

* Viscosity:-

pa. C = 1000 CST

اللزوجة = عامل مهم لازم اكون لعرفه ^{عن} ^{ال} ^{aspect} ^{قادر} ^{عن} طريقه اللزوجة [جسيمات] ، بقدر اعرف حل ال ^{aspect} ^{قادر} ^{عن} طريقه اللزوجة لا ^{egg} ؟ كما لازم اعرف قيمه اللزوجة لحا
اعرف بأي منطه بقدر ^{استخدام} هذا النوع ^{عن} ^{ال} ^{قلبت} .

قوله ← في المناطقة الحاركة بفضل تقدم اختلاف يلزم وهو عاليه .
في المناظرة الواحدة " " " "

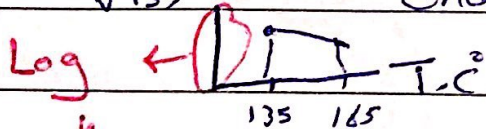
عندى Test من خلال تعريف اللزوجة بـ $\eta = \frac{F}{A \cdot \frac{dx}{dy}}$ ← Viscosity Tube

هو عبارة عن U-tube 2 طرفا لا سفلتات فلانهم ديجل Vacuum
ويزنح الحرارة 100°C ماء ، 135°C زئبق

• بالملوقع جمع اسميه الـ **vis** في ذلك حولنا الـ **vis** الى
• **chart** عن طريق الـ **chart**.

لها فكترة في cm^{-1} بين 135° و 165° هي

ويعمل (المعلم) على أن يكون له دور في



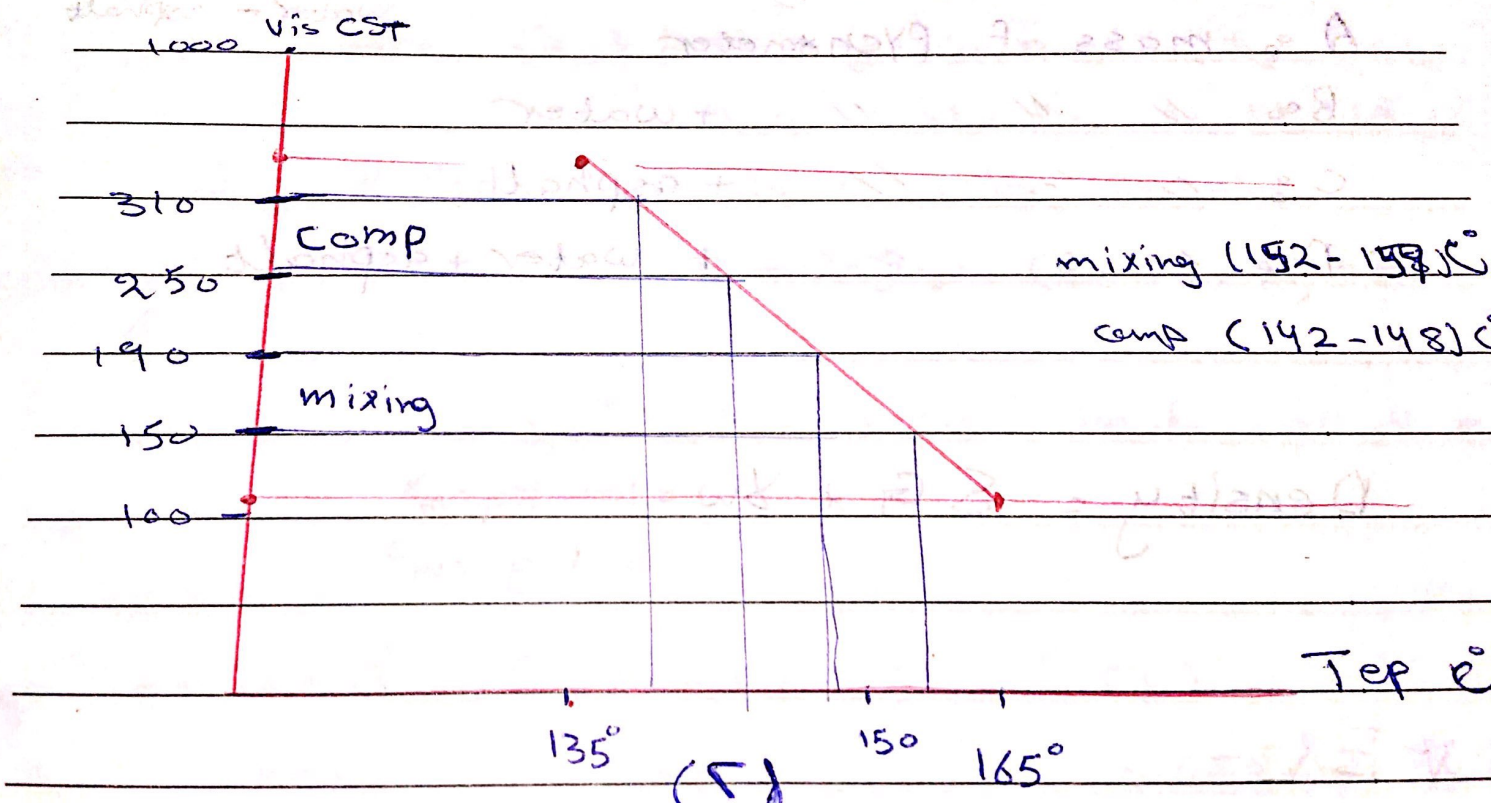
mixing ring [150, 190]

compaction reqy [250, 3/4]

لهم المفاد هم في الاسم ← وكفى لهم لوماً عابداً

* Ex:-

Top $^{\circ}$	Vis (CPS)	Avg (CPS)	Vis CST
	437.5	(A -)	
135 $^{\circ}$	422, 3 425	425	416.87
165 $^{\circ}$	100 112.5 125	112.5	110.3



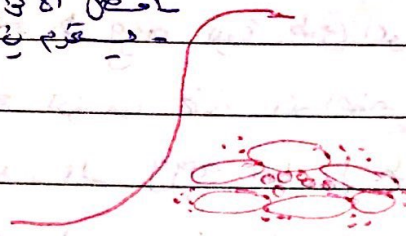
بسم الله الرحمن الرحيم

Ch 2: agg

* Gradations :-

pass %

Dense gradation / well

لا يتركز إلا في
الجزء العلوي

uniform gradation

- step على

- توزيعاً متساوياً

- في جميع

Fine / coarse



sives size

gradation chart

open gradation

- step كبير في

3 sizes

تتركز في

saggregation



Gap gradation

لا يتركز في



Voigt → ↓ rounded, smooth, sp

↑ not, rough, not

(p)

* Notes: Gradation chart

۱. ادا کا ال اوو گنا ← coarse
۲. ادا کا ال اوو گنا ← fine
۳. ادا کا ال اوو گنا ← مٹی کی موافقہ ال اوو گنا
۴. ادا کا ال اوو گنا ← مٹی کی موافقہ ال اوو گنا
۵. ادا کا ال اوو گنا ← مٹی کی موافقہ ال اوو گنا

* Note: Combination

یہ بھی اقرار ہے کہ ال اوو گنا کی موجودہ عینیت پر اختلاف
بیشک نہیں ہے۔ لیکن ان کے مابین فرق ہے۔

۱. ادا کا ال اوو گنا ← coarse
۲. ادا کا ال اوو گنا ← fine
۳. ادا کا ال اوو گنا ← مٹی کی موافقہ ال اوو گنا
۴. ادا کا ال اوو گنا ← مٹی کی موافقہ ال اوو گنا
۵. ادا کا ال اوو گنا ← مٹی کی موافقہ ال اوو گنا

* Sive Analysis :-

Sieve No	Sieve size	wt Re بجری	% Re $\frac{Wt Re \times 100\%}{Total}$	Cum Re ←	Cum Passy $100 - \text{Cum Re}$
:	:	:	:	:	:
		<u>sum</u> الجمع			

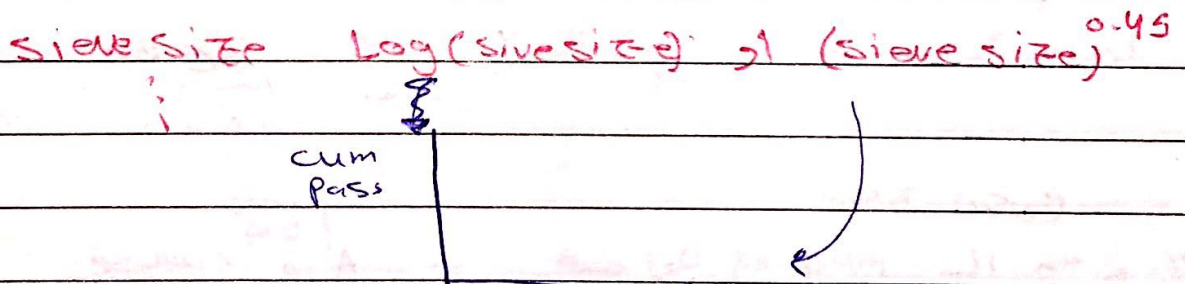
* Max grade →

(Size) 100% مفر وقل بقی
 $100\% = \text{Cum Re}$

* Nominal →

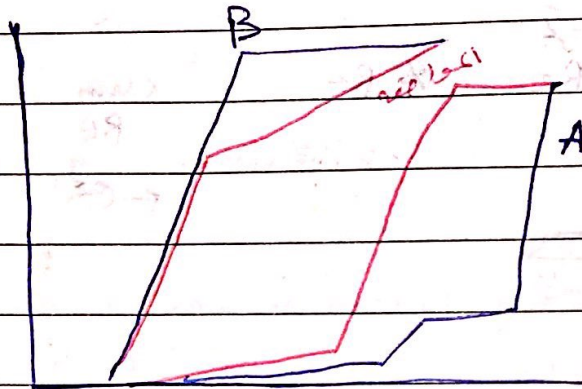
اکبر وقل ال Cum Pass
 90% = 100%
 بعد ال max

- Gradation Chart :-



(10)

Case 1:-

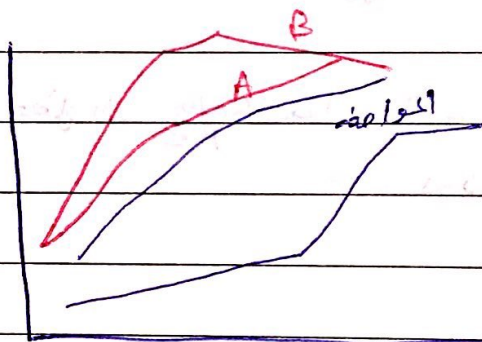


A → course

B → fine

للمواضع ضمن المواضع
يمكن ان تكون في

Case 2:-



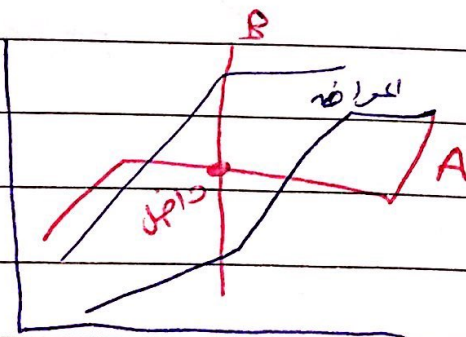
A → fine

B → fine

للمواضع ضمن المواضع

لا يمكن ان تكون في

Case 3:-



A → course

B → fine

للمواضع ضمن المواضع

لا يمكن ان تكون في

Combination :-

* A يدي اعداد في الحظا بين الـ 999 و 99

1. اول شيء لازم اسوفا انو يجواعه جيفي المواضع

له لازم واحد 1000 و الـ 1000 في 1000 - 1000

2. اذا نزلت على هذا كذا النسب

الطريقة الاولى :- التجربة والحظا

1. نقرضنا اننا لكان نزع 999 بحيث انو المجموع يكون 100%

$$A = 30\%$$

$$B = 20\%$$

$$C = 50\%$$

$$\text{Sum} = 100\%$$

2. نضرب كل نسبة في الـ Sum Pass للـ 999 Sum $a+b+c$ النسبة $\times$ Cum Pass $\text{Cum Pass \%}$

Cum Pass

3. نرسم الـ Sum مع المواضع (size)

لم ادنا كان صوا المواضع $\leftarrow$

لم درر برد $\leftarrow$ $\times$ زعيد

* ممكن يكونوا على جيفي المواضع بس ما نزيد الكلا بينهم

الطريقة الثانية :- اعتماد على المقل المرجع :-

عالمياً تؤدي للرجوع الصحيح

١- حدد المداخل المرجع ← عدد ١٥ : عدد ١٠٠٠ - ١
المقل المرجع ← ١٠ لما يكون ١٠٠٠ و ١٠٠ هو الذي يساهم بالمراجعة
كل ٢

٢- لما يكون ٢٠٠٠ يساهموا قبل ٣

٣- ٨ و ٢٠٠

٤- نحل معادلات ١. $a + b + c = 1$ داخلاً

$$\boxed{a} + \boxed{b} + \boxed{c} = \boxed{mid}$$

الموافق
↓
 $\frac{upper + lower}{2}$

٣- نرجع نحل مثل الطريقة التي قبل

(٨)

* Exe-

D. 1000

Sieve No inch	sieve size mm	wt Re (g)	Re %	Cum Re	Cum Pass %
1.5"	37.5	0	0	0	100
1"	25	0	0	0	100
3/4"	19	25	2.5	2.5	97.5
1/2"	12.5	50	5	7.5	92.5
3/8"	9.5	120	12	19.5	80.5
#4	4.75	195	19.5	39	61
#8	2.36	110	11	50	50
#16	1.18	125	12.5	62.5	37.5
#30	0.6	145	14.5	77	23
#50	0.3	115	11.5	88.5	11.5
#100	0.15	75	7.5	96	4
#200	0.075	30	3	99	1
pan	pan	10	1	100	0

Sum = 1000

* max → 25 mm

* nominal → 19 mm

* coarse / fine → fine

* replace if + F → Yes

(9)

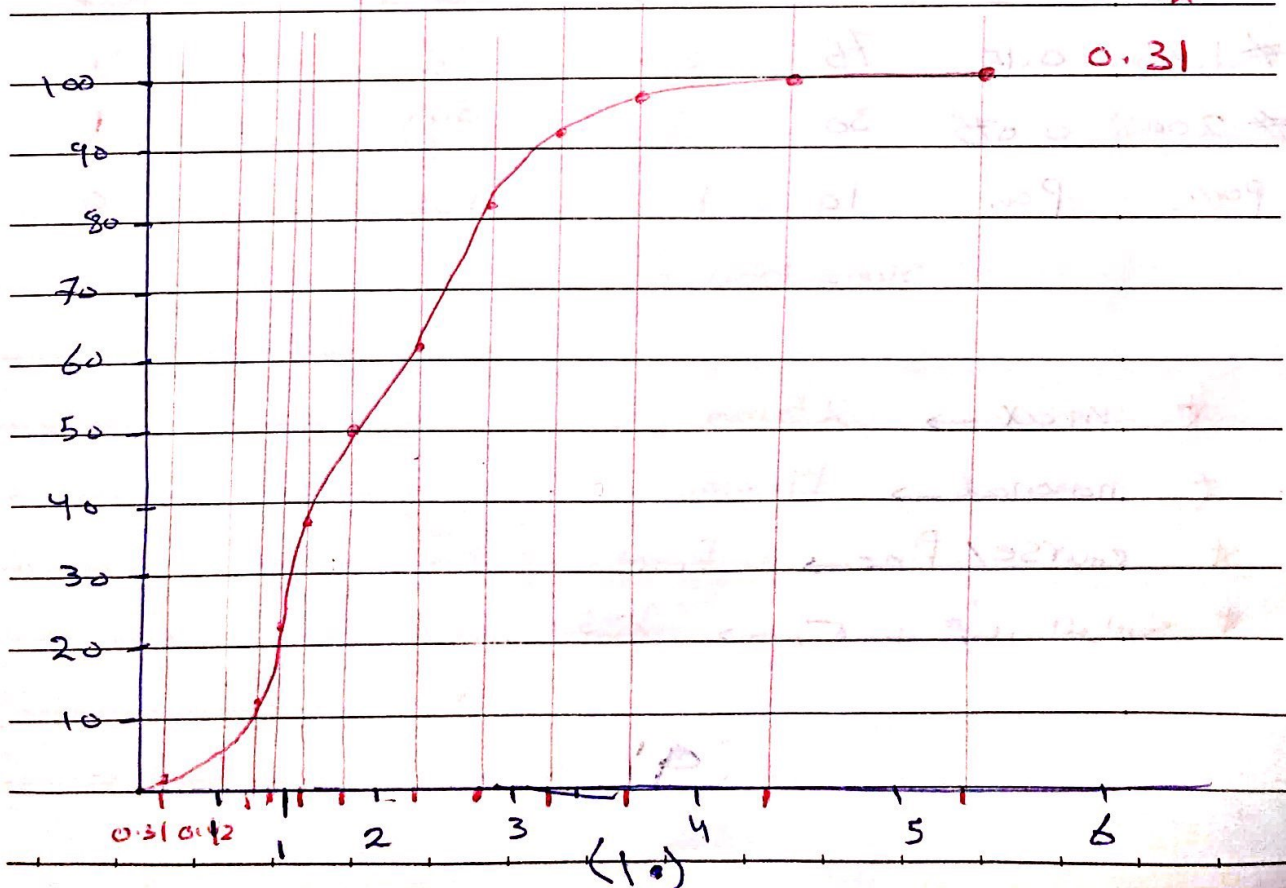
Subject: _____

Date: _____

Re

exp 1.01

<u>Upper</u>	<u>Low</u>	<u>mid</u>	<u>(sieve size)^{0.45}</u>
100	100	100	5.11
100	90	95	4.26
90	71	80.5	3.76
80	56	68	3.12
56	35	45.5	2.75
38	23	31	2.02
27	13	20	1.47
17	5	11	1.08
14	4	9	0.79
8	2	5	0.58



*** EX:-**

Pass %

Sieve size	Sieve mm	A	B	C	a	b	c	Sum
1"	25.4	100	100	100	39	42	19	100 ✓
3/4"	19.05	87	100	100	33.93	42	19	94.93 ✓
→ 1/2"	12.7	50	100	100	19.5	42	19	80.5 ✓
3/8"	9.525	35	72	100	13.65	30.24	19	62.86 ✓
→ #4	4.75	20	45	100	7.8	18.9	19	45.7 ✓
#8	2.36	8	18	80	3.12	7.56	15.2	25.88 ✓
#30	0.65	4	9	62	1.56	3.78	11.78	17.12 ✓
#50	0.3	2	4	30	0.78	1.68	5.7	8.16 ✓
#100	0.15	1	2	15	0.39	0.84	2.85	4.08 ✓
#200	0.075	1	1	8	0.39	0.42	1.52	2.33 ✓

Sieve size	Lower	Upper	mid	(sieve)
1"	100	100	100	4.29
3/4"	90	100	95	3.77
1/2"	71	90	80.5	3.14
3/8"	56	80	68	2.76
#4	35	56	45.5	2.02
#8	23	38	31	1.47
#30	13	27	20	0.82
#50	5	17	11	0.58
#100	4	14	9	0.42
#200	2	8	5	0.31

(11)

Qus:-

a. max for A, C $A = 25.4$ $C = 4.75$

b. demand for A, B $A = 20.28$ $B = 20.28$

c. $\frac{1}{2}$ size

d. $A = 39\%$ $B = 42\%$ $C = 19\%$

1. critical size? $\frac{1}{2}$ size $\#4$

$$a + b + c = 1 \quad \dots (1)$$

$$0.5a + 0b + 0c = 0.805 \quad \dots (2)$$

$$100 - 80.5 = 19.5$$

$$0.8a + 0.55b + 0c = 0.545 \quad \dots (3)$$

$$0.39$$

$$b_{100-45}$$

$$54.5 \rightarrow 100 - 45.5$$

$$a = 39\%$$

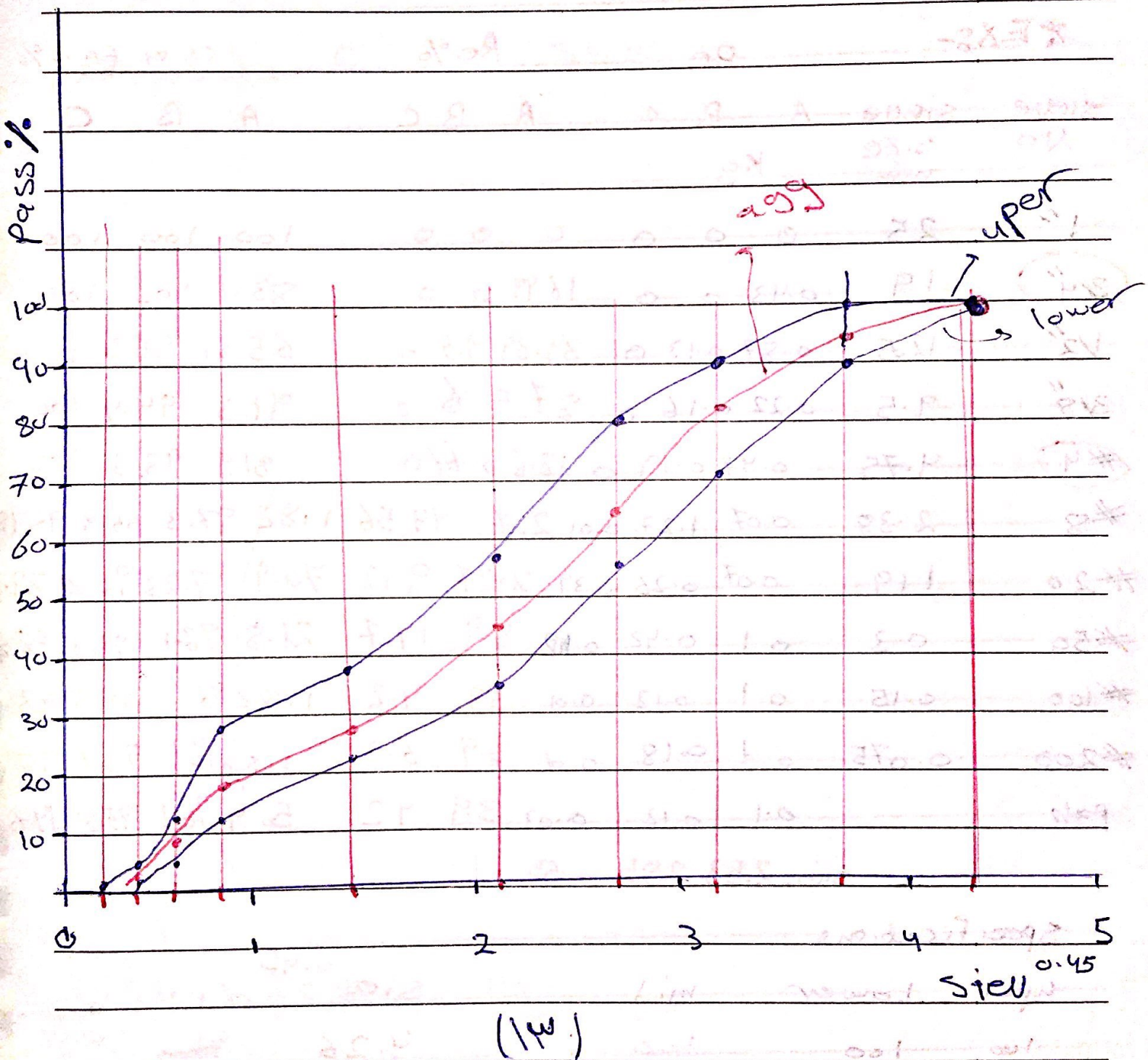
$$b = 42\%$$

$$c = 19\%$$

(15)

Subject: _____

Date: _____



Subject: _____

Date: _____

(121)

*EX:-		Re			Re%			cum pass%		
sieve No	sieve size mm	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1"	25	0	0	0	0	0	0	100	100	100
3/4"	19	0.43	0	0	16.99	0	0	83.01	100	100
1/2"	12.5	0.87	0.13	0	34.39	4.5	0	65.61	95.5	100
3/8"	9.5	0.22	0.16	0	8.7	5.4	0	91.3	94.4	100
#4	4.75	0.47	0.19	0	18.6	6.6	0	81.4	93.3	100
#8	2.38	0.07	1.27	0.01	2.7	44.56	1.82	97.3	55.4	98.18
#20	1.19	0.07	0.26	0.39	2.77	9.12	70.9	97.23	90.88	29.1
#50	0.3	0.1	0.42	0.12	3.9	14.7	21.8	98.1	85.3	78.2
#100	0.15	0.1	0.12	0.01	3.9	4.2	1.82	96.1	95.8	98
#200	0.075	0.1	0.18	0.01	3.9	6.3	1.82	96.1	93.7	98
pan		0.1	0.12	0.03	3.9	4.2	5.4	96.1	95.8	94.6
Sum =		2.53	2.85	0.55						

Specifications

upper	Lower	mid	Sieve ^{0.45}
100	100	100	4.26
100	85	92.5	3.76
80	68	74	3.12
70	52	61	2.75
55	35	45	2.02
43	23	33	1.47
30	14	22	1.08
20	5	12.5	0.75
15	5	10	0.58
8	5	4.5	0.42
			0.31

* wear % :-

$$\text{wear \%} = \frac{\text{original} - \text{final}}{\text{original}} \times 100 \%$$

✓
40% or 80%

وہاں سے 40% یا 80%

* Specific Gravity & Absorption :-

دو قسم کے تجربے

Coarse

Fine

A Wt oven Dry

A Wt of

B SSD

B Pychnometer + water

C Wt submerged

C // + // + agg

D Wt SSD

$$\text{Bulk} \quad \frac{A}{B-C} = \frac{W_s}{SSD - W_{sub}} \quad \frac{A}{B+D-C} = \frac{W_s}{\frac{W_p}{P+W} + \frac{W_{SSD}}{SSD} - \frac{W}{P+S+W}}$$

$$\text{App} \quad \frac{A}{A-C} = \frac{W_s}{W_s - W_{sub}} \quad \frac{A}{B+A-C} = \frac{W_s}{W_{p+0} + W_s - \frac{W}{P+S+W}}$$

$$\text{Ab \%} \quad \frac{B-A}{A} \times 100\% \quad \frac{D-A}{A} \times 100\%$$

$$\frac{W_{SSD} - W_s}{W_s} \quad (10) \quad \frac{W_{SSD} - W_s}{W_s}$$

Volum test is

coarse

Fine

Bulk

$$\frac{W_s}{(V_s + V_{pp}) \gamma_w}$$

$$\frac{W_s}{(V_s + V_{pp}) \gamma_w}$$

Apper

$$\frac{W_s}{V_s \gamma_w}$$

Agg Blend

$$SG = \frac{P_1 + P_2 \dots P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} \dots \frac{P_n}{G_n}}$$

$$Ab \% = A_1 P_1 + A_2 P_2 \dots + A_n P_n$$

G = Specific gravity

P = wt %

A = Ab % per fraction

Blend

Volum

الكمية الحرة من الماء (1) - 5

V_{pp}

(2)

الكمية الحرة من الماء (3)

$$\frac{W_{SSD} - W_s}{\gamma_w} = V_{water}$$

$$V_{pp} = V_{agg} + V_{water}$$

(1-7)

Subject: _____

Date: _____

* EX 3

	A	B	C	Blend
P	45%	25%	30%	
G	2.7	2.5	2.3	
A	1%	2.5%	2.3%	

$$\begin{aligned} S.G &= \frac{0.45 + 0.25 + 0.3}{\frac{0.45}{2.7} + \frac{0.25}{2.5} + \frac{0.3}{2.3}} \\ &= 2.52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ab \% &= 1\% \times 45\% + 2.5\% \times 25\% + 2.3\% \times 30\% \\ &= 1.765\% \end{aligned}$$

(1/1)

(11)

* Ex 2

$$W_{\text{dry}} = 1982 \text{ g}$$

$$SSD = 2006.7$$

$$V_S = 734.4 \text{ cm}^3$$

$$\delta_w = 1 \text{ g/cm}^3$$

~~W_{ss}~~
volum

find

a. App S.G.

b. Bulk S.G.

c. Ab %

$$a. \text{ S.G.} = \frac{W_S}{V_S \delta_w}$$

$$= \frac{1982}{734.4 \times 1}$$

$$= 2.699$$

$$b. \text{ S.G.} = \frac{W_S}{(V_S + V_{PP}) \delta_w}$$

$$= \frac{1982}{(\cancel{734.4} + 759.1) \times 1}$$

$$= 2.611$$

$$V_{\text{water}} = \frac{2006.7 - 1982}{1} = 24.7$$

$$V_{PP} = 24.7 + 734.4 = 759.1$$

(19)

$$c. \text{ Ab \%} = \frac{2006.7 - 1982}{1982} \times 100\%$$

$$= 1.25\%$$

* Ex 8 -

$$\begin{array}{l} \text{WSP} = 500g \\ \text{W} + \text{P} + \text{W} = 750 \\ \text{P} + \text{W} + \text{S} = 1050 \\ \text{WS} = 475 \\ \text{Find:} \end{array}$$

a. Apper

b. Bulks

c. Ab%

$$SG = \frac{475}{750 + 475 - 1050}$$

$$= 2.71$$

$$b. \text{ S.G} = \frac{475}{750 + 500 - 1050}$$

$$= 2.375$$

$$c. \text{ Ab \%} = \frac{500 - 475}{475} = 5.26\%$$

ch3 soil

* soil classification for highway

الفكرة هون انو راح اجمع تربه واعد اليا Test
و اقراره النتائج الي طاعت مع ال AASHTO Classification
اي نوع طافيت $A_1 - A_7$

$A_1 - A_7$

لاو الافضل

pass %

AASHTO

① sieve

#10

#40

#200

نسبة حيد

A_1

A_7

$$LI = \frac{w\% - PL}{PI}$$

② LL

③ PI

ex to good

fair to poor

① Pass, Re Pass = $100 - Re$

② $PI = LL - PL$

* $A-7-5 \quad PI \leq LL-30$

* $A-7-6 \quad PI > LL-30$

بدا مقارنة
اي صداما رطافه
نقل الي صيف

(∞)

Group Index (G)

$$G = (F - 35) [0.2 + 0.005(11 - 40)] + [0.01(F - 15)(PI - 10)]$$

$F_{\%}$ pass % #200

★ Notes

1- إذا طلع الـ $G = 0.5$ أو أقل نأخذ $G = 0$

5. $\left[\begin{array}{c} A-2-6 \\ A-2-7 \end{array} \right] \rightarrow G$ الرسم المجرد الذي فيه PI

$$G = (0.01)(F-15)(PI-10)$$

4. Invers ratio. $\frac{1}{G} = 0$ good

$$G = 200 \text{ very poor} = \frac{1}{G}$$

* قال: إذا جاء نوحين ترجى إلهن فلهن المصنفة و إلا فمن إفضا
بفتح الـ G وفقر

← هذا كان الرقم اقل افضل

(51)

(55)

* Ex%

#10 Pass = 100%

#40 = 85.2%

#200 = 52.1

LL = 29.2 PI = 5

A-4

17.1

- 0.054

- 10.8

$$G = (52.1 - 35) [0.2 + 0.005(29.2 - 40)] + (0.01)(52.1 - 15)(5 - 10)]$$

$$= 2.4966 + 1.855$$

$$= 0.6416 \text{ Very good}$$

* Ex%

#200 = 55%

LL = 40 & PI = 25

A-6

$$G = (55 - 35) (0.2 + 0.005(40 - 40)) + (0.01)(55 - 15)(25 - 10)$$

$$= 14 + 6$$

$$= 10 \text{ good}$$

(77)

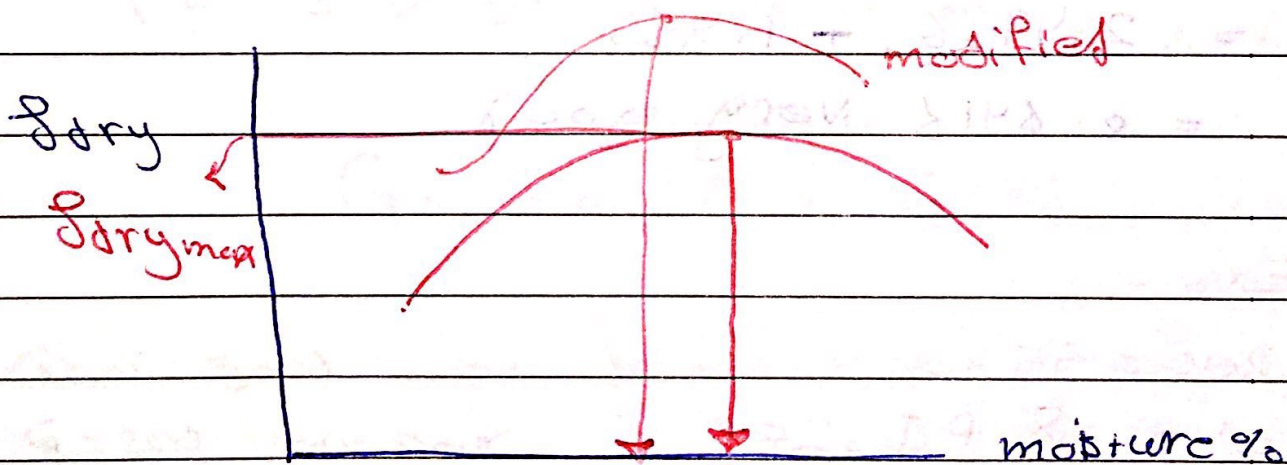
* Soil Compaction

* دواء السرج ← ما يكون ليخذي fill بار تادي بعلاني
طبقات دكل طبقة لعل w comp خونا من الربي

* افضل comp عند ال max dry Density
اللي يعقها

ال MC

$$\rho_{dry} = \frac{\rho_{wet}}{(1 + w\%)}$$



OMC ← هذا الرقم كبير مهم بالاسم
اللي اعل افضل دكل قريبا لاسم يكون
ال moisture عند هذا الرقم.

(78)

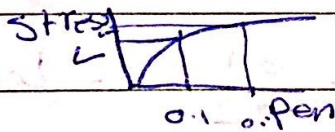
(٢٤)

* CBR 8-

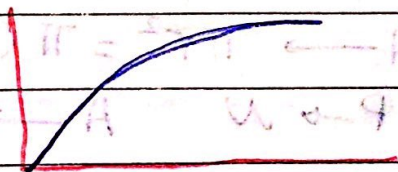
$$CBR\% = \frac{\text{Stress at } 0.1 \text{ (Mpa)}}{6.9 \text{ Mpa}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Stress at } 0.2 \text{ (Mpa)}}{10.3 \text{ Mpa}} \times 100\%$$

Standard = 6.9 Mpa, 10.3 Mpa, 1000 psi
1500 psi, 1364 Kg
2045 Kg

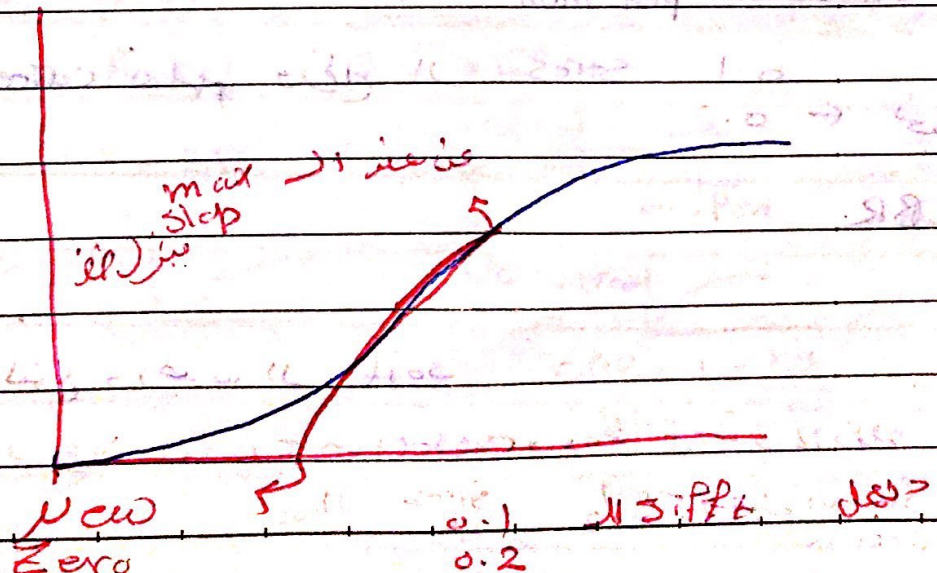


* كيفية حاكها في اللاب ونرسم



* الرقعة المصغرة

١) كما نرى هنا هيك الرقعة تحتاج الى correction



(50)

$$CBR_{0.1} > CBR_{0.2}$$

if $CBR_{0.2} > CBR_{0.1} \rightarrow$ Repeat

دادا بعد الاعادة خولزي ما
 فحيث عينه قايمة من التربة
 يعتمد الرقم الاكبر

* الاشارة

① يعطى Stress عند 0.1 و 0.2 ← طبيعة ماستر CBR

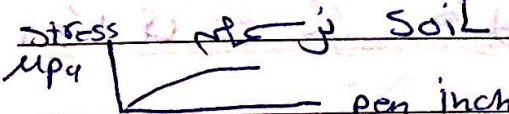
② يعطى Load عند 0.1 و 0.2 ← الحد من Stress

$$\text{Stress} = \frac{P}{A} \rightarrow \pi r^2 = \pi (24.765 \times 10^{-3})^2$$

$P \rightarrow N$ $A \rightarrow mm^2$ $\times 10^{-6} Mpa$

Stress ← ضغط
 CBR

③ يعطى داتا تجريب النوع او اكثر من ال Soil في شكل



دادا موايد correction نعلم ونضع ال Stress 0.1 و 0.2 ← الحد

CBR

④ عند يعطى داتا النوع واعدت ال Soil

حليكون الحاقب بال سوال انه يدق correction وفضل قوتها فلا نضع

ال Stress 0.1 و 0.2 ← ضغط ال

* Ex

Pen mm Load KN Stress MPa

1 2 3

Wb mold

W m + soil

Wc %

Vm

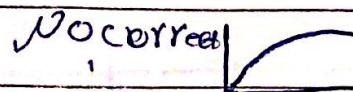
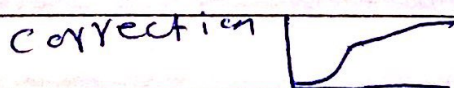
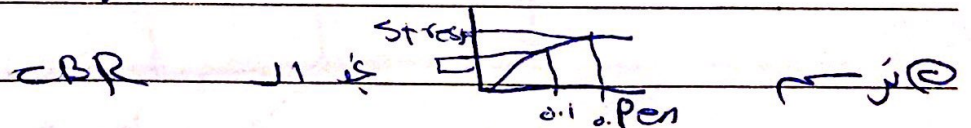
σ Bulk

σ avg

* ملاحظه: این آزمایش برای تعیین CBR انجام می‌دهند

① اصل این آزمایش این است که

$$\text{Stress} = \frac{P(N)}{A(m^2)} = \frac{\square \times 10^3}{\pi r^2 \times 10^{-6}} = \square \times 10^6 \text{ MPa}$$

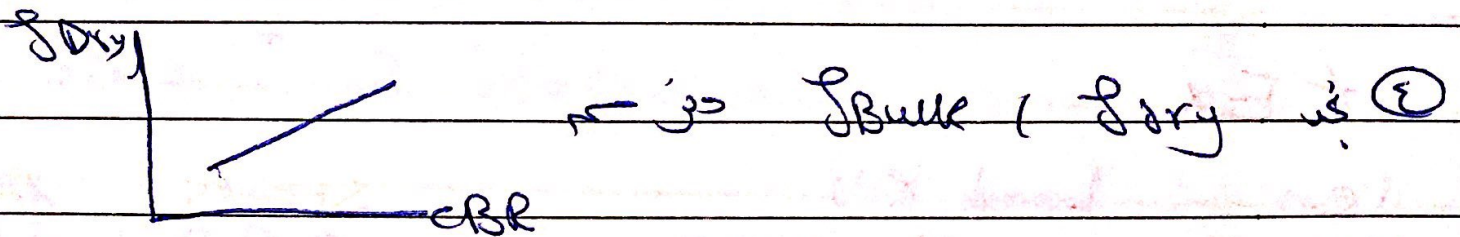


$$CBR_{0.1} = \square$$

$$CBR_{0.2} = \square$$

$$CBR_{0.1} > CBR_{0.2}$$

(57)



Linear & Direct
 CBR ↑ γ_{dry} ↑

$$\gamma_{Bulk} = \frac{W_{m+s} - W_m}{V_m}$$

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_{Bulk}}{1 + W\%}$$

(2V)

* Swell &

$$\text{Swell} = \frac{\text{Amount of Swell}}{12.5 \text{ mm}} \times 100\%$$

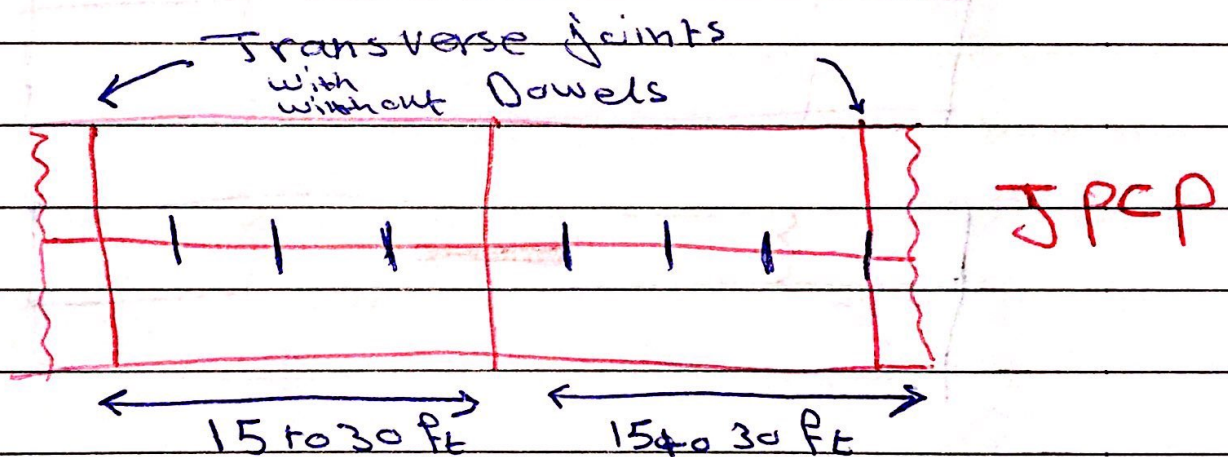
CH 4 Pavement Types

* Ex:

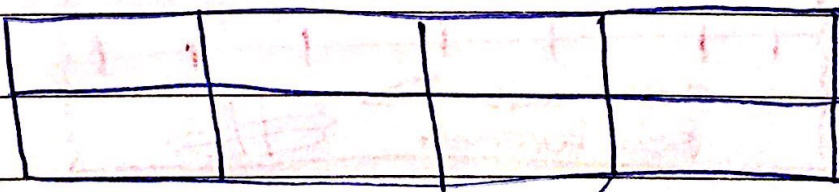
10 ft = 3 m

JPCP & JRPC joints

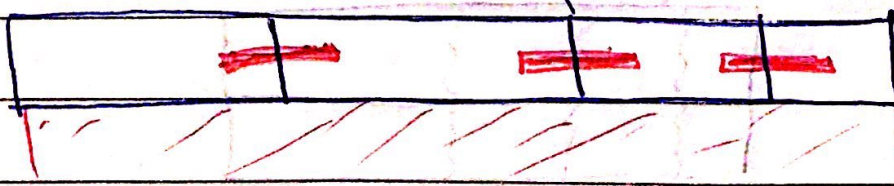
JPCP



Top view

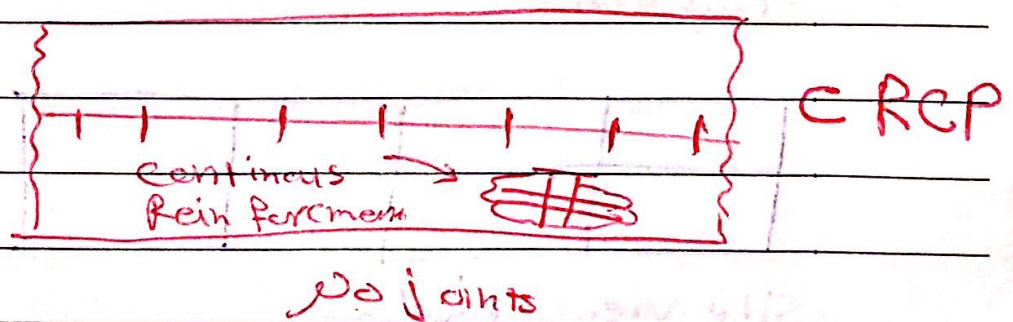
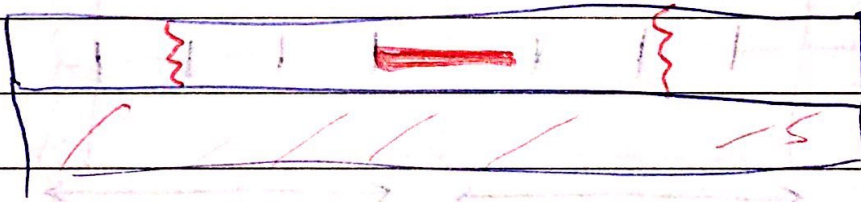
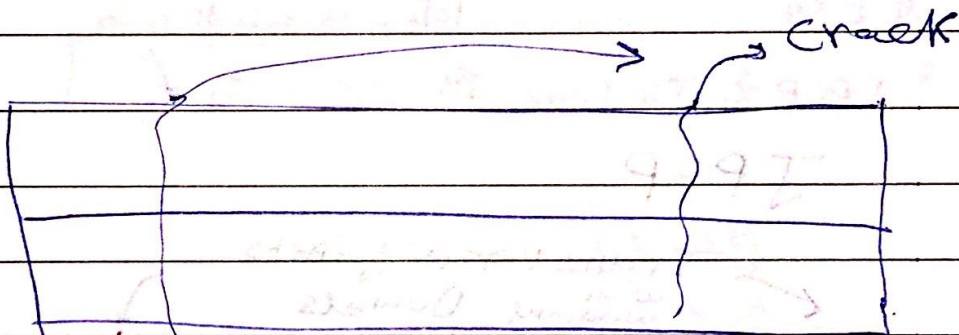
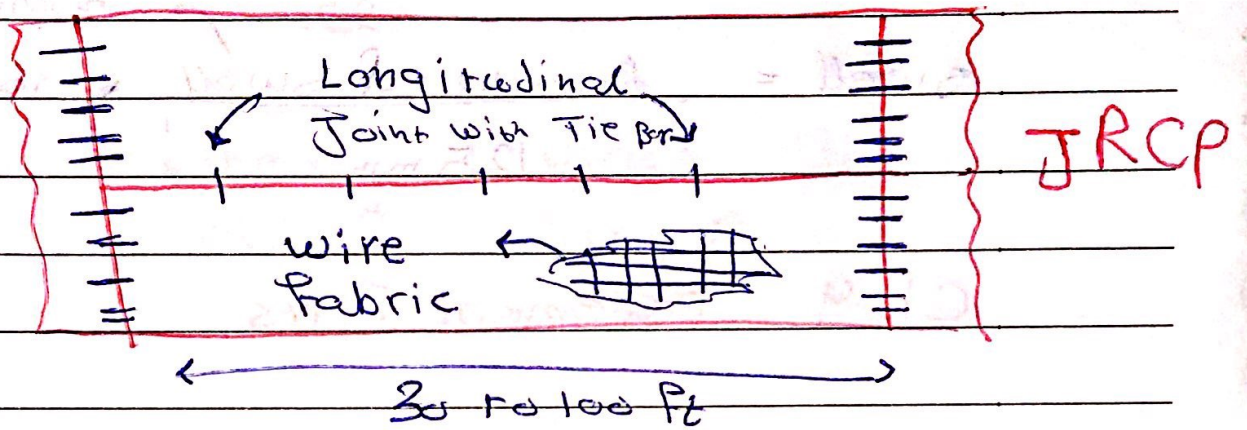


Side view



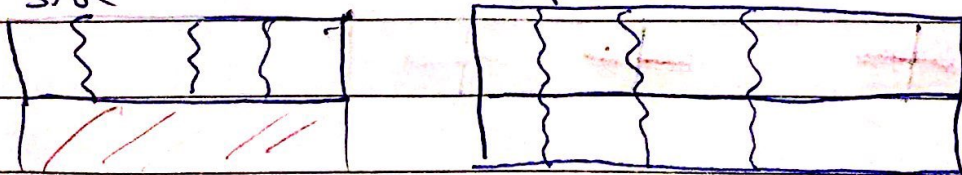
(5.1)

(59)



side

Top



③ The wt of sample of soil before drying = 3 lb and after drying = 2.2 lb

S.G = 2.7, Determining 1. w%

2. ρ_{Bulk}

3. ρ_{Dry}

$$MC = \text{Wet} - \text{Dry}$$

$$= 3 - 2.2 = 0.8\%$$

$$W\% = \frac{\text{Wet} - \text{Dry}}{\text{Dry}} = \frac{3 - 2.2}{2.2} \times 100\%$$

$$= 36.36\%$$

$$\rho_{Bulk} = \frac{W}{V}$$

$$V_w = \frac{W_w}{\rho_w} = \frac{3 - 2.2}{62.4} = 0.0128$$

$$\frac{W_{m+s} - W_m}{V_m}$$

$$V_{Sample} = \frac{W_s}{S.G \cdot \rho_w} = \frac{2.2}{2.7 \times 62.4}$$

$$= 0.0131$$

$$\rho_{Bulk} = \frac{3}{0.0128 + 0.0131} = 115.81 \text{ lb/ft}^3$$

$$\rho_{Dry} = \frac{115.8}{1 + 0.3636} = 84.9 \text{ lb/ft}^3$$

(W.)

$$\textcircled{7} \# 200 = 8\%$$

NP

A-3

G (Not associated)

$$\textcircled{8} \# 200 = 71\%$$

$$LL = 55$$

$$PL = 21$$

$$PI = 55 - 21 = 34$$

A-7-5 or A-7-6

$$34 \leq 55 - 30 = 25$$

or
>

$$34 > 25 \rightarrow \textcircled{A-7-6}$$

$$G = (71 - 35)(0.2 + 0.005(55 - 40)) + (0.01(71 - 35)(34 - 10))$$

$$= 9.9 + 8.64$$

$$= 18.54 \text{ Net good}$$

(W1)

* Draw cross section of flexible

pavement? → seal coat

sub base course [wearing o R.C. tank
Binder o M.C. prime

base course

Sub base course

compacted subgrade

Natural ground

* Sample	#10	#40	#200	LL	PL
1	77.2	37.1	28.2	33.1	6.8
2	100	81	38	42	23
				PI	

26.3

2 19

Sample 1. A-2-6

$$G = (6.01)(28.2 - 15)(26.3 - 10)$$

$$= 2.1516$$

2 ~~A-7-5~~ A-7-5 or A-7-6

$$19 > 42 - 30$$

$$19 > 12 \rightarrow A-7-6$$

(40)

* which Type has higher resistance to wear and why?

Sample	Ws	S-G Apper	S-G Bulk
1	1950 g/m ³	2.75	2.65
2	2000	2.77	2.55

* higher resistance wear → ↑ hardness & less W%.

Sample 1

$$S.G_{\text{app}} = \frac{W_s}{V_s} = \frac{2.75 - 1950}{V_s}$$

$$V_s = 709.09$$

$$S.G_{\text{Bulk}} = 2.65 = \frac{1950}{V_B \times 80}$$

$$V_B = 735.8$$

$$Ab\% = 735.8 - 709.09$$

$$1980$$

$$= 1.37\%$$

Sample 2

$$2.77 = \frac{2000}{V_s}$$

$$V_s = 722.02$$

$$2.55 = \frac{2000}{V_B}$$

$$V_B = 784.3$$

$$Ab\% = 784.3 - 722.02$$

$$2000$$

$$= 3.11\%$$

Sample 1

$$W\% \text{ of } \leftarrow Ab\% \text{ of } \leftarrow$$

(1.37%)

ch5:- High-Type Pavement

* Marshall mix Design :-

$$4\% \text{ as phalt } \frac{4}{100} = \frac{wb \text{ asp}}{wb \text{ asp} + a_{agg}}$$

2-method . Ottumpan & Chok

(Loose) العسلان *

not compacted

3 sample

مركب العسلان

Rice S.G

(Compacted) العسلان *

15 sample

مركب العسلان

Bulk S.G

Stability

Flow

2.5" mold ارتفاع

عدد ضربات معين بالمواضع حسب ال Traffic ← Force
عدد ضربات معين

* الخطوات *

Step 1:- Agg Evaluation

مطابقة للمواصفات التي يري

1. لازم اكون عاقله كل المقويات الخاصة بال agg

2. اذا ربي عن المقويات ارجو S.G & Ab

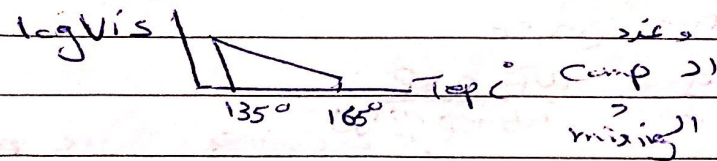
3. نقل المقويات الى

4. 1150g ← لقيت في mold

ولا زيم يكون نر

تحقق المواصفات (32)

Step 2: Asphalt cement evaluation



Excel *

is a 1A in the 1st 1000 ft of the road *

crackles in the 1st 1000 ft of the road *

is a 1A in the 1st 1000 ft of the road *

0.5 / 1 + 0.5 = optimum 1000 ft of the road *

* filler $\rightarrow$ free of lumps

$\rightarrow$ Hydro phobic in nature

* Cold region, $\rightarrow$ Light traffic $\rightarrow$ vis $\downarrow$ Ac-2.5

Ac-5

* Hot region, heavy traffic $\rightarrow$ vis $\uparrow$ Ac-20

Ac-4

(100)

Step 3: preparation of Marshall Spec

* ارتفاع الـ egg و الـ sand 1150g
 batched $\rightarrow$ 25 Kg & 4 liter of AC 18
 عينة

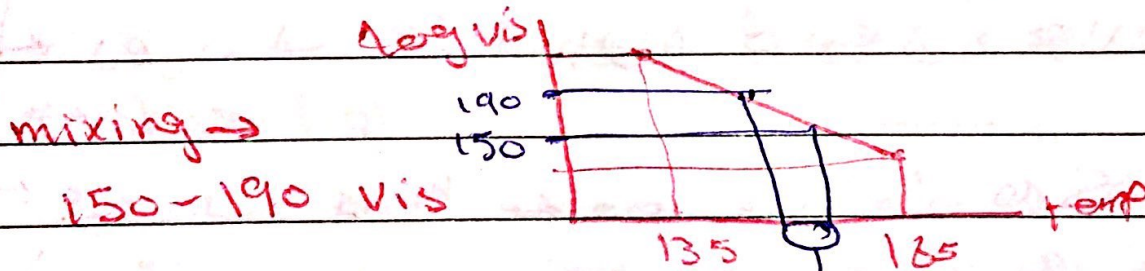
* نوزن الـ 18 عينة و نختار الـ mix

* ارتفاع الـ 1150g $2.5'' \pm 0.2$

$\phi = 2.5 \rightarrow$ ارتفاع الـ 1150

$h_i \leftarrow$ ارتفاع العينة

* ارتفاع الـ egg و الـ asphalt عند الـ mixing temp
 (الـ) طبعاً 5 صافي الـ 18 و الـ 2



حامي الحرا / الـ 18 و الـ 2
 * $\phi > 1 \rightarrow 2.5 > h_i \rightarrow$ بدي ازید
 * $\phi < 1 \rightarrow 2.5 < h_i \rightarrow$ بدي اقل جوه

(47)

لازم أخذ جريش قبل الـ opt وبعدها opt
العينات

Loose 3 sample Compacted 15 sample

4%	4.5%	5%	5.5%	6%

* كما اني 4% - 6% asphalt و 4% - 9.6% egg

$$\frac{4}{100} = \frac{\text{wt of asphalt}}{\text{wt of asphalt + egg}}$$

* Excel sheet ← الـ خطوة قبل ما ابدأ الماردينال

← Diff spr ← لتقسيم كل عينة وبعدها الـ 1150g

← ضرب الـ Diff بالوزن الي بولي اياه 1150 ← تنأخذ الـ cam

← عود الـ mass ← منه بعين الوزن في كل عينة بالوزن

← مجموعهم = 1150g

يعني لازم قبل ما ابدأ احض العينات بناءً على مجموع الماركام الي طمعت وبعدها ← ثم كذا عطلت ثم الوزن المطلوب.

فرع احييه ميزانه وابدأ اوزن حتى احصل الـ 1150g من كل عينة لكل عينة.

(٣٧)

* Marshall Design Criteria.

لحما احكي انه ار asphalt عند ال opt الي رح المله
لو كوي دلياع لل استخدام لازم يكون مطابقا لظروف الطريق

نوع ال Traffic	Light	Mid	heavy
	↓	↓	↓
compaction	35	50	75

of blows for side

70 Light 35 for each Face

حسب ال Traffic بعد عدد ال blows

Stable N (lb)

min

لازم الرقم الي رطاع يعني من التجربة وادي رح ار حه
Chart لاكون آتيا مع ال

Flow

(-)

(-)

(-)

Air void %

3-5%

range
حسب يكون حته

VMA

حسب ال agg

VAF

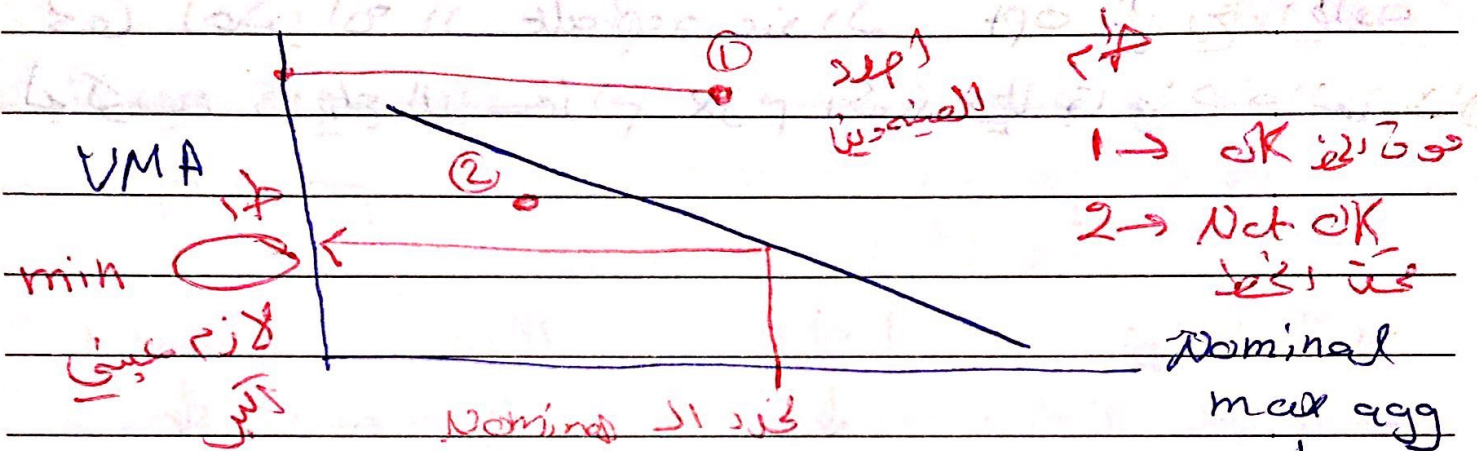
(-)

(-)

(-)

* VMA

min Void in egg



در دایره 90

* Bulk S.G of compacted mix

کمتر از 15 عینه از کامپ

S.G: 1)  w_1 وزن حاف

2)  w_2 w_{sub} وزن غرق
بالا

25°C , 2-5 mins

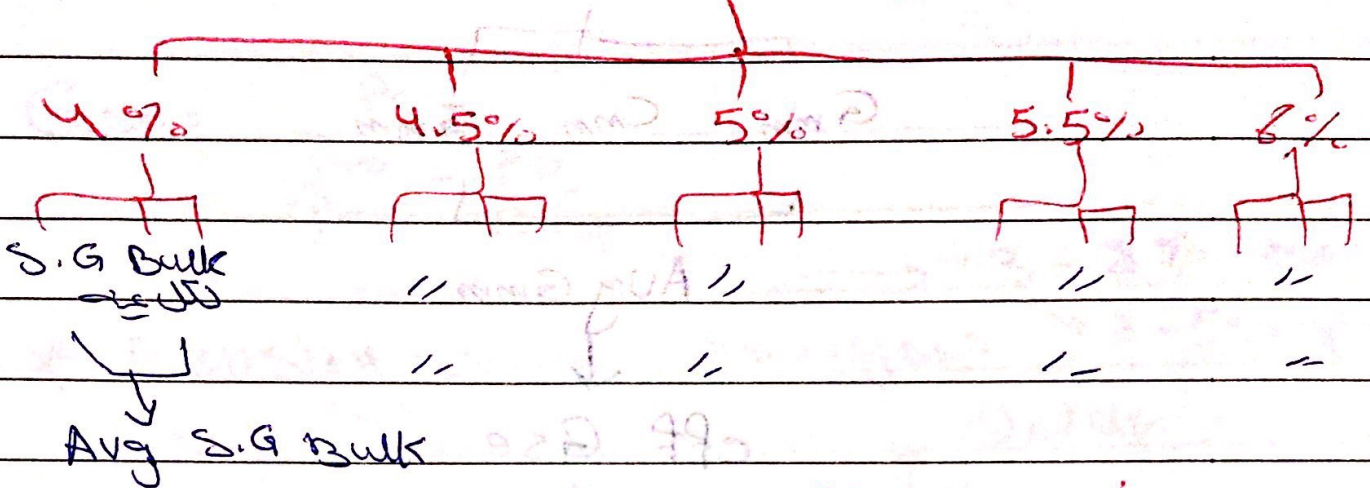
3) w_3 w_{ssp} ارتفاع عینه
دستگاه توزین

$$S.G = \frac{w_1}{w_3 - w_2}$$

$$S.G = \frac{w_1}{w_{ssp} - w_{sub}}$$

(۳۴)

15 sample



Gmb Avg $\rightarrow$ Gmb $\times$ W density
 density $\rightarrow$ AC%

(un compacted)

* Rice S.G of Loose Mix

Loose Mix 3

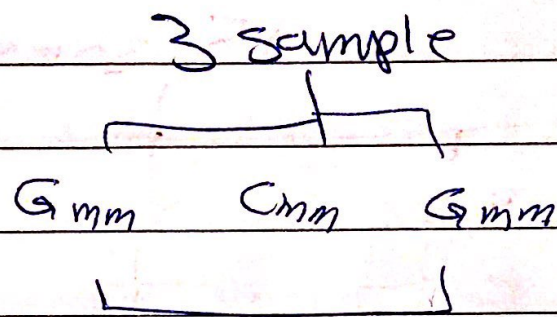
①  $\rightarrow$ 4  Temp Mixing

②  $\rightarrow$ W1

③  Py + water $\rightarrow$ W2

④  W3 Py + W1 + W2

(Σ.)



Avg G_{mm}

eff G_{se}

G_{mm} comp

$$G_{mm} = \frac{100}{\left(\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b} \right)} \rightarrow A\%$$

egg $100 - A\%$ $\leftarrow$ $\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b} \rightarrow A\%$ $P_s + P_b = 100\%$

given ≈ 1.05

** % weight of total mix*

$$Wt_{mix} = Wb_{agg} + Wb_{asphalt}$$

$$P_{wb_{asp}} = \frac{Wb_{asp}}{W_{mix}} \times 100 = P_b$$

$$P_{wb_{agg}} = \frac{Wb_{agg}}{W_{mix}} \times 100 = P_s$$

(E1)

(Σ)

* effective S.G of agg

$$G_{se} = \frac{P_s}{\frac{100}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_{asp}}}$$

* Density Void Analysis

WE

Volume

$$W_{Air} = 0$$

$$W_{asp} = V_{asp} \times S.G_{asp} \times \gamma_w$$

Air

asphalt

asphalt + agg

V_{air}

$V_{asphalt}^{eff}$

$V_{asp+agg}$

asp

$$W_{agg} = V_{agg} \times S.G_{agg} \times \gamma_w$$

Agg

V_{agg}^{eff}

Bulk

bulk agg

VMA = Air + asphalt → Peribility

$$W_{agg} = V_{Bulk} \times S.G_{Bulk} \times \gamma_w$$

$$W_{agg} = V_{eff} \times S.G_{eff} \times \gamma_w$$

نصف
الجو

$$S.G_{eff} > S.G_{Bulk}$$

$$V_{Bulk} > V_{eff}$$

* VFA % → VMA

* Volumetric

$$\frac{V_{asp}}{m_{asp}} = \frac{V_{agg}}{m_{agg}}$$

$$V_{asp} = V_D = \frac{Wt_{asp}}{G_{asp} \times \gamma_w}$$

↓

Bulk vol of asp

$$V_{agg\ eff} = \frac{Wt_{agg\ eff}}{S.G_{eff} \times \gamma_w}$$

↓

eff vol of agg

$$V_{agg\ Bulk} = \frac{Wt_{agg}}{S.G_{Bulk} \times \gamma_w}$$

↓

Bulk vol of agg

↓

agg + agg full of asp

$$V_{pa} = V_{agg\ Bulk} - V_{agg\ eff}$$

$$V_{pe} = V_D - V_{Dg}$$

agg + asp

Diagram

(24)

* % Air voids will be reduced

Low VTM $\rightarrow$ micro aging, permeability stripping

$$\% V_{Air} = 100 * (1 - V_b - V_{agg eff})$$

$$VTM = \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} * 100$$

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} P_s}{G_{sb}}$$

$$VMA = 100 * (1 - V_b)$$

$$\% VFA = \frac{VMA - VTM}{VMA} * 100 \quad \% VFA = \frac{V_{be}}{1 - V_{agg Bulk}} * 100$$

* $P_{be} \rightarrow$ Not obs by agg

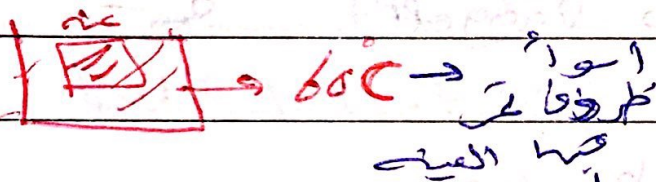
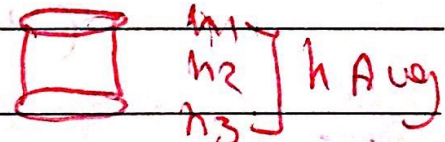
(∞)

* Stability & Flow

Stability:

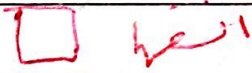
Flow:

اعطى load ثقله عند
 30-40 min $60^{\circ}C$ ← بظرفه , ظرف



wet ظرف , و عمل على

اعطى ظرفه
 4, 8



لود $2''/min$

rate

معدل



max def max load



Avg

(50)

في حثه 30-40 min
 و كل الحثه



و حثه اذا بدت

Correction

الو Sup

0.01"

0.25 mm

الرمه التي طلع (مزيه)

* تقرير البيانات

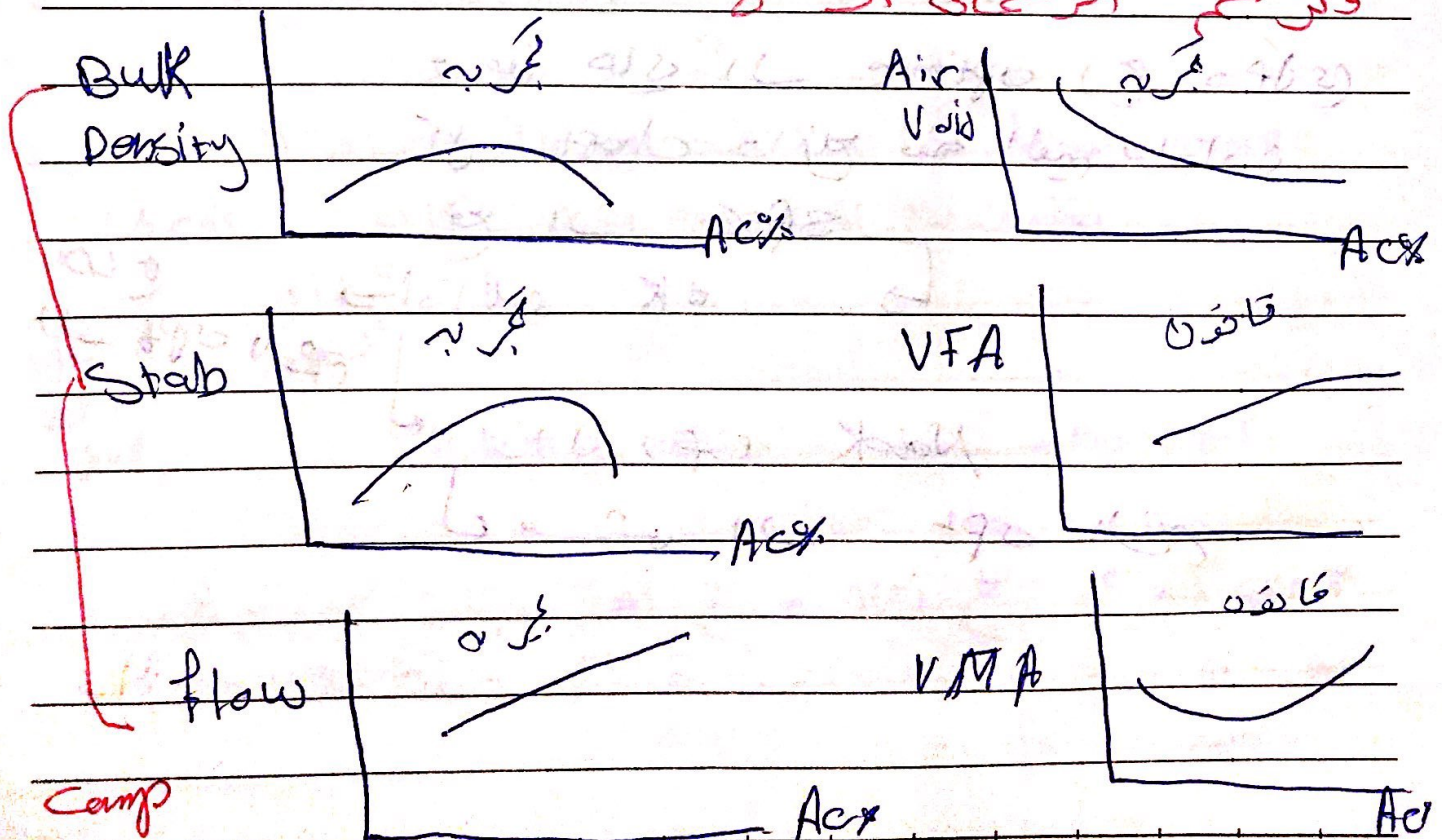
Sample	AC%	wt	wssd	Bulk Density	Permeability	Air Flow
1	5%	+	✓	✓	✓	✓
2		+	✓	✓	✓	✓
3		✓	✓	✓	✓	✓
Avg				✓	✓	✓

UMA UFA

Stab correction Stab Flow

✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓

تقرير الجدول التالي يوضح كل النتائج
وتنقسم إلى قسمين



* Determination of optimum AC%

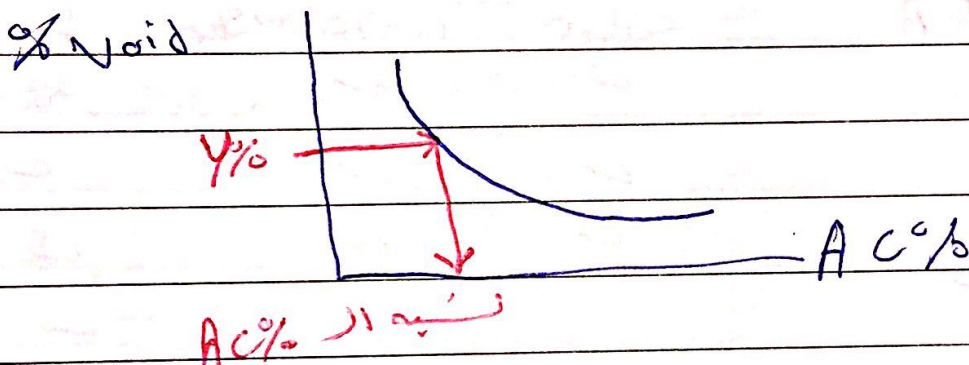
2-method

① NAPA

② Asphalt pro

* NAPA →

Air void 4%



→ راجع اعترى في optimum

و هنا ما في الـ optimum راجع لـ (AC%)

في chart دا راجع في القيم و اعداد

مع الـ spec

→ اعداد الـ K

الـ

الـ optimum

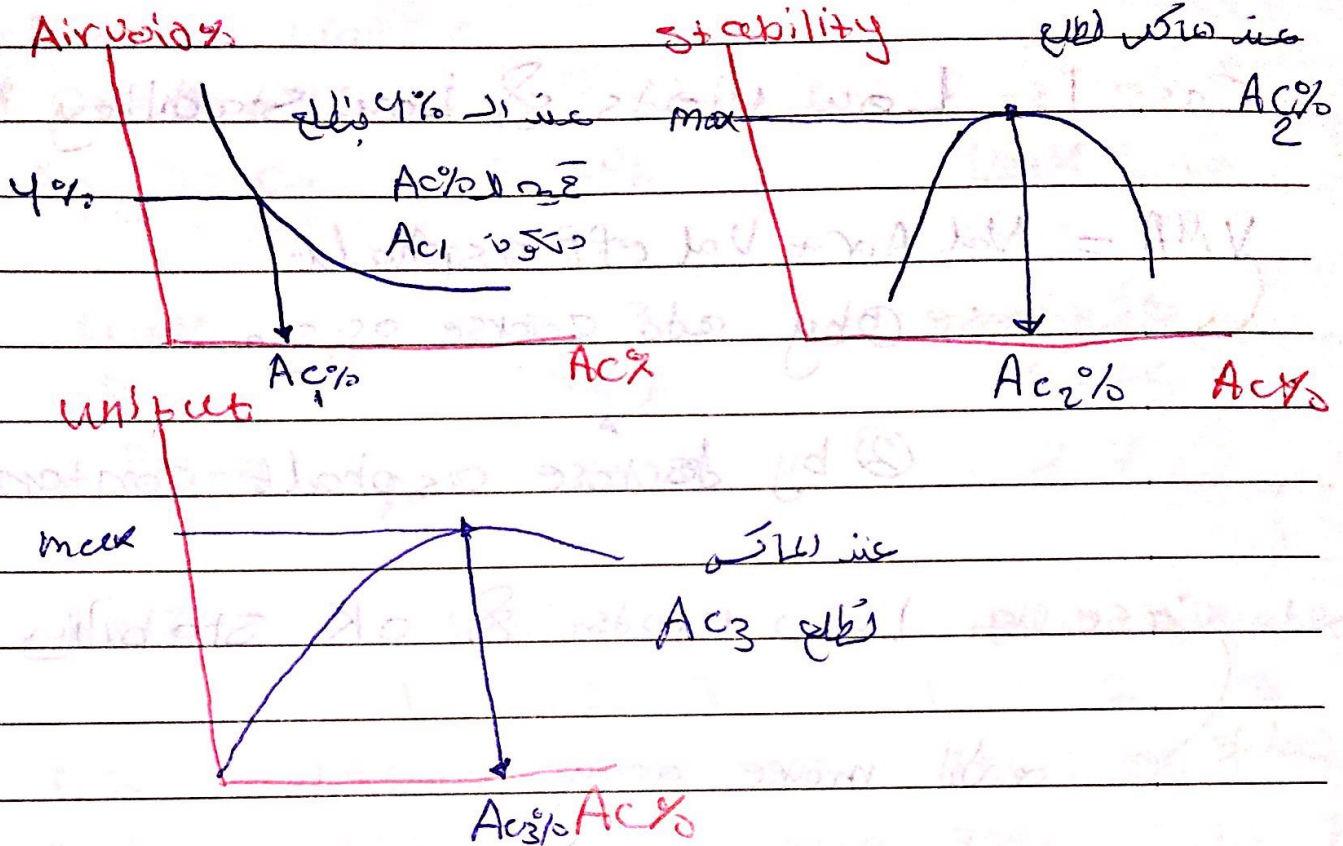
الـ K, الـ

الـ optimum

الـ K, الـ optimum

(E V)

* Asphalt Institute procedures



$$\text{Avg Ac\%} = \frac{\text{Ac}_1 + \text{Ac}_3 + \text{Ac}_4}{3} = \text{OPE Ac\%}$$

← نرجع إلى الجدول 5

و نلاحظ مع الملاحظة إذا كانت
 Hot mix ← OK
 ↓
 Marshall ← OK
 ↓
 Hot mix, hot laid ← Marshall

* لأي تعديل، رجاء الرجوع إلى الجدول 5

(ΣA)

Case 1: Low voids & Low stability

Cases

Case 1: Low voids & Low stability

$$VMA = V_d \text{ Air} + V_d \text{ eff asphalt}$$

→ Increase by add coarse agg.

② by decrease asphalt content

Case 2: Low voids & OK stability

→ add more agg.

Case 3: high voids & OK st

→ increases permeability
→ mineral filler

Case 4: OK voids & low st

Case 4: OK voids & low st

→ agg → low quality

→ Improved quality agg

(24)

* EX 8

* medium traffic

* Opt Ac = 2

Agg Type	% W _b	Bulk S-G
----------	------------------	----------

Coarse	52.3	2.65
--------	------	------

Fine	39.6	2.75
------	------	------

Filler	8.1	2.7
--------	-----	-----

Ac %	W _b in Air			W _b in Water		
	1	2	3	1	2	3

5%	1325.6	1325.4	1325	780.1	780.3	779.8
----	--------	--------	------	-------	-------	-------

5.5%	1331.3	1330.9	1331.8	789.6	789.3	779.8
------	--------	--------	--------	-------	-------	-------

6%	1338.2	1338.5	1338.1	788.6	798.3	790
----	--------	--------	--------	-------	-------	-----

6.5%	1343.8	1344	1343.9	799.8	797.3	797
------	--------	------	--------	-------	-------	-----

7%	1349	1349.3	1349.8	798.4	799	799.9
----	------	--------	--------	-------	-----	-------

Stability (lb)

Flow (g.w./")

	1	2	3		1	2	3
--	---	---	---	--	---	---	---

1460	1450	1465	7	7.5	7
------	------	------	---	-----	---

1600	1610	1585	10	9	9.5
------	------	------	----	---	-----

1510	1540	1550	11	11.5	11
------	------	------	----	------	----

1400	1420	1415	13	13	13.5
------	------	------	----	----	------

1200	1190	1210	15	15	16
------	------	------	----	----	----

S. G _{asp}	2.54	2.56	2.58	2.56	2.54
---------------------	------	------	------	------	------

(g.)

* حوات الحصى

① حوات الحصى Ac $\rightarrow$ $Avg G_{mm}$ (المتوسط)

$$G_{mb} = \frac{1}{3} \left(\frac{W_{t \text{ in Air}} - W_{t \text{ in water}}}{W_{t \text{ in Air}} - W_{t \text{ in water}}} \cdot A \right)$$

Then, density = $G_{mb} \times \Delta W = 1 \text{ g/cm}^3$
 G_{mm} 62.4 lb/ft^3

② حوات الحصى Avg $\rightarrow$ Avg $\rightarrow$ $Ac\%$ (المتوسط)③ حوات الحصى VMA $\rightarrow$ $Ac\%$ (المتوسط)

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \rightarrow \text{المتوسط}$$

$$= 100 - Ac\%$$

$$G_{sb} = \frac{P_{ca} + P_{fa} + P_{mf}}{(P_{ca}/G_{pca}) + (P_{fa}/G_{pfa}) + (P_{mf}/G_{pmf})}$$

$P_{ca} / P_{fa} / P_{mf} \rightarrow$ coarse / fine / filler
 حوات الحصى $\rightarrow$ حوات الحصى

$$P_{ca} = \text{نسبة} \times P_s$$

(01)

④ $P_a = 100 \cdot \frac{G_{mm} - G_{mb}}{C_{mm}}$

→ Air Voids

% AC

⑤ ترسيم الراسيات

⑥ اجراء في method ١١ اى
check

G_{se} eff S.G of ^{agg} asphalt

G_{mmax} max S.G exp

G_b S.G of asphalt

G_{sb} Bulk S.G of agg

G_{mb} Bulk S.G of specimen

$G_{mm,rel}$ max S.G

AV% or VMA% - percent of

voids

VMA% - AV + vol of eff

asphalt

VFA% - voids filled with asphalt

P_s % wt of agg

P_b % wt of asphalt
cement

$$G_{mb} = \frac{A}{B - C}$$

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

$$\% VMA = \left(1 - \frac{G_{mb}}{G_{mm}} \right) \times 100$$

$$VMA = \frac{1 - G_{mb}(1 - P_b)}{C_{sb}} \times 100$$

$$VFA = \frac{VMA - AV}{VMA} \times 100$$

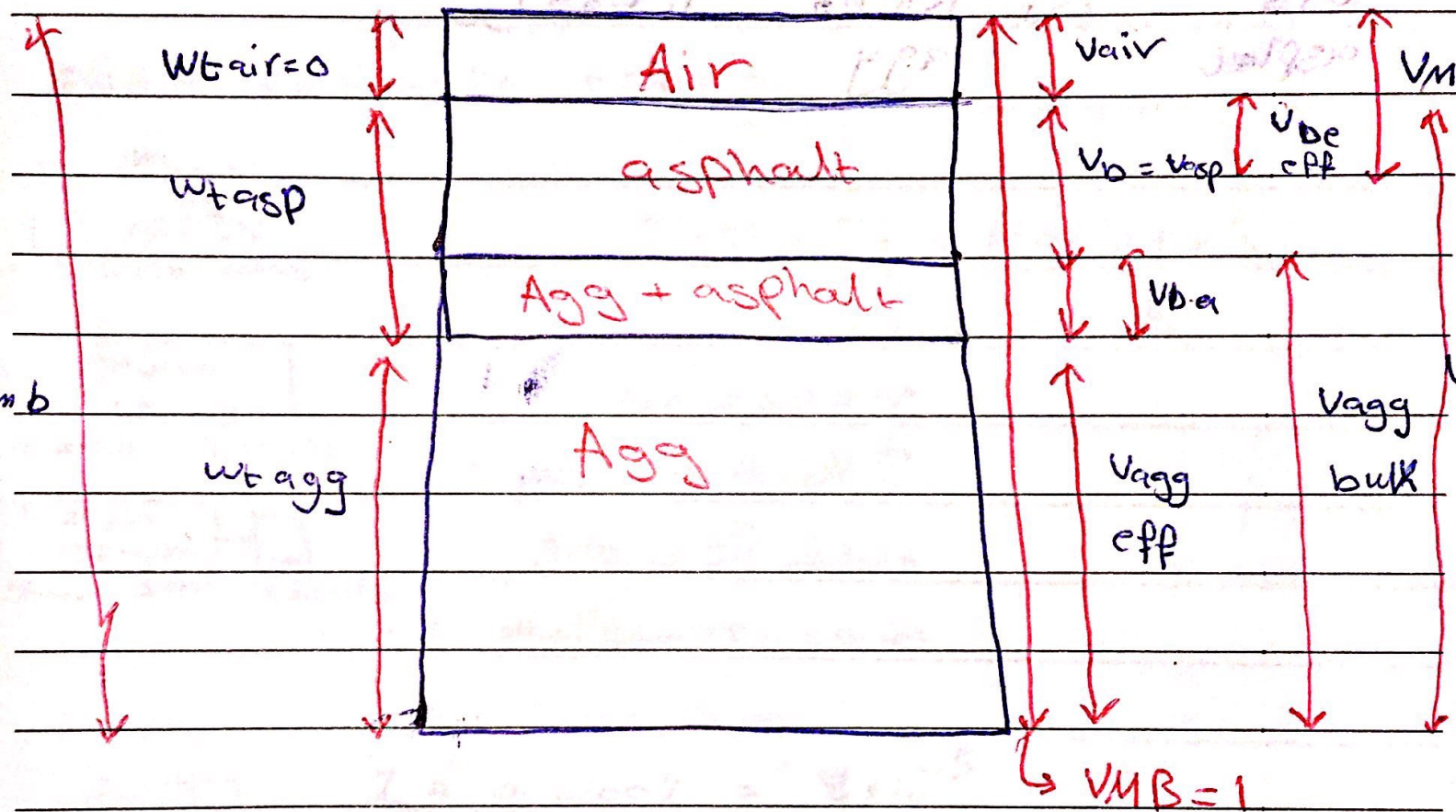
Subject:

Date:

Weight - Volume

mass

volume



$$\text{Density} = \frac{\text{mass}}{\text{Volume}}$$

(or)

(03)

C6: pavement ESAL

*Ex: Estimate ESAL

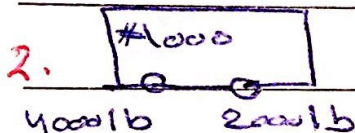
#5000



$$ESAL = TF \times \# \text{ of Veh's}$$

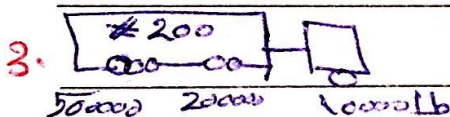
↓
الجراد

↓
مقطر



مسيب فوري ال Axle

مع الوزن 1.5 ← زائدة



واذا كان أكثر من Axle

لقرن # of Axle * TF

$$1. TF = 2 \times 0.00002 = 4 \times 10^{-5}$$

of Axle ←

load Equ factor →

$$ESAL = 5000 \times 4 \times 10^{-5}$$

$$= 0.2 \rightarrow$$

الوزن الناتج

of Veh's ←

TF ↓

5000
فان عدد سيارات عامه بـ 5000 واربعة

عبار ← وبنه فالوزن الناتج من مرور المصالح الساتر 18000lb

$$2. TF = (0.00018 + 0.00209) = 2.27 \times 10^{-3}$$

$$ESAL = 1000 \times 2.27 \times 10^{-3} = 2.27$$

$$3. TF = (0.0877 + 0.421 + 1.22) = 1.4287$$

$$ESAL = 200 \times 1.4287 = 285.74$$

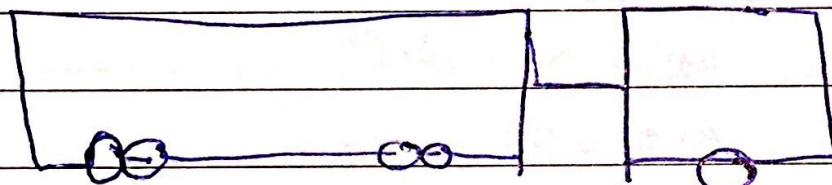
مجموع الاكبر وهو الي ننته فيه لما جينا فيه

Subject: _____

Date: _____

$$TF = \frac{\text{sum \# Axle wt} \times \text{ESA2}}{\text{total \# of veh's}}$$

* Ex: TF = 8



$$\begin{array}{ccccccc} 151kN & & 151kN & & 54kN & & \text{TF} \\ 34000lb & & 34000lb & & 12000lb & & \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\ 1.095 & + & 1.095 & + & 0.189 & = & 2.379 \end{array}$$

لإيجاد الـ TF ← يا إما المبلغ الجداول عند كل محور ← الرقم

و أجمعهم ← و هيك يكونا جمل الـ TF للمركبة كلها .

أو أجمع الـ وزن المركبة و يدخل في الجدول و نطلع

$$34000 \times 2 + 12000 = 80000lb$$

$$TF = 2.379$$

(∞)

* Ex: if G_j 4% 20 year

$$G_j = \frac{(1 + 0.04)^{20} - 1}{0.04}$$

$$= 29.78$$

* التوافق الفنى

$$TF = \frac{\text{نم الجود} \times \# \text{ of Axle}}{1/2 \dots}$$

$$ESAL = TF \times \# \text{ of veh's}$$

$$G_j = \frac{((1 + j)^b - 1)}{j}$$

$$ESAL = TF \times \# \text{ of veh's} \times G_j$$

$$ESAL = AADT \times F_d \times G_j \times N_i \times F_{Ei} \times 365$$

annual Avg $\swarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$
 الجود $\swarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$
 Factor $\swarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$
 الجود $\swarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$

* المحل $\leftarrow$ G_j ونظير TF لكل مركبة و F_d

(٥٦)

$$\textcircled{1} \text{ AADT} = 6000$$

$$6\text{-lane} \rightarrow F_d = 40 = 0.4$$

growth rate = 5% 20 year

60% car

30% 2-axle single

10% 3-axle single

ESAL

$$G_j = \frac{((1 + 0.05)^{20} - 1)}{0.05} = 33.066$$

$$Tr_1 = \text{neglect}$$

$$Tr_2 = 0.0063$$

$$Tr_3 = 0.0224$$

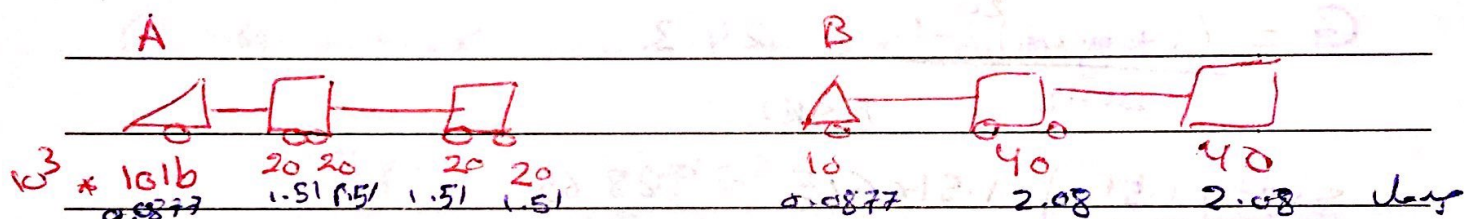
$$ESAL = 0.292 \times 10^6$$

(0.292)

* If the total gross wt 5 axle truck
what $Tr = ?$

$$Tr = 5$$

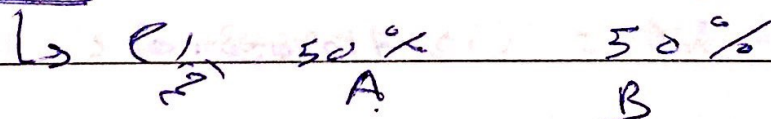
* A & B $a \rightarrow 9000 lb$



a. $TF = ?$

$$TF = \frac{(0.0877 \times 1) + (1.51 \times 4) + (0.0877 \times 1) + (2.08 \times 2)}{2} = 5.1877$$

b. if $\# 1000 \rightarrow TF = \text{at } 50\%$



if Truck 50%

$$TA = 500 (0.0877 + (4 \times 1.51)) = 3063.85$$

50% x 1000

$$TB = 500 (0.0877 + 2(2.08)) = 2123.85$$

$$TF = \frac{3063.85 + 2123.85}{1000} = 5.1877$$

(OK)

* 2-lane

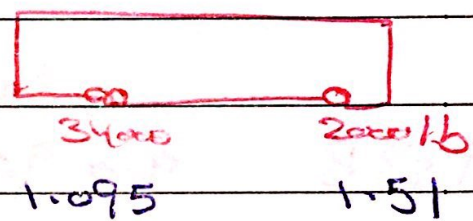
615 buses 365 day

Wt single axle = 20000 lb

tandem = 34000 lb

20 year 2%

ESAL = ?



$$G = \frac{(1 + 0.02)^{20} - 1}{0.02} = 24.3$$

ESAL

Single	1.51	$1.51 \times 615 = 928.65$
tand	1.095	$1.095 \times 815 = 891.425$

$$1.095 \times 815 = 891.425$$

$$= 1602.075$$

$$\text{Design ESAL} = 1602.075 \times 24.3 \times 365 \times 0.5$$

$$= 7104033.092$$

(or)