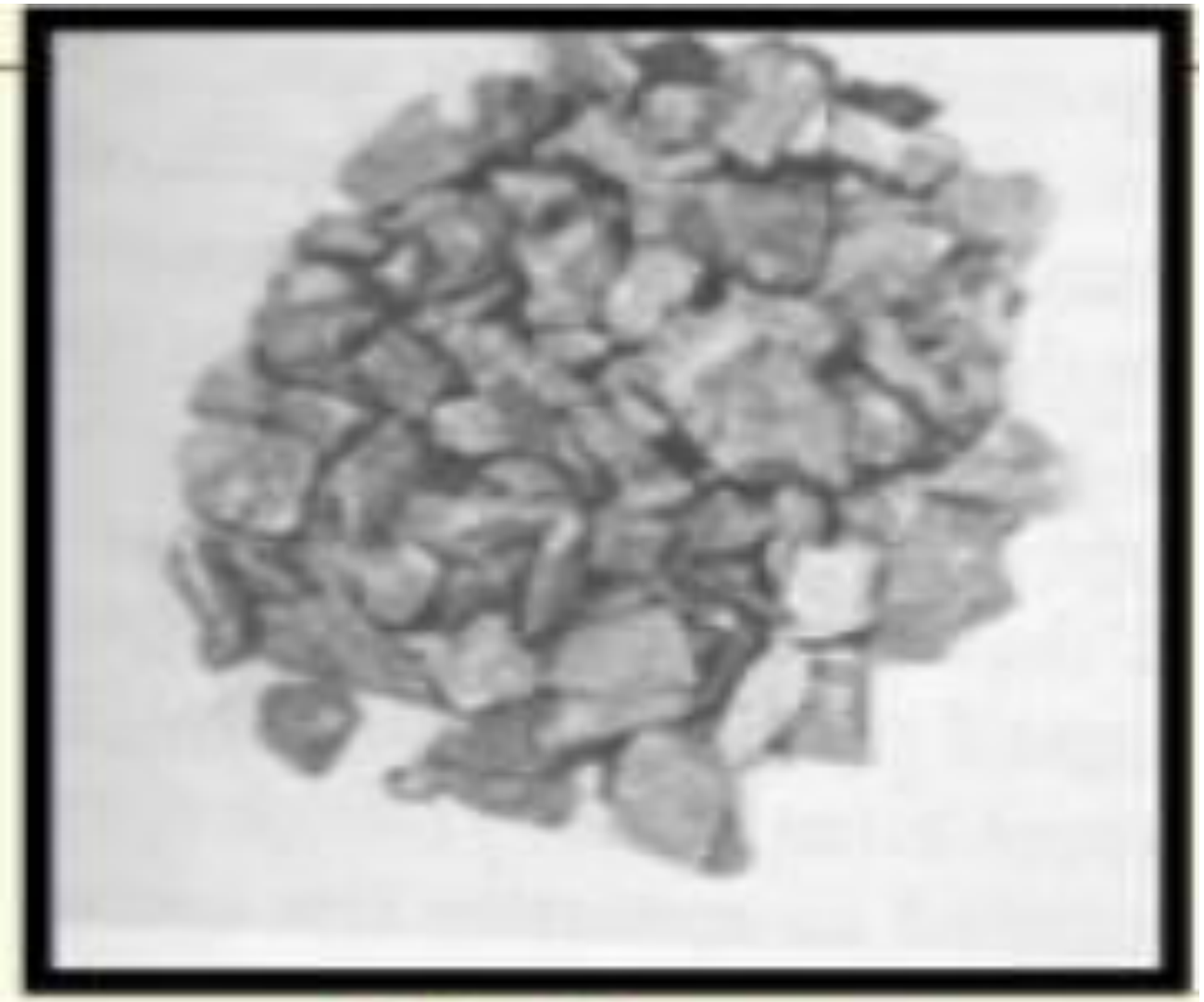
LA value is High .

Steel balls

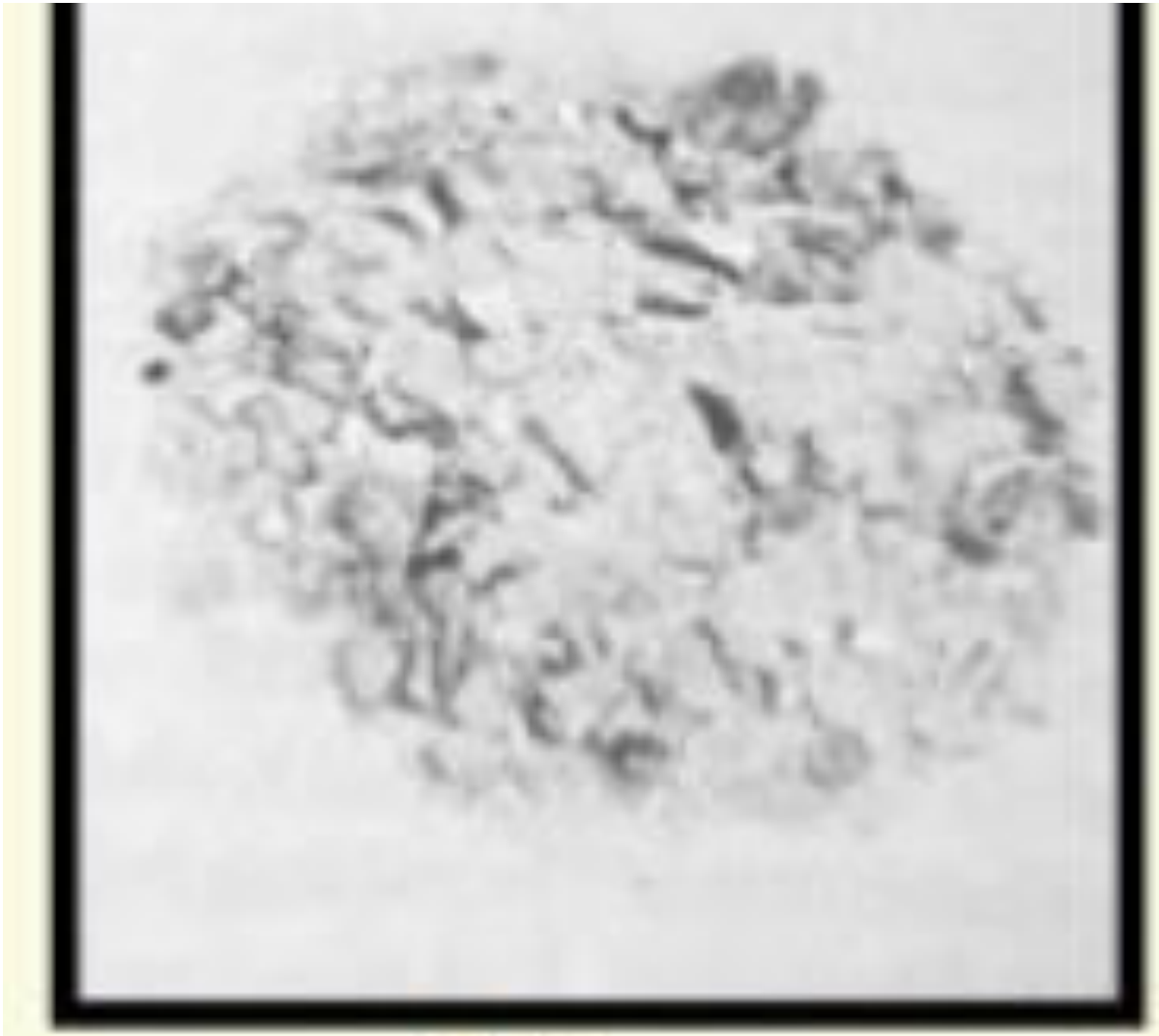
Before

After





Before



After

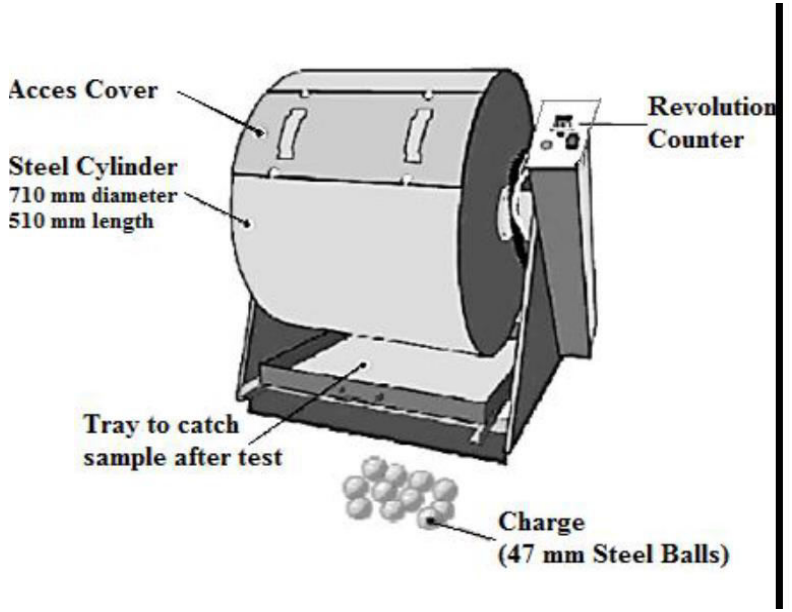
- Abrasion $\%= \left\{\frac{W_1 - W_2}{W_1}\right\} * 100\%$

Note : $W_2 < W_1$

✓Indication about its **quality** as shown in the table .

- W_1: Weight of aggregate **before testing** (g)
- W_2:Weight of aggregate **retained** on sieve #12 after testing (g)
- W_1- W_2= weight of **passing** sieve #12

Weight of aggregate before testing (g)	Weight of aggregate retained on sieve #12 after testing (g)	Abrasion %



LA	Quality	Strength (MPa)	Uses
> 45	Don’t use it		
35-45	Low quality	< 20	Non-structural
25-35	Medium quality	25-40	Houses + structural using
15-25	High quality	45-60	Houses + structural using
Very high	very high quality	> 65	Bridges

LA and Strength is inverse relation .

Note:

الأرقام ليست بالدقة ويوجد هناك **مراحل انتقالية**

- **Los Angeles abrasion testing machine :**

The machine rotated at a **speed** of 30 to 33 rev/min. the machine shall be rotated for **500 revolutions** for **15** min .

❖**Speed and LA values is inverse relation .**

❖ **Steel Balls decrease LA values decrease .**

Grading (Table 10.1)	Number of spheres	Number of balls (Large / Small)
A	12	6 / 6
B	11	5 / 6
C	8	4 /4
D	6	3 / 3

التصنيف وعدد الكرات التي استخدمنها وفق التصنيف

❑**Q27(Years).**The following are the results of LA test :

The initial weight of sample before sieving = 5400gm

The weight after sieving and before test = 5000gm

The weight after testing and sieving = 4000gm

Calculate LA value ?

Ans.

$$\text{Abrasion \%} = \left\{\frac{W_1 - W_2}{W_1}\right\} * 100\%$$

$$\frac{5000-4000}{5000} * 100\% = \mathbf{20\%}$$

❑**Q28(Years).**The following are the results of LA test :

weight of sample after sieving on the #12 test sieve and before putting in LA machine = 4.5kg

weight of sample after finishing test and sieving on sieve #12 = 4kg

Calculate LA value ?

$$\text{Abrasion \%} = \left\{\frac{W_1 - W_2}{W_1}\right\} * 100\%$$

$$\frac{4.5-4}{4.5} * 100\% = \mathbf{11.11\%}$$

• Concrete Workability and Admixture :

- Fresh Concrete (الخرسانة الطازجة) : (هي الخرسانة عندما تنزل من الخلاطة) :
ولديها الكثير من الخصائص **وأول خاصية** هي
- Workability : The **easiness** for produce concrete (سهولة إنتاج الخرسانة)

❖**Produce concrete** (إنتاج الخرسانة): وهي **مجموعة مراحل** تتكون من

1- Batching (تحضير الكميات)
2- Mixing (الخلط)
3- Dis-Batching (تنزيل من الخلاطة)
4- Transportation (نقل الخرسانة)
5- Pouring or Casting (الصب)
6-Compaction(الدمك أو الرص)
7- Finishing (تسوية السطح النهائي)

So the Workability **defined** : Easy to do **all** of these steps .

✓So we divided the workability to four science branches :

لذلك تم تقسيم التشغلية إلى **أربع أقسام علمية**

1- Mobility : Ability for concrete to **Flow** and **fill** the framework(الطوبار) and coat steel bars(يغطي قضبان الحديد مثل المعطف) .

Q. Increasing water content (increases) the mobility of concrete mix .

2- Stability : Ability of concrete to remain **cohesive** and **homogeneous** during the production (No-Segregation and No-Bleeding) .

Q. Using **Superplasticizer** (decreases) the stability of concrete mix

Segregation

إنفصال الحبيبات عن بعضها البعض ووجود فراغات هوائية

Bleeding

خروج الماء إلى السطح مصطحبا معه بعض الإسمنت إلى السطح وبعض مكونات الخلطة الناعمة .

3- Compatibility : Ability of concrete to be **compacted** minimum volume without Segregation or Bleeding.

عملية طرد الهواء بواسطة الرجاج

4- Finishability : Easiness for Produce the **final** required **shape** of concrete .

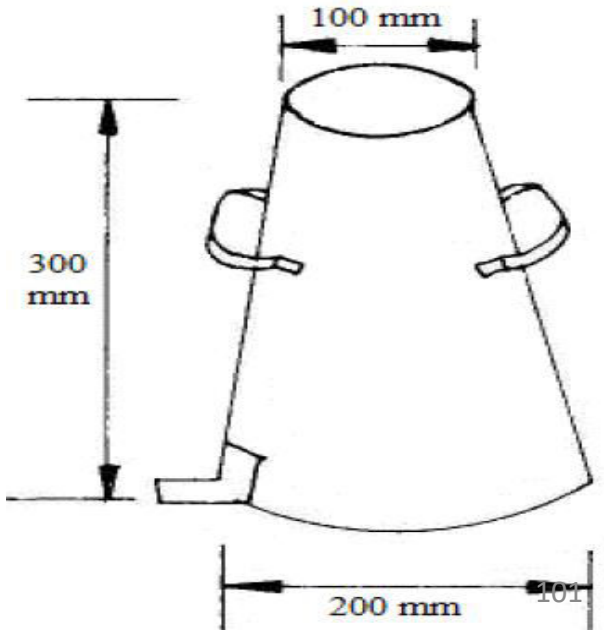
سهولة إنهاء سطح الخرسانة

لا يوجد جهاز حتى الأن قادر على قياس التشغلية **شاملا تلك النقاط الأربعة** لذلك سنناقش مجموعة من الأجهزة التي مختصة بقياس التشغلية .

- There are many of devises for **measure** the workability :

1- **Slump test :**

نحضر القالب ونصبه على **ثلاثة طبقات** وفي كل طبقة نعبي **ثلث** الحجم تقريبا ومن ثم نعمل الرص **25** ضربة ومن ثم الطبقة الثانية وننزل مسافة مقدراها تقريبا **1 سم** بين الطبقتين ونفعلها لكي يزيد التماسك بين الطبقتين ولا تكون ضعيفة ونضرب 25 ضربة والطبقة الثالثة نفس الشئ ومن ثم نرفع القالب ولا بد من **نزول الخرسانة مقدار معين** وسنوضحه بالتفصيل .



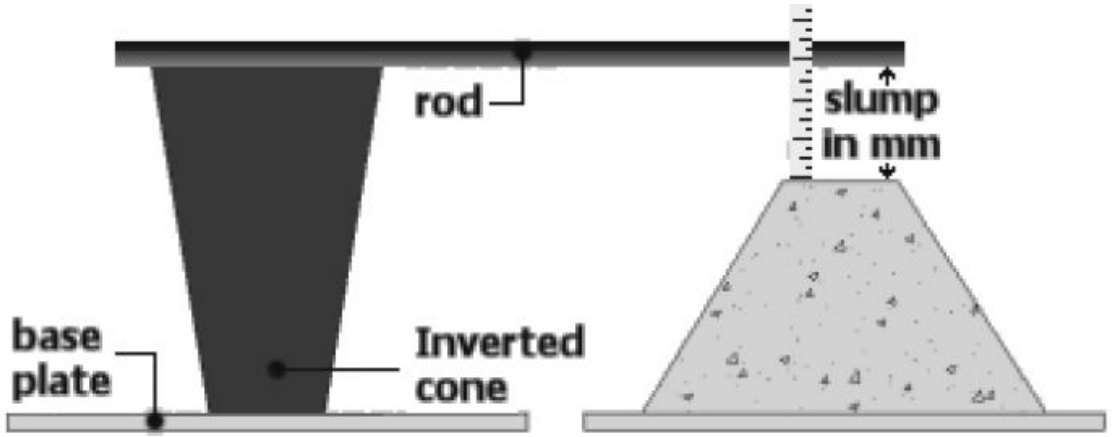
❖**Slump**: Difference between height of the concrete before removing slump cone (mold) and height of the concrete after removing of slump cone .

ما الذي **يهمني** من هذا الرقم ؟؟

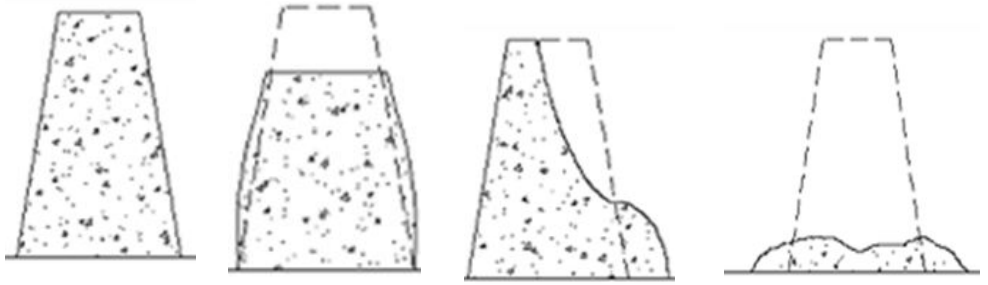
1- كلما زاد الرقم كلما زاد حركة الخرسانة وهذا هو المطلوب لانه يعبر عن الخاصية الأولى (الموبيلتي)

2- يعطيني درجة **تصنيف** التشغلية .

Slump	Workability (التشغيلية)
Very Low	<2cm
Low	(3-5) cm
Medium	(8-10) cm
Height	(15-18) cm
Very high	> 18 cm



❖Types of Slump :



1- **Zero** Slump : جافة جدا ولا يوجد بها ماء

2- **True** Slump : خلطة متجانسة و ثابتة

3- **Sher** Slump : وجوده دلالة على **شيئين**

الضرب على طرف **وإهمال** الطرف الأخر و أن تكون الخرسانة نفسها **ضعيفة** أو يوجد **تعشيش** بها **ويجب إعادة الفحص للتأكد** .

4- **Collapse** Slump : **إنهيار** الخرسانة وتكون قيمة **التشغيلية** عالية جدا او فيها كمية مياه كبيرة أي ضعيفة جدا ويمنع ان تصب إلا في **حالة واحدة** :

أن تكون **قاصدا** الحصول على هذا النوع عن طريق إضافة **مادة مميعة** فهي تزيد التشغلية وإثبات أنه لا يوجد تعشيش وهذا يتم عن **طريق جهاز أخر** .

❑Notes :

- If the workability high this mean we can do these steps (production) easy but also that mean its very high probability to be a segregation or bleeding .

إذا كانت التشغيلية عالية فهذا دليل على سهولة إنتاج الخرسانة لكنه قد يدل على وجود التعشيش ايضا .

- Slump test cant determine the stability, only we know indication about it and if is there segregation or not so we will use **another device** and we will talk about it in the next slide .

الإختبار الأول يحدد الثبات فقط ولكن تحديد وجود التعشيش فهو غير قادر على تحديده ونستخدم جهاز ثاني .

- **Superplasticizer”FlocreteSP95”** : **Increase** the workability of concrete without **any effect** on the strength and the water-cement ratio must be preserved with no change .

المادة المميعة تزيد التشغيلية دون التأثير على القوة و نسبة الماء إلى الإسمنت

- **Slump test** is **not useful** for concrete of very low and very high workability.

الإختبار الأول غير ملائم ل التشغيلة العالية جدا والقليلة جدا .

- In **Jordan** we preferred the slump number from **(8-12) cm .**
- **Q.** concrete of very high workability containing (**Superplasticizer)** give usually gives collapse slump .

Q(Years).This apparatus is called ?

This apparatus is most suitable for concrete of the **medium workability .**

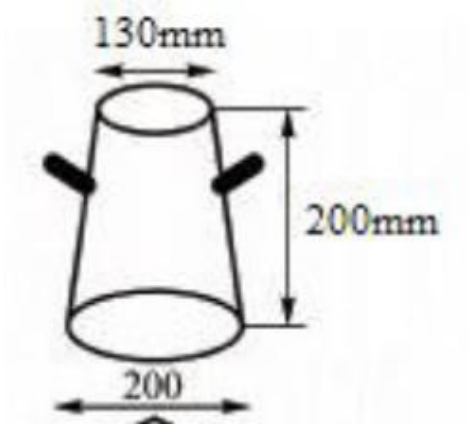
2- Flow Table test : this test is for measure stability (No-segregation and Cohesive)

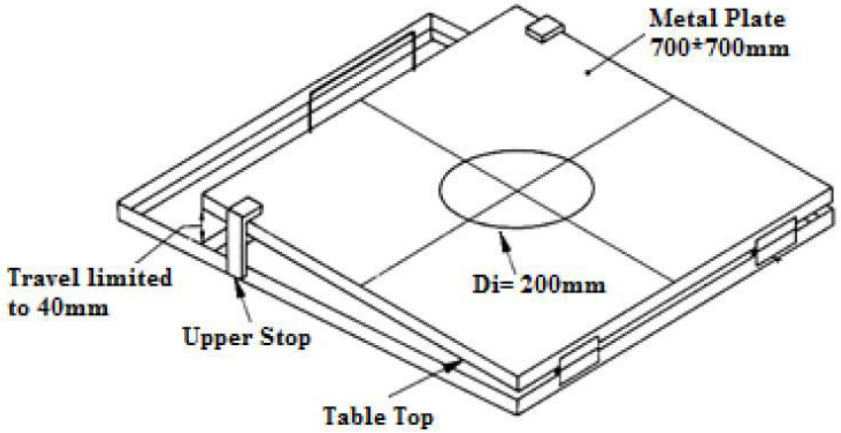
هذا الجهاز مخصص ل قياس **الثبات** أي وجود تماسك وعدم وجود تعشيش

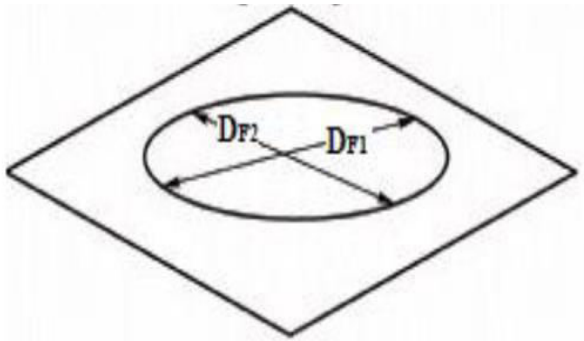
مبدأ العمل :

قالب فيه خرسانة ومقاساته مختلفة عن المستخدم في الإختبار الأول فنصب الخرسانة على طاولة وهي مثبتة والمسموح فقط هو الحركة الرأسية بمقدار 1 انش فنرفع الطاولة ومن ثم نسقطها فجأة وبعد 15 ضربة نجد أن الخرسانة قد انتشرت على هذه الطاولة , ناخذ قطرين متعامدين

هو **أفضل إختبار** ل معرفة وجود التعشيش أم لا .







➢ **Flow**= $D_{avg}=\frac{D_1+D_2}{2}$ in (mm units) Flow and Workability **(علاقة طردية)**

➢ **In DIN(** المواصفة الألمانية) :

➢ **Flow** = $(\frac{Df-Di}{Di})*100\%$ D_i= diameter of cone

$D_f=\frac{D1+D2}{2}$

D_{avg} Values

- 300 mm: **Low** workability .
- 400 mm: **Medium** workability .
- 500 mm :**High** workability.

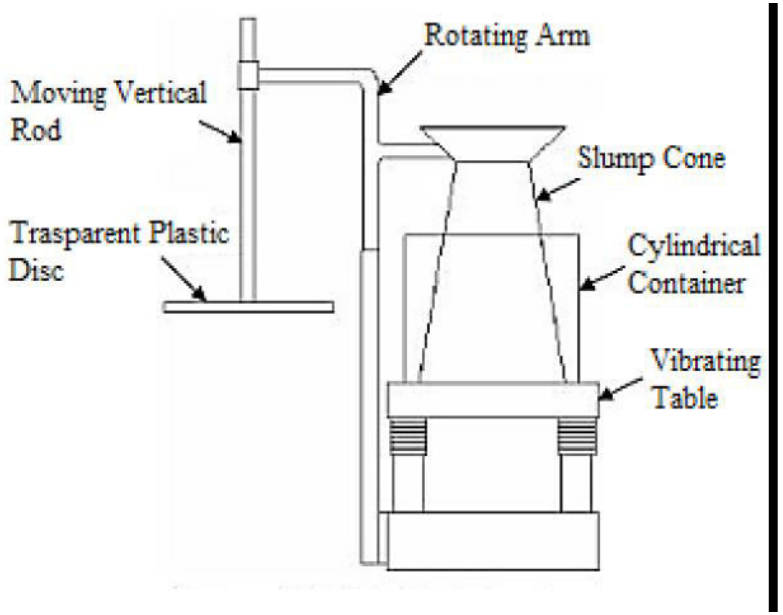
إذا وجدنا أن الحصمى موجودة على الأطراف فهذا **دليل على وجود التعشيش** .

3-Vebe Test(VB) :

مبدأ العمل :

طاولة قابلة للإهتزاز , نعمل الفحص الأول كما فعلناه سابقا بالضبط

صب الخرسانة في ثلاثة طبقات وفي كل طبقه الضرب 25 ضربة وتكون النتائج كما تم أخذها مسبقا , ثم نضع شفرة بلاستيكية فيضغط على الخرسانة ومن ثم تشغيل الجهاز ونبدء بالتوقيت وعندما نجد أن الخرسانة قد تحولت إلى شكل إسطواني نوقف المؤقت .



❖VB time and Workability (علاقة عكسية)

❖VB time and Compaction (علاقة طردية)

هذا الفحص له **ميزيتين:**

1- يقوم بعمل الجهاز الأول

2- يفرق بين عينيتين لديهما **التشغيلية قليلية جدا** من خلال الزمن

✓ **Cant be used** for High and Very high Workability and Collapse slump .

✓Its **very good** for Low and very low workability

عيوبه :

يحتاج كهرباء و سعره غالي و أصعب في العمل

4- Kelly Ball test (Ball penetration test):

مبدأ العمل :

عند نزول الخرسانة من الخلاطة , نقوم بتسوية السطح ومن ثم وضع الكرة على سطح الخرسانة , عندما وضع وزن ثقيل وهو 7.5 كيلو غرام تقريبا وهي الكرة على سطح طري فسيزل السطح ونقيس المسافة وكلما زادت المسافة يعني أن التشغلية أعلى .

ميزاته :

سريع جدا

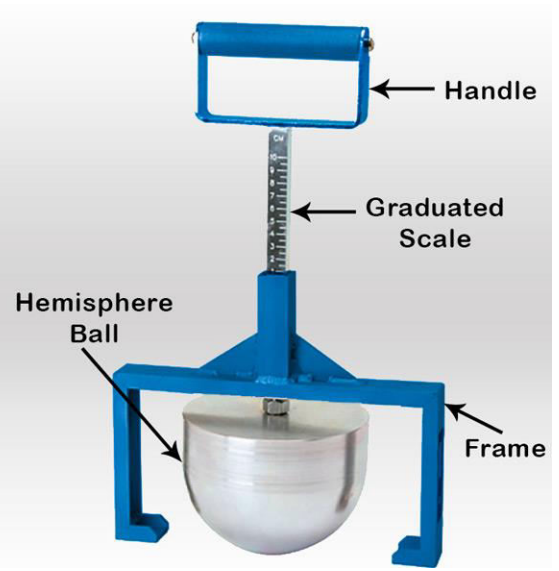
معرفة التشغيلية بعد الصب

عيوبه :

لا يصلح ل التشغيلية العالية لانه سوف يغطس

لا يصلح ل التشغيلية القليلة لأنه لن ينزل في العينة

دقة قليلة ولا يمكن الإعتماد عليه



❑**Q30(Years).** The apparatus shown in the figure is called (**Kelly Ball ,Ball penetration**) and is used to measure the **workability** of concrete .

❑**Q31(Years).** Compared to the other four apparatus what is the main advantage of this apparatus ?

Ans. Can test workability after casting .

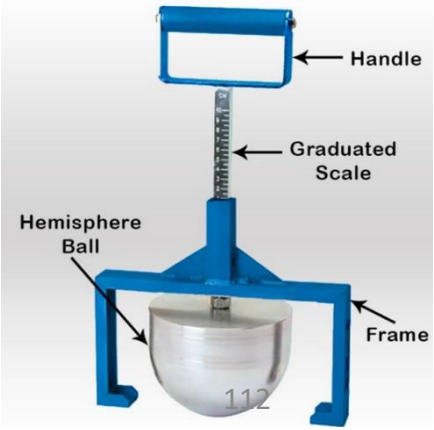
❑**Q32(Years).** What are the main problems that may be encountered using this apparatus ?

لا يصلح ل التشغيلية العالية لانه سوف يغطس

لا يصلح ل التشغيلية القليلة لأنه لن ينزل في العينة

دقة قليلة ولا يمكن الإعتماد عليه

❑**Q33(Years).** The value of the test are reported in **cm units .**



5-Compacting factor test :

مبدأ العمل :

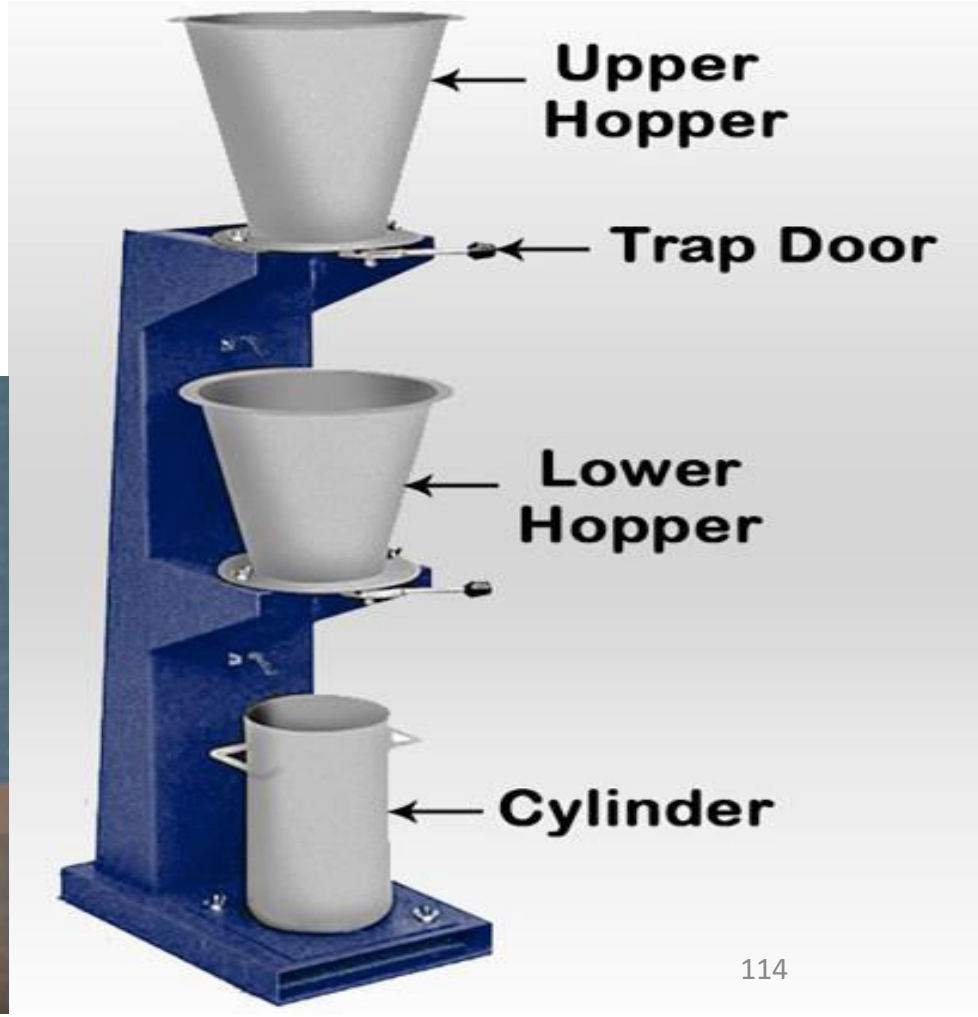
يتكون من ثلاثة أجزاء : قالب كبير ومن ثم قالب أصغر ومن ثم إسطوانة ومن ثم نضع الخرسانة في هذه القوالب وعند هذا القالب له **باب** يمكن فتحه وفي حال تم فتح الباب تنزل الخرسانة إلى القالب الأوسط ومن ثم نعمل تسوية ل السطح بعد ذلك نفتح الباب وتنزل الخرسانة إلى الإسطوانه ونعمل تسويه ونقوم بتوزينها فارغة ونوزنها وهي ممتلئة ب الخرسانه وإذا كنا نعلم وزن الإسطوانه فنستطيع معرفة وزن الخرسانة لوحدها ويكون الوزن هنا **وزن غير مرصوص .**

ثم نضع الإسطوانه على **طاولة الإهتزاز** فتهتز العينة وكأننا قمنا بعملية الرص وكلما قل المستوى نضع بدل النقص حتى يصبح وزن كامل مرصوص .

- Compacting Factor(CF) = $\frac{W_{uncompacted}}{W_{compacted}} = \frac{unit\ weight(density)\boldsymbol{uncompacted}}{unit\ weight(density)\boldsymbol{compacted}}$

- **Same Volume** and its sure < 1

- CF number and workability (علاقة **طردية**)



❑**Q34(Years).** A concrete mix has the following proportions :

Cement 400 $\frac{kg}{m^3}$, water 200 $\frac{kg}{m^3}$, CA 1000 $\frac{kg}{m^3}$ and FA 750 $\frac{kg}{m^3}$.

The mix was tested for compacting factor using a cylinder of 150mm diameter and 300mm height , the net weight of the uncompacted concrete that cylinder filled with 10.60kg . The cylinder is 0.15m diameter and 0.30m height . **Calculate the compacting factor ?**

Ans. Density = 400+200+1000+750= 2350 $\frac{kg}{m^3}$

Weight = Density * Volume = 2350*$\frac{3.14}{4} * 0.15^2 * 0.3$ = 12.455 kg

CF=$\frac{10.6}{12.455} = \mathbf{0.85}$

❑**Q35(Years).** A concrete made of 500kg cement , 200 water , 900 CA and 900 FA per cubic meter of concrete has an uncompacted density2000 $\frac{kg}{m^3}$ what is the CF ?

Compacting Factor(CF) = $\frac{W_{uncompacted}}{W_{compacted}} = \frac{unit\ weight(density)\boldsymbol{uncompacted}}{unit\ weight(density)\boldsymbol{compacted}}$

$=\frac{2000}{2500}$ = 0.8

▪**Q36(Years).** concrete of very high workability containing **Superplasticizer** give collapse slump it should be tested for possible (workability) using (flow table test) .

❑**Q37(Years).** Indicate the most suitable workability in each of the following case :

1- Concrete of very low workability **: Vb test**

2- Concrete of expected segregation : **Flow table test**

3- Fresh concrete already placed in large forms : **Kelly ball test**

4- Mostly used for site concrete of medium workability : **Slump test**

❑**Q38(Years).** If a concrete of CF=1 is tested in the slump test the value will be **(very high)** .

❑**Q39(Years).** According to German test (DIN) , the units in the flow table test are ?

Ans. mm

❑**Q40(Years).** The compacting factor is ?

Ans. Ratio between weight of uncompacted concrete to weight of compacted concrete

- **Q41(Years).** According to ASTM , the number of blows are required for one layer in the slump test is ?

Ans. 25

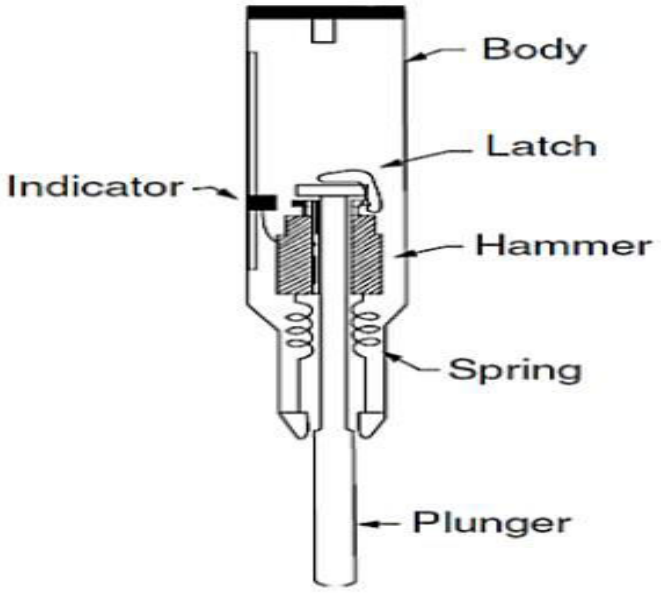
❖Non-destructive testing :

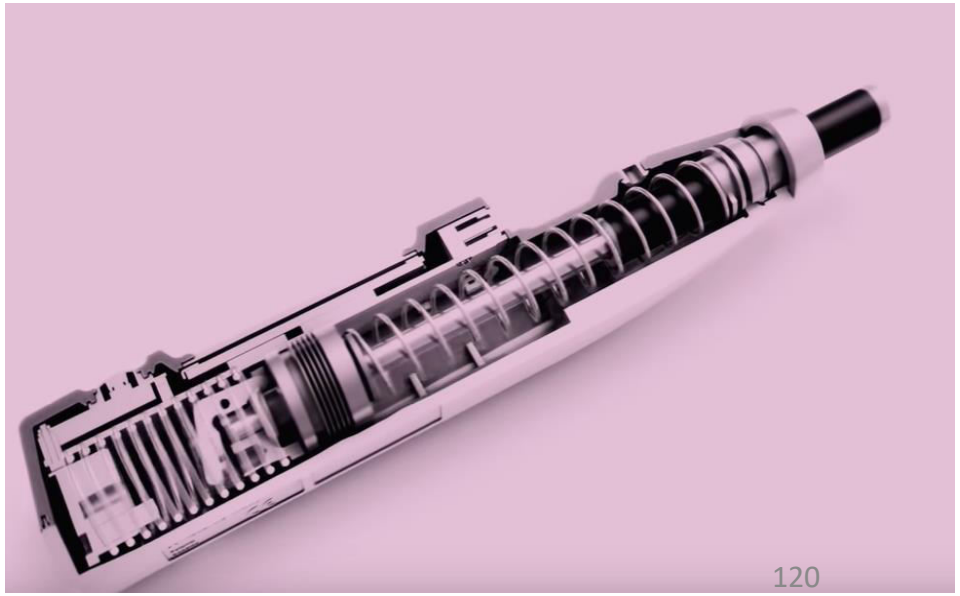
معرفة خصائص الخرسانة بحيث لا **تدمر** ولا **تخرب** الخرسانة إنشائيا وترك المبنى **بشكل مقبول** ل الزبون

- We will discuss **Two** methods :

1- **Rebound number** (Schmidt Hammer or **impact** hammer)

2- **Ultra Sonic Pulses Velocity in Concrete** (USPV)





❖**Rebound number** (Schmidt Hammer or impact hammer) :

نطبق **صدمة** ل السطح ونرى كم **الإرتداد**

ف بمقدار **<u>قوة السطح</u>** يكون الإرتداد أقوى فالضرب على سطح الحديد بالتأكيد ليس مثل الضرب على سطح طيني .

ويوجد لدينا أيضا على الجهاز منحنى بياني يمثل العلاقة بين رقم الإرتداد و إتجاه الضربة فقد تكون الضربة من الأسفل أو الأعلى أو جانبية وقوة الخرسانة .

يظهر لنا رقم يعبر عن الإرتداد ويوجد علاقة بين هذا الرقم وقوة الخرسانة

<u>إتجاه الجهاز :</u>

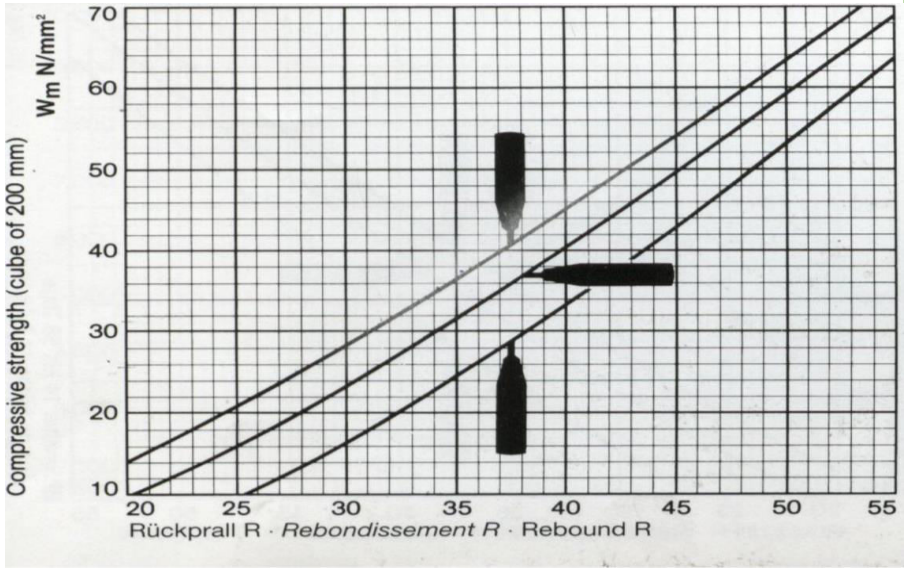
السقف : الأعلى

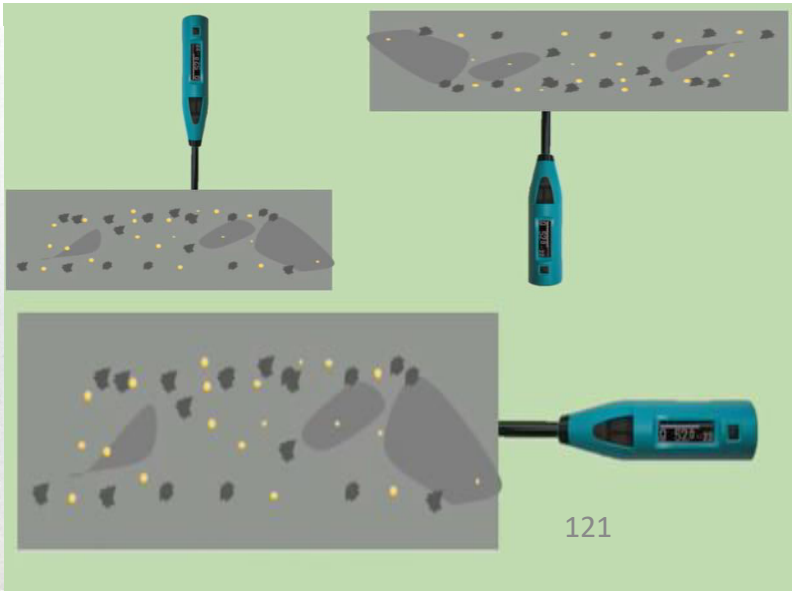
العامود : الجانبي

الأرض : الأسفل

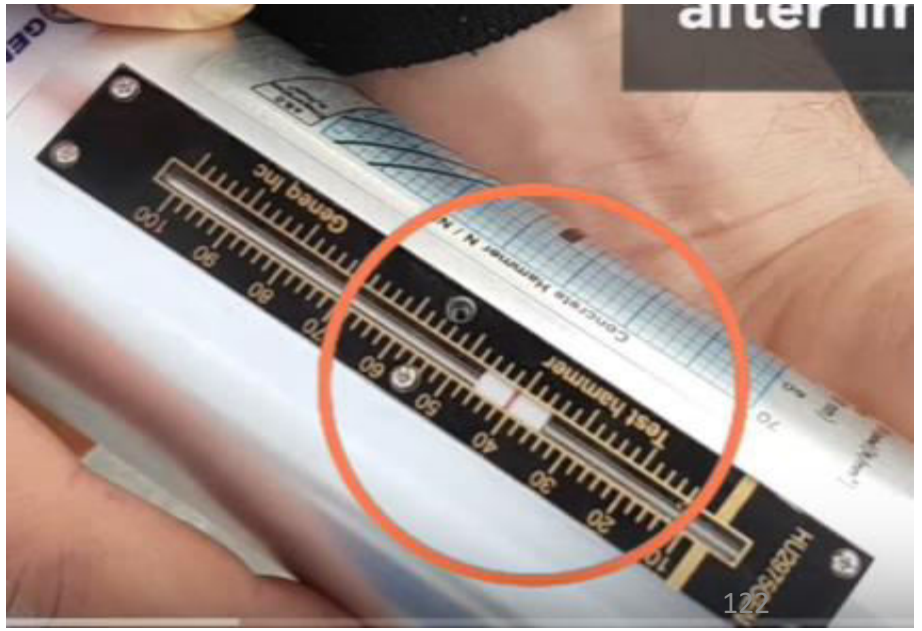
<u>ملاحظة :</u>

إذا استخدمنا الجهاز ل الحائط و مرة ل العامود **فكل واحد يحتفظ بنتائجه** ويكون لكل **واحد مدى**

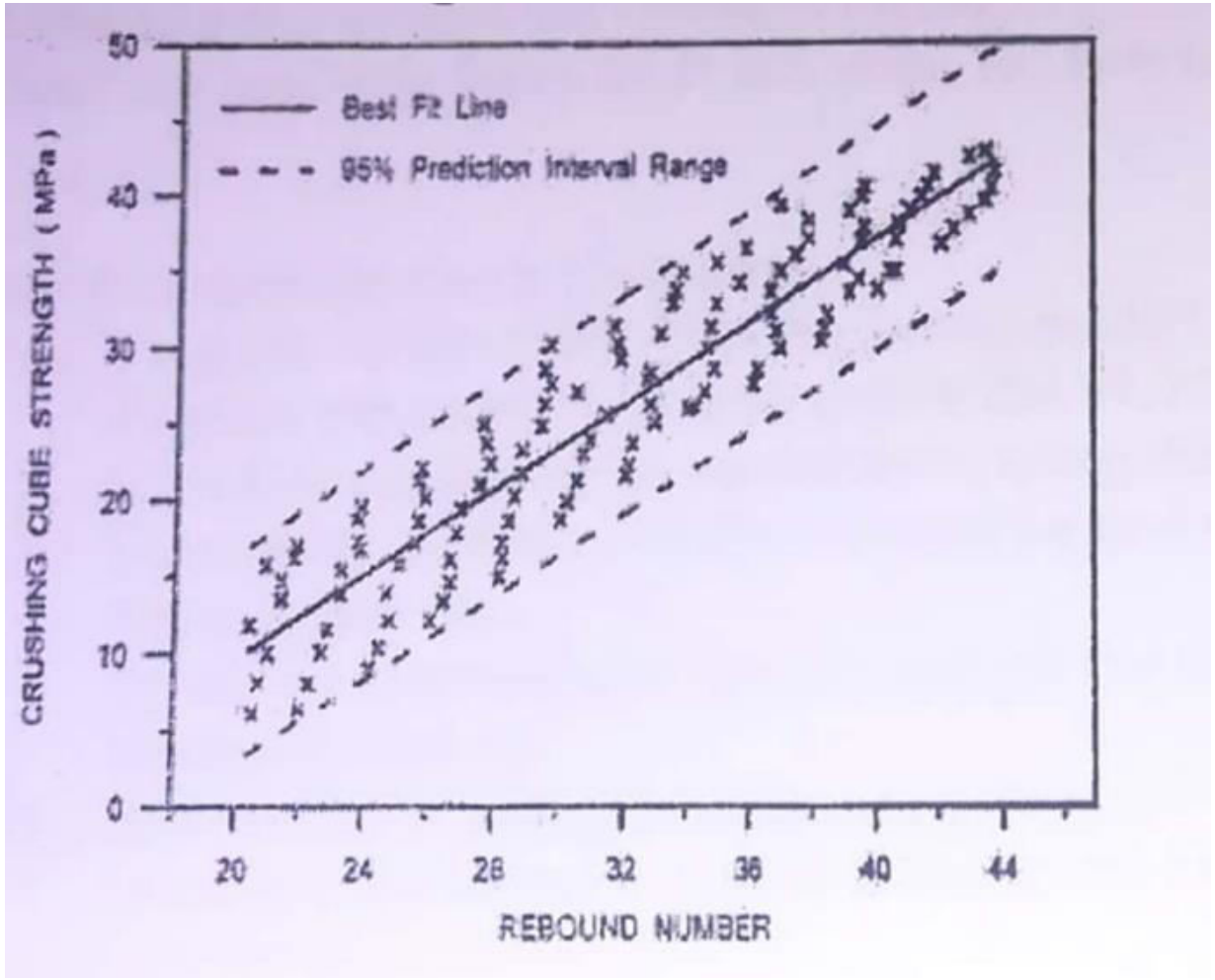




- هذا الجهاز **تقريبي جدا** لأنه يمثل السطح **ولنفرض** أن السطح يكون قويا وأن خلفه يوجد فراغات هوائية أو تعشيش فهذا الجهاز غير قادر على المعرفة فبالتالي فهو لا يكشف القوة الحقيقية ل الخرسانة بل يكشف **قوة السطح** وهو يخترق تقريبا مسافة **3 سم** فقط .
- إن كانت الضربة بالصدفة على حصمى سيكون الرقم عالي أو على فراغ هوائي سيكون الرقم قليل أو إذا كانت الأرضية فيها رطوبة أم لا لذلك **لا نعتمد على قراءة واحدة** وناخذ على الأقل 10 قراءات والقيم العالية جدا أو المنخفضة جدا نقوم باستبعادهم
- **وسنوضح ألية الحساب لاحقا .**



- لذلك تم أخذ قراءة من الجهاز وأخذ عينة من الخرسانة و**نقارنهم** ووجدوا أن الفرق بينهم 50 % لذلك تم إيجاد المنحنى الموجود في الاسفل وسيكون هناك أفرج وستكون القيم أقرب للصحة



الخط الأعلى : Max

الخط الأوسط :Avg

الخط الأدنى :Min

ملاحظة :

إذا استخدمنا الجهاز ل الحائط و مرة ل العامود **فكل واحد يحتفظ بنتائجه** ويكون لكل **واحد مدى**

❖**Factors** affect the test(Re) results(العوامل المؤثرة في الإختبار):

1-Temperature : علاقة طردية

2-Moisture Content : Dry **higher** values than wet

3-Age of Concrete : علاقة طردية

4- Surface **Carbonation** high values of Re

باقي العوامل تم ذكرها **سابقا** في الشرح .

❖The main reason behind its **popularity** is its (أسباب إستخدام هذا الجهاز)

1-Simplicity (البساطة)

2-Easiness(السهولة)

3-low cost (قلة التكلفة)

- **Q42(Years).** The following are the rebound hammer reading on a retaining wall .

44,40,20,42,46,41,45,62

Avg = 42.5

Avg+6=48.5

Avg-6=36.5

44,40,42,46,41,45

Avg = 43 = Re

The indicator shows value in an **unitless number**

The apparatus is based on **impact resistance**

- **Q43(Years).** Which of the following does not effect the results of Schmidt hammer readings **presence of deep cracks** .

- **Q44(Years).** In testing strength by the rebound (Schmidt) hammer , the minimum number of readings at a certain location is ?

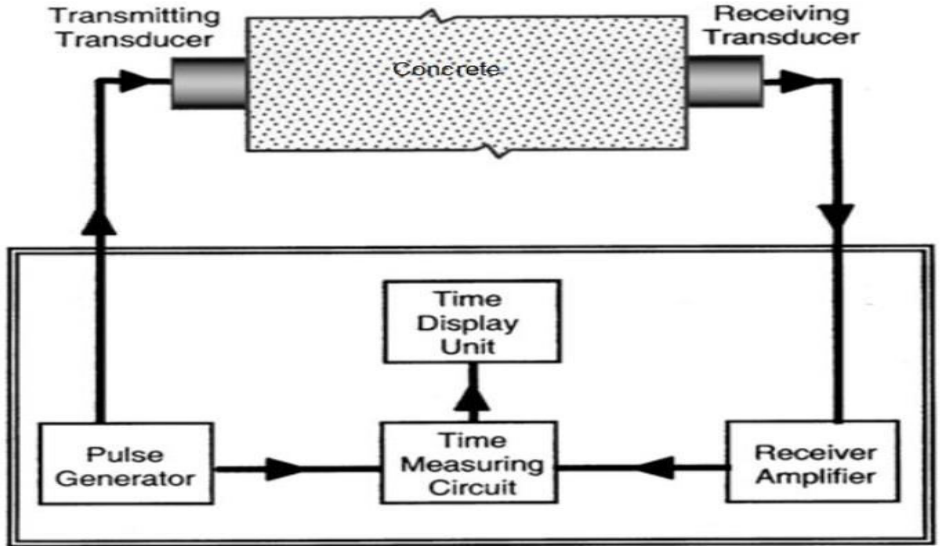
Ans. 10

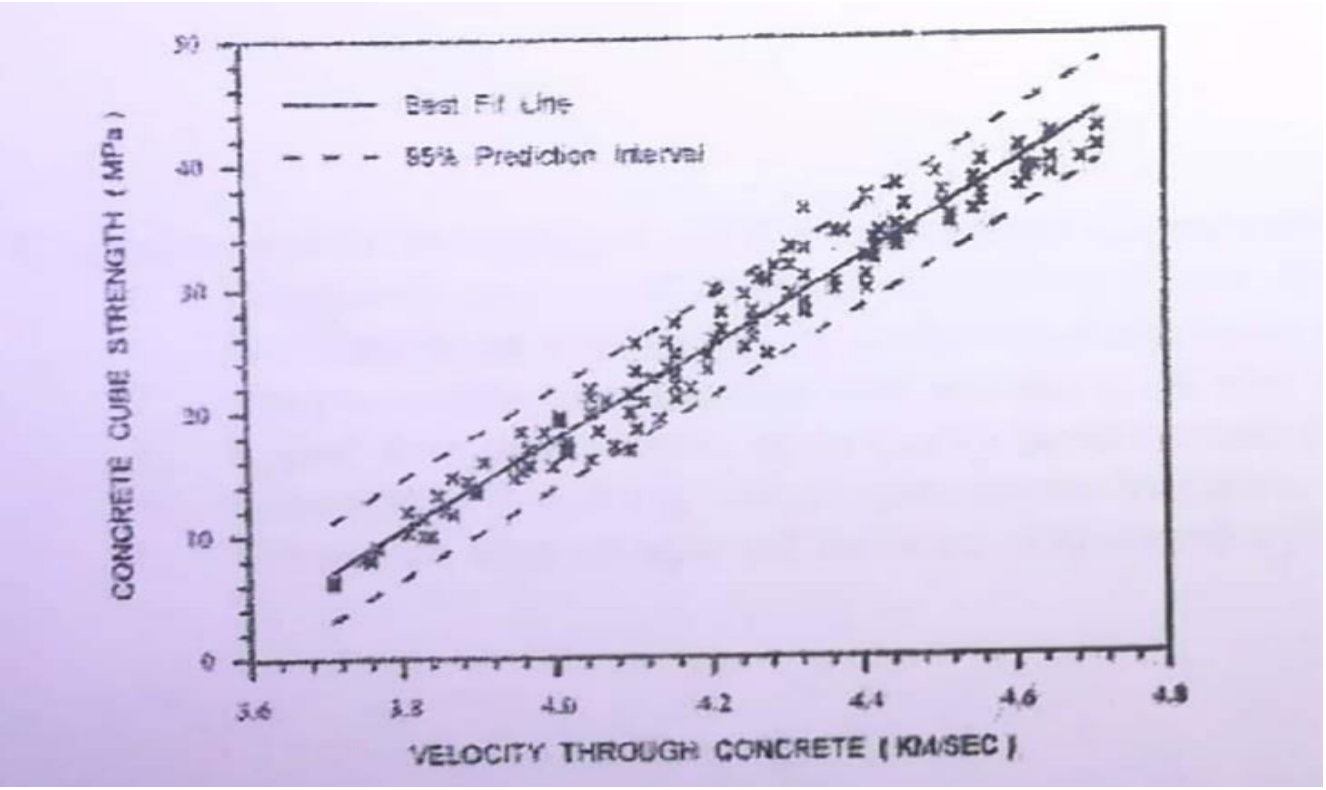
❖Ultra Sonic Pulses Velocity in Concrete (USPV):

إرسال موجات فوق صوتية تمر عبر الخرسانة ويكون لدينا مؤقت لقياس الزمن الذي تستغرقه الموجات للمرور عبر الخرسانة ثم نقوم بحساب السرعة وبعد ذلك نجد قوة الخرسانة من خلال منحنى أكثر دقة من تلك الطريقة السابقة لأنها تمر من خلال الخرسانة أي يعني قد مرت عبر الفراغات الهوائية .

$$\text{Velocity} = \frac{L(Between\ Transducer)}{T(\mu sec)}$$

- Higher velocities indicate good quality and continuity of the material, while slower velocities may indicate concrete with many cracks or voids .





Max : الخط الأعلى
Avg: الخط الأوسط
Min: الخط الأدنى

- Ultrasonic Pulse Velocity **<u>can be used to</u>**:

1-Evaluate the quality and homogeneity of concrete materials

2-Predict the **strength** of concrete

3-Estimate the **depth of cracks** in concrete.

4-Detect internal flaws, cracks, honeycombing, and poor patches.

سؤال سنوات مهم وتكرر أكثر من مرة وطريقة حله موجودة في التقارير

❑ $Q45(Years)$

8.3.1.1. Pulse Velocity

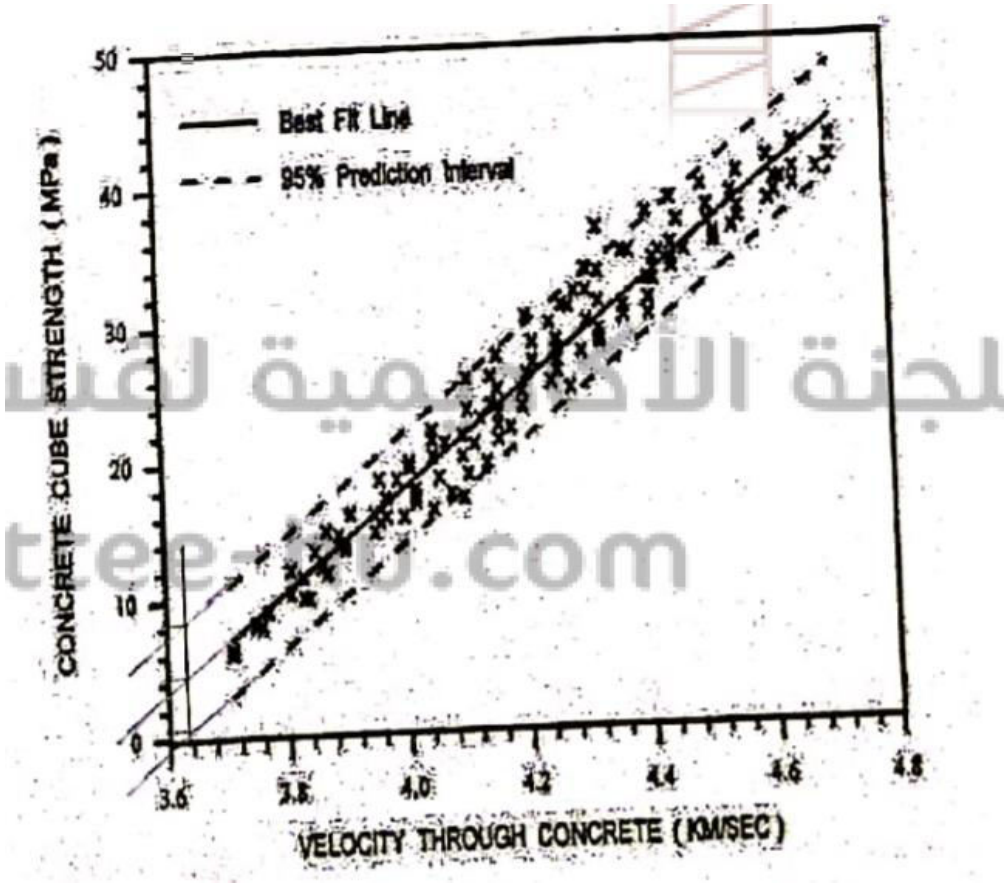
Reading #	1	2	3	4	5	6	7	8
T (μsec)	27.8	27.4	28.6	27.3	27.5	27.1	27.3	27

$T_{(avg)} = \frac{\Sigma T}{8} = 27.5$ μsec

$V_{(avg)} = \frac{L}{T_{avg}} = \frac{100 * 10^{-3}}{27.5 * 10^{-6}} = 3636.36$ m/sec $= 3.636$ Km/sec

σ_{avg} (Mpa)= 4 mpa

σ_{range} (Mpa)= (1 - 8) mpa OK



- **Destructive Testing:**

- **Compressive Strength** of **Cubic** Concrete Specimens .
- **Compressive Strength** of **Cylindrical** Concrete Specimens .
- **Splitting Tensile Strength** of **Cylindrical** Concrete Specimens .
- **Flexural strength** of Hardened Concrete Specimens .

ما نريد فعله هو كسر المكعبات ومقارنة النتائج مع الطرق التي تم أخذها سابقا .

- **Strength** divided into :

1-Tension 2- Compression

- **Tension** divided into to two types

1-Direct(**hard** to do it) 2- Indirect

- **Indirect** divided into two types :

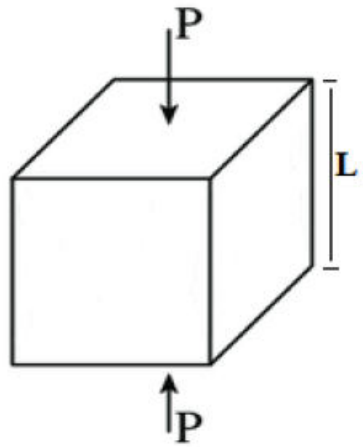
1- Splitting 2- Flexural

- **Flexural** divided into two types :

1- One-point Load (Central Point Load)

2- Two point Load

❖**Compressive Strength** of Cubic Concrete Specimens .



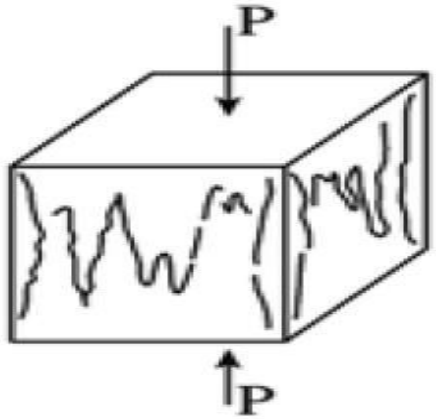
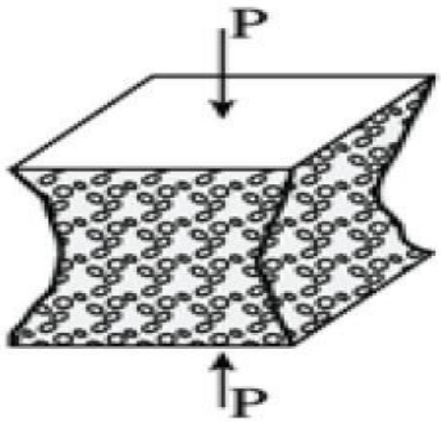
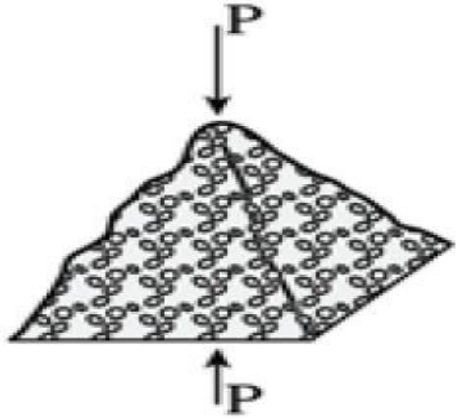
$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{P}{L^2}$$

σ : compressive strength (MPa)

L: dimension of cube (mm)

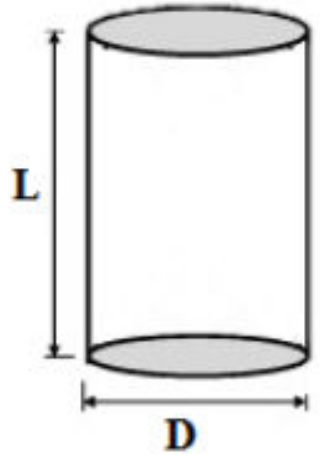
P: Maximum Applied Load (N)

Table 21.1: Satisfactory failure and some of un-satisfactory failures

Satisfactory Failure		
		
Non-Explosive	Non-Explosive	Explosive

❖**Compressive Strength** of Cylindrical Concrete Specimens .

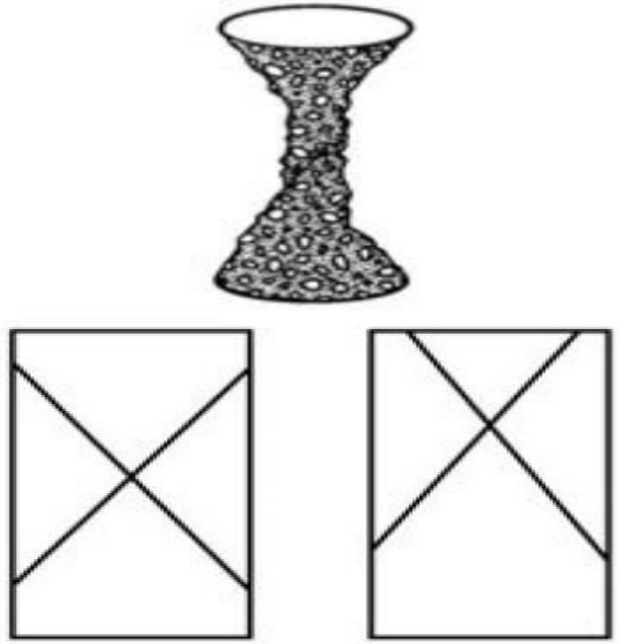
$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi r^2}$$



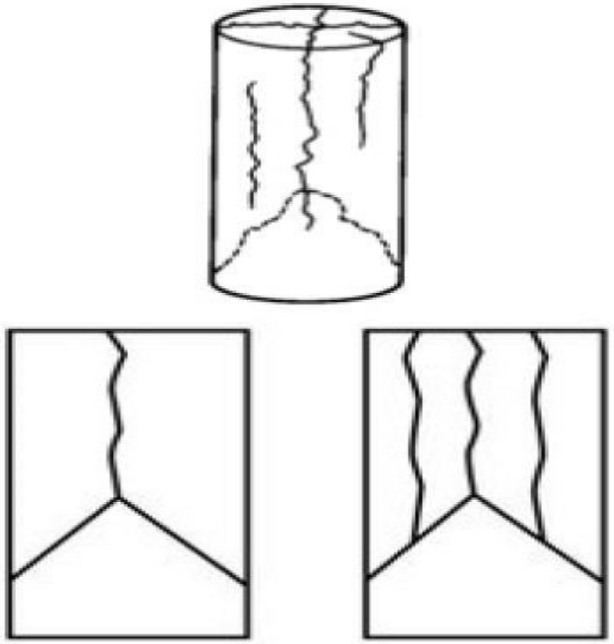
D: diameter of cylinder $\frac{L}{D}$ should be ≥ 2

ومن ثم نقارن هذه القيم ب القيم التي قمنا بإخراجها من **الطرق السابقة**

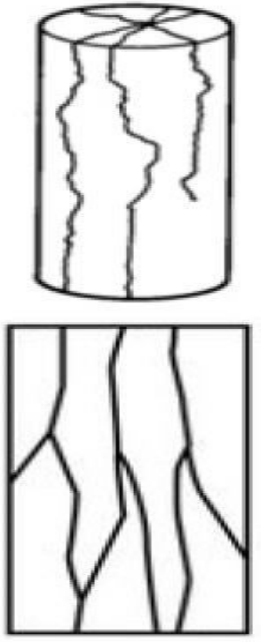
Refer to fig. 22.1 for the typical types of failure.



Type 1: Shear



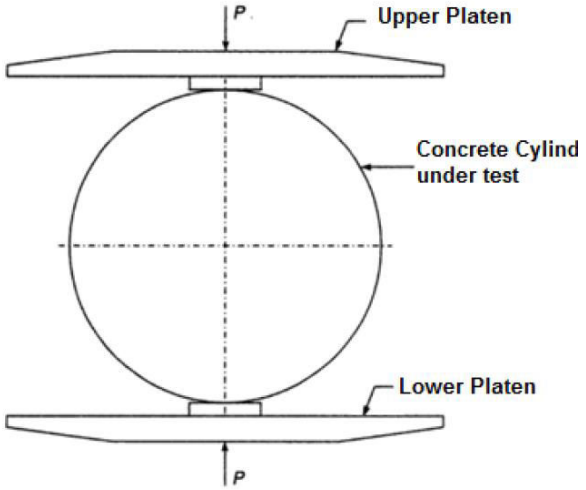
Type 2: Shear and Split



Type 3: Splitting

❖**Splitting Tensile Strength** of Cylindrical Concrete Specimens(Brazilian) .

$$\sigma = \frac{2P}{\pi DL}$$

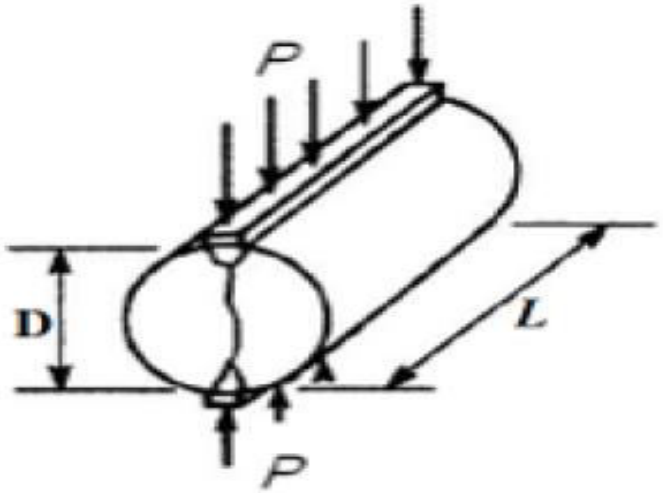


D: diameter of cylinder (mm)

L: Length of cylinder (mm)

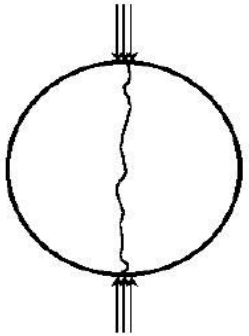
σ :Splitting tensile strength, (Mpa)

P: Maximum applied load indicating by testing machine (N)



Failure Type

2 Splits with the direction of the compression load plane, as shown in fig 23.2.

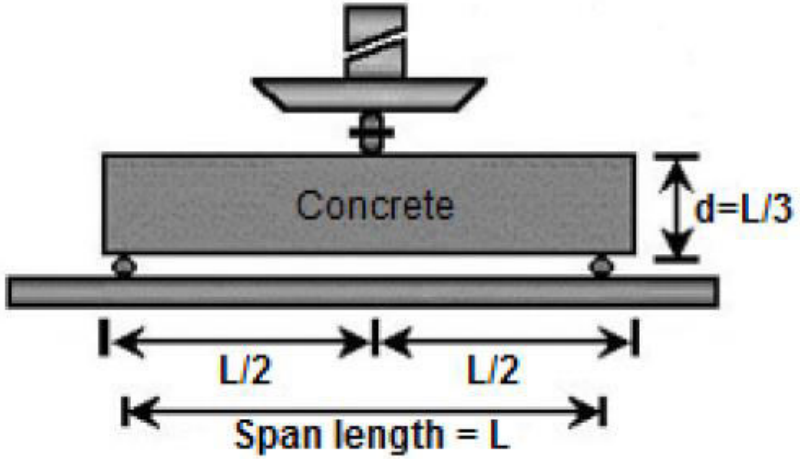


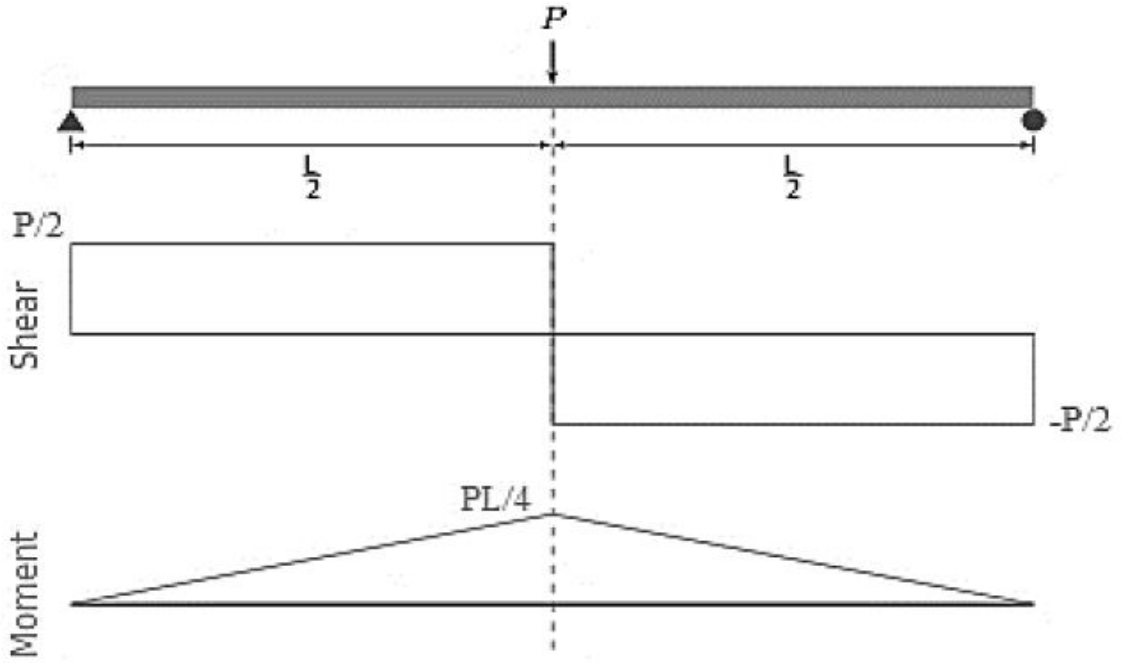
- **Q46(Years).** a concrete cylinder of 200mm diameter and 400 length was tested , the load that caused failure was 500kN find

- 1- indirect tensile strength
- 2- give an estimation for the direct tensile strength

- Ans. $\sigma = \frac{2P}{\pi DL} = \frac{2*500*1000}{\pi*0.4*0.2}$ =3.98MPa
- Direct tensile strength =0.9*3.98 = 3.6 MPa

❖**Flexural strength** of Hardened Concrete Specimens **(One-Point):**

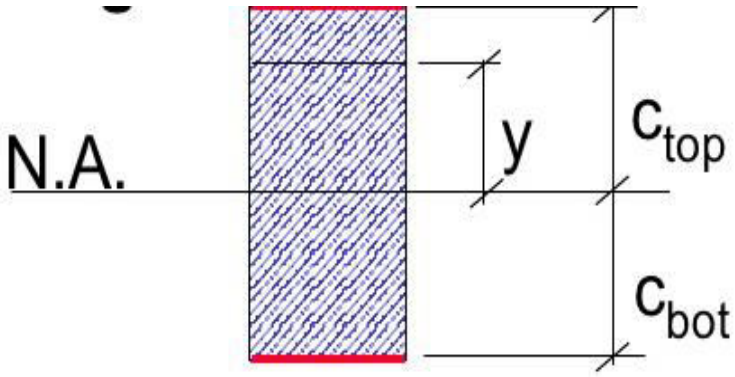




$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

$$I = \frac{1}{12} bh^3$$

C: Distance from N.A to extreme fiber **(Tension)**

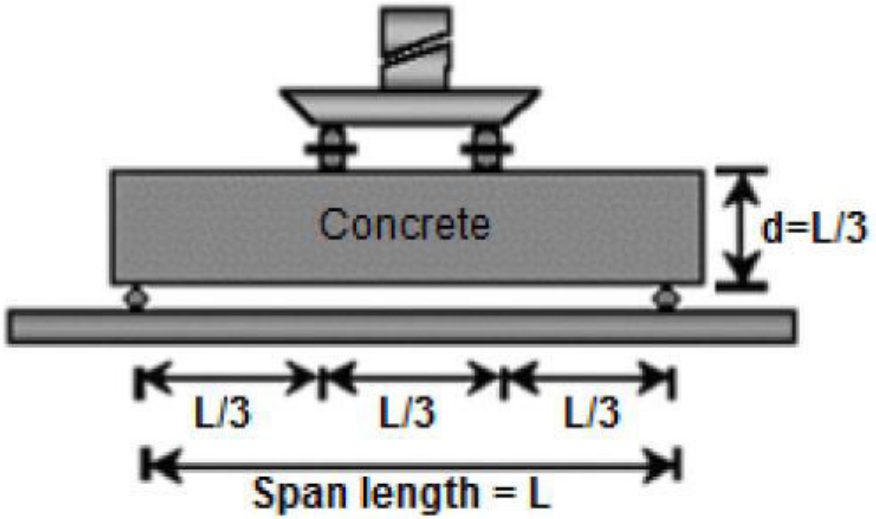


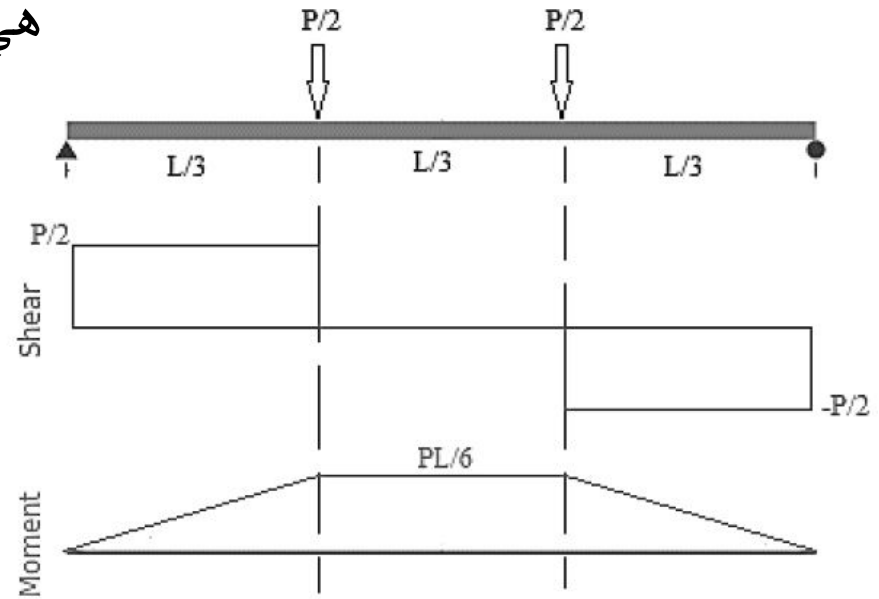
غير دقيقة لوجود

Combined bending and shear .

❖**Flexural strength** of Hardened Concrete Specimens **(Two-Point):**

هي **الأفضل** ونستخدمها إلا إذا كانت غير متوفرة نستخدم الطريقة الاولى .

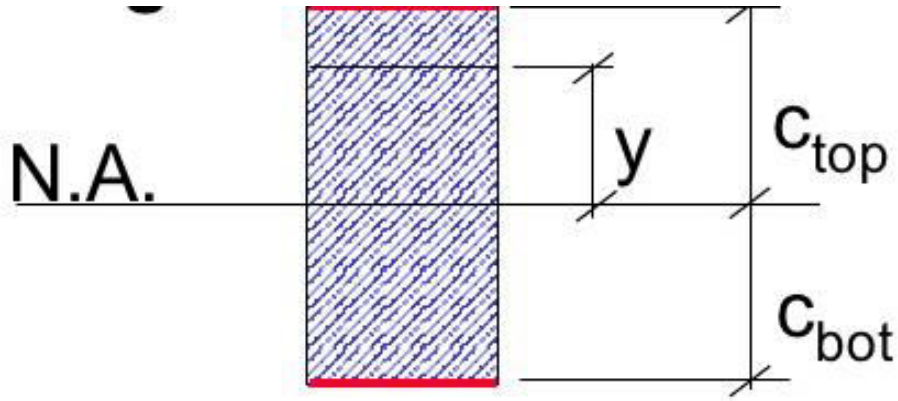




Pure bending and shear don't affect in the value

$$\sigma\left(\text{Modulus of } \textbf{rupture}\right) = \frac{Mc}{I}$$

$$I = \frac{1}{12} bh^3$$



C: Distance from N.A to extreme fiber **(Tension)**

❑**Q47(Years).** The modulus of rapture for some type of concrete is 3MPa . If a beam of 500mm length and a cross section of 50mm by 50mm is tested in flexure by the 2-point loading , calculate the load that cause failure . Consider that each load is located at 100 mm from the supports ?

- Ans. $\sigma\left(\text{Modulus of } \textbf{rupture}\right) = \frac{Mc}{I}$

3 $= \frac{P*0.01*0.025*12}{50^4}$ P=624N

Q48(Years).

Presence of carbonation **increase** the Rebound number

Increasing water to cement ratio **decrease** the strength of concrete

Increasing water content **increases** the segregation of concrete mix

❑**Q49(Years).** What is the strength in theses cases ?

- A- **Standard** cylinder was tested for compressive strength , load was 663kN .
- B- **Standard** cube was tested for compressive strength , load was 1080kN .
- C- **Standard** cylinder was tested for Brazilian test, load recorded was 848kN .
- Ans.

A- $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{663}{\pi * 75^2 * 10^{-3}}$ = 37.5MPa

B- $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{1080}{150 * 150 * 10^{-3}}$ = 48MPa

C- $\sigma = \frac{2P}{\pi DL} = \frac{2 * 848}{\pi * 150 * 300 * 10^{-3}}$ =12 MPa

- **Q50(Years).** The strength measured by testing plain concrete beams is () strength ?

Ans. Flexural Strength

- **Q51(Years).** A standard cylinder resisted a load of 750kN when it was tested in compression , calculate the strength of concrete in MPa ?

Ans. $\sigma = \frac{2P}{\pi DL} = \frac{2*750}{\pi*150*300*10^{-3}}$ = 10.61 MPa

- **Mix Design :**

- ملاحظة : هذا الموضوع يكون في المختبر **مختصر** ولا ندخل في التفاصيل كما في مادة النظري والطريقة المعتمدة هنا ستكون :
- Absolute Volume Method (ACI) ACI: American concrete institute

- **Mix Design** or Mix Proportioning : عمل نسب الخلطة الخرسانية وهي اختيار نسب خلطة الخرسانة بحيث تحقق الخصائص المطلوبة وفي المختبر نختار أهم خاصيتين وهم **التشغيلية و القوة .**
- تصميم الخلطات الخرسانية ويكون وقتها قبل البدء بالمشروع والتنفيذ وهي تستغرق **28** يوما لتنفيذها .

❑**A- Strength :** its divided to two types :

1- **Structural** strength : **قوة الخرسانة التصميمية** التي قام المهندس المصمم حسب البناء على أساسها أو من المخطط.

We Assume it : 25MPa (For cylinder)

➢If Cube in the question : 25*0.8 = 20MPa for cube

2-Mix design strength (F_{MD}) = F_{stru}+ **Margin** (Safety Factor)

$F_{MD} > F_{stru}$ (**أكبر** خوفا من خطأ العمال لذلك نريدها أن تكون)

✓ **Note:** MPa=$\frac{N}{mm^2}$

- Margin = 1.34**S** MPa **S: Standard deviation(**الإنحراف المعياري)

or Margin =2.33**S**-3.5 MPa

- We take the **larger** value of Margin .

لكي نجد الإنحراف المعياري لا بد من وجود **القراءات** وفي حال عدم وجود القراءات نستخدم **الجدول** .

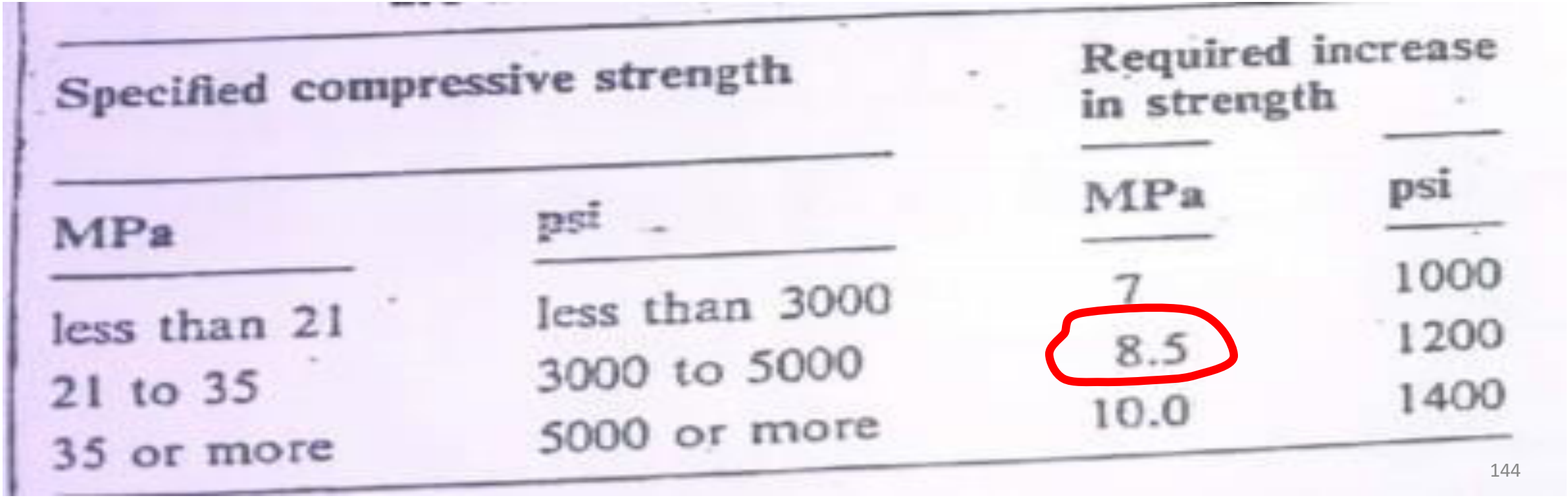
الخلاصة : إذا كان الإنحراف المعياري معروف أو معطى في السؤال فاستخدمه وفي حال عدم تواجده فلا بد من استخدام الجدول .

متى يكون الإنحراف المعياري **معروف** ؟

1- حالة بناء عمارة سكنية ومن ثم بناء عمارة ثانية بجوارها

2- نتائج كسر المكعبات خلال بداية المشروع

- This table Give us **Margin direct** (Required increase)
- F_{MD}=25+**8.5** = **33.5 MPa** (قوة الخلطة المراد تصميمها)



Specified compressive strength		Required increase in strength	
MPa	psi	MPa	psi
less than 21	less than 3000	7	1000
21 to 35	3000 to 5000	8.5	1200
35 or more	5000 or more	10.0	1400

❑ B- : Water to Cement Ratio :

العامل **الرئيسي** المؤثر على قوة الخرسانة

- **Non-Air** : لا يوجد **هواء محبوس** في الخرسانة
- **Air-entrained** : هواء محبوس في الخرسانة

Compressive strength at 28 days, MPa*	Water-cement ratio, by mass	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
40	0.42	—
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

✓ **Non-Air : هذا الذي سوف نأخذه في المختبر فقط**

- **Use 33.5 Strength in this table**

إذا كانت القوة ليست رقم موجود في العمود الأول نعمل **إنتر بوليشن**

$$\frac{35-30}{0.47-0.54}=\frac{33.5-30}{x-0.54}$$

X=0.50

❑C- Water content : كمية المياه

العامل الرئيسي الذي يحكم التشغيلية ولكي نحدد كمية المياه لا بد من معرفة Slump

Assume Slump = 100mm = 10cm

في الحياة العملية نحن لا نفرضه بل تختاره بناء عل **الموقع** , أي يعني في الكويت نفضل أن تكون القيمة عالية وأن تكون التشغيلية عالية لكن إن كان العمل في مكان بارد فنكتفي ب رقم صغير .

NMSA for CA : from sieve analysis (الصف الأول)

- Assume it : 20mm **so**

water = 205 ($\frac{Kg}{m^3}$)

ومن ثم نجد كمية الهواء , صحيح أننا نحل على أساس أنه لا يوجد هواء لكن لا بد من وجود بعض الهواء الذي لا يمكن التخلص منه ويكون قيمته هنا صغيرة جدا وتكون **نسبة مئوية** .

❑ C- Water content(Cont) :

Slump, mm	Water, Kg/m³ of concrete for indicated nominal maximum sizes of aggregate							
	10	12	20	25	40	50	75	150
	Non-air-entrained concrete							
25 to 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 to 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Approximate amount of entrapped air in non-air-entrained concrete, percent	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

❑ D- Cement :

$$\text{Cement} = \frac{W}{(\frac{W}{C})} = \frac{205}{0.50} = 410\ \frac{Kg}{m^3}$$

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**E- Coarse Aggregate :** We must to Know F.M for Sand and NMSA

So we get the **Volume** of dry coarse aggregate from the table .

➢ Assume the F.M = 2.5

Volume coarse aggregate =0.65m^3

Weight of CA= Volume * γ_{roded}-unit weight

➢Assume γ_{roded}-unit weight = 1400 $\frac{Kg}{m^3}$

$\mathbf{W_{CA}}$=0.65*1400=910Kg

Nominal maximum size of aggregate, mm	Volume of dry-rodded coarse aggregate per unit volume of concrete for different fineness modulii of fine aggregate			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

❑F- Fine Aggregate :

نجده عن طريق **مجموع الحجوم** والذي يساوي 1 .

- $\Sigma V = 1m^3$ **(Absolute Volume Method)**

$V_{CA} + V_{FA} + V_W + V_C +$ Air-content $= 1m^3$

- Volume $= \frac{W}{S.G * \gamma_w}$

➢ Assume S.G for C.A and F.A $=$2.5 and 2.8

$$\frac{410}{3.15(\text{حفظ}) * 1000} + \frac{205}{1*1000} + \frac{910}{2.5*1000} + \frac{W_{FA}}{2.8*1000} + 0.02 = 1$$

- W_{FA}= 786 Kg

C	410
W	205
CA	910
FA	786

- **Batch weights (Kg) per m^3 of concrete**

Σ = 410+205+910+786= 2311 Approx. Density

❑G-Adjust for absorption :

لو كانت العينة **جافة** ستأخذ من ماء الخلطة وبالتالي ستتأثر التشغيلية

ولو كانت العينة **رطبة** ستتأثر كمية الماء وبالتالي ستتأثر القوة

لذلك يجب تعديل الكميات لكي تتماشى مع حالة الحصمى

- **SSD** is not any problem .

➢ Assume :

Aggregate	Absorption	Moisture content	وزن الماء الزائد
CA	1%	3%	2%
FA	2%	1.5%	-0.5%(يأخذ من ماء الخلطة)

- W_{new}(adjusted)= Free water + absorption- moisture (الماء الصافي)

- $W_{new} = 205 + \left[\frac{1}{100} * 910 + \frac{2}{100} * 786\right] - \left[\frac{3}{100} * 910 + \frac{1.5}{100} * 786\right]$ **=191**

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- هذه الارقام نتيجة **حسابات نظرية** ولا بد من التأكد من صحتها وقبل تنزيل هذه الكميات للموقع لا بد من عمل اختبار له قبل أن أنزله على الموقع .
- ولكي يكون النتائج صحيحة فلا بد من عمل اختبارات تتحقق من صحة الفرضيات التي قد تم فرضها .
- علينا أولا قياس **محتوى الهواء** ويتم ذلك عبر طريقتين :

1- Roll-A meter volumetric

2- Pressure methods

C	410
W(Free Water)	205
CA	910
FA	786
Air-Content(فرض)	2%
Slump (فرض)	100mm

❑Pressure Method :

تشبه طنجرة الضغط , نصبها على ثلاث طبقات وفي كل طبقه 25 ضربة ونقيس كمية الهواء ومن حسن الحظ إن كان نفس الرقم الذي ظهر معي في الجدول ويكون مقبولا لو كان **زيادة أو نقصان واحد** وإن تجاوز هذا الحد فلا بد من **عمل ضبط له** وسنوضحه بالتفصيل خلال المثال .

ومن ثم قياس الهبوط عن طريق الفحص الأول الذي أخذناه في تجربة التشغيلية وهو Slump test

ومن حسن الحظ إن كان نفس الرقم الموجود في الجدول ويكون مقبولا لو كان **زيادة أو نقصان اثنان** وخلاف ذلك لا بد من **عمل ضبط له .**

- **Slump=6cm**
- **Air= 5%**

- والأن علي أن **أرجع** النتائج هذه إلى القيم التي أريدها والتي موجودة في **الجدول .**

❖**Adjust for practical values (ACI) :**

- Add **2kg** of water to **increase** slump by **1 cm** .
- Add **3kg** of water to **reduce** air content by **1 %** .

And vice versa(العكس صحيح)

- **Slump(الفرض) :**

(10-6)*2 = 8kg for slump

- **Air content(الفرض) :**

(5-2)*3 =9kg for Air content

Take the **larger** value :
لكي يحقق الشرطين

- **Case “Vice Versa” :**

We will take the **smaller value** not larger .

- New water =205(Free water not adjusted)+9 = 214
- New cement = $\frac{214}{0.50(Dont\ Change\ it\ )}$ = 428

➢CA and $\frac{w}{c}$ don't change it (Same) .

- FA will be **changed** and we will calculated by using $(\Sigma V = 1)$

$$\frac{428}{3.15(\text{حفظ})*1000} + \frac{214}{1*1000} + \frac{910}{2.5*1000} + \frac{W_{FA}}{2.8*1000} + 0.02(\text{المراد التصميم عليها}) = 1$$

W_{FA}= 801.15

ومن ثم نفحص الإمتصاص وعمل الفحص لمرة ثانية ويجب أن تكون القيم قد تغيرت وأحدى الأسباب ل تأخر ظهور نتيجة التي نريدها في الأردن هو نوعية الرمل المستخدم .

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q52(Years)** A. Design a normal concrete mix using ACI absolute volume method satisfying the following :

1- slump is 50mm

2- structural strength = 30MPa

3- NMSA=40mm

4- FM=2.5

5- SG for CA, FA, cement = 2.5 , 2.7 , 3.15

Assume γ_{roded}-unit weight = 1500 $\frac{Kg}{m^3}$

B. Adjust for absorption satisfying the following :

Absorption of CA = 3% and FA = 4% and both are oven dried before used in the mix .

C. If practical measurements showed that the slump is 100mm adjust the weigh of water for the next trial .

- F_{MD}=30+**8.5** = **38.5 Mpa**
- $\frac{40-38.5}{38.5-35}=\frac{0.42-x}{x-0.47}$ $\frac{w}{c}$ =0.435

Slump = 50mm NMSA = 40

water = 165 ($\frac{Kg}{m^3}$) and Air-content = 1%

- Cement= $\frac{W}{(\frac{W}{C})}=\frac{165}{0.435}=\mathbf{379.31}\frac{\boldsymbol{Kg}}{\boldsymbol{m^3}}$

F.M = 2.5

Volume coarse aggregate =$0.74m^3$

Weight of CA= Volume * γ_{roded}-unit weight

W_{CA}=0.74*1500=**1110Kg**

$$\frac{379.31}{\mathbf{3.15}*1000}+\frac{165}{1*1000}+\frac{1110}{2.5*1000}+\frac{W_{FA}}{2.7*1000}+0.01=1$$

- W_{FA} = 703.57
- Density = 703.57+379.31+165+1110 =

Absorption of CA = 3% and FA = 4% and both are oven dried before used in the mix (**Moisture content = 0%)**

$W_{new} = 165 + \left[\frac{3}{100} * 1110 + \frac{4}{100} * 703.57\right]$ **= 226.44**

the slump is 100mm

❖**Adjust for practical values (ACI) :**

- Add **2kg** of water to **increase** slump by **1 cm** .
- **Slump(الفرض) :**

(10-5)*2 = 10kg for slump

New water =165(Free water not adjusted)-10= 155

❑Q53(Years).

A. Design a concrete mix to satisfy the following requirements :

1- slump is 4cm

2- structural strength = 27MPa and the standard deviation is 6MPa

3- NMSA=40mm

4- FM=2.55

5- SG for CA, FA= 2.5 , 2.7 Assume γ_{roded}-unit weight = 1400 $\frac{Kg}{m^3}$

B. If practical measurements showed that the slump is 1cm and air content is 4% , adjust the weigh of water and cement for the next trial ?

- Margin = 1.34**S** Mpa = 1.34*6 = 8.04

<u>or</u> Margin =2.33**S**-3.5 Mpa = 2.33*6-3.5 = **<u>10.48</u>**

- F_{MD}=27+10.48= 37.48
- $\frac{40-37.48}{37.48-35}=\frac{0.42-x}{x-0.47}$ $\frac{w}{c}$ =0.445

Slump = 40mm NMSA = 40

water = 165 ($\frac{Kg}{m^3}$) and Air-content = 1%

- Cement= $\frac{W}{(\frac{W}{C})}=\frac{165}{0.445}=\mathbf{370.78}\frac{\boldsymbol{Kg}}{\boldsymbol{m^3}}$ F.M = 2.55

Volume coarse aggregate =$0.735m^3$

Weight of CA= Volume * γ_{roded}-unit weight

W_{CA}=0.735*1400=**1029Kg**

$\frac{370.78}{3.15*1000}+\frac{165}{1*1000}+\frac{1029}{2.5*1000}+\frac{W_{FA}}{2.7*1000}+0.01=1$

- W_{FA} = 798.36
- Density = 798.36+370.78+165+1029 =

the slump is 40mm

❖**Adjust for practical values (ACI) :**

- Add **2kg** of water to **increase** slump by **1 cm** .
- **Slump(الفرض) :**

(4-1)*2 = 6 kg for slump

Add **3kg** of water to **reduce** air content by **1 %** .

(4-1)*3= 9 kg for air content

New water =165(Free water not adjusted)+9= 174

Cement= $\frac{W}{(\frac{W}{C})} = \frac{174}{0.445} = \mathbf{391.01}\ \frac{\boldsymbol{Kg}}{\boldsymbol{m^3}}$

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

أقول قولي هذا واستغفر الله لي ولكم والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته ....

وكانت اخر دعواهم ان الحمد لله رب العالمين ونسأل الله أن يكون الختام مسكا .

ولا تنسوني من صالح الدعاء .

اياس حمد

#سيفلتيي

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية