HIGHWAY ENGINEERING

STRUCTURAL DESIGN

engineer22.com

5

* Soil Strength *

(A) California Bearing Ratio [CBR]

اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا واختصاره CBR

وهو تجربة معملية لقياس الضغط اللازم لغرز

ابرة ذات مقطع معين وبسرعة تحميل معينة في عينة

من التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة

ومقارنتها مع نتائج اختبار تربة قياسية

- Commonly known as the CBR test
- Determination of the load - deformation Curve of the Soil in the laboratory using the Standard CBR testing equipment
- The objective of the test is to determine the relative Strength of a soil with respect to Standard crushed rock.

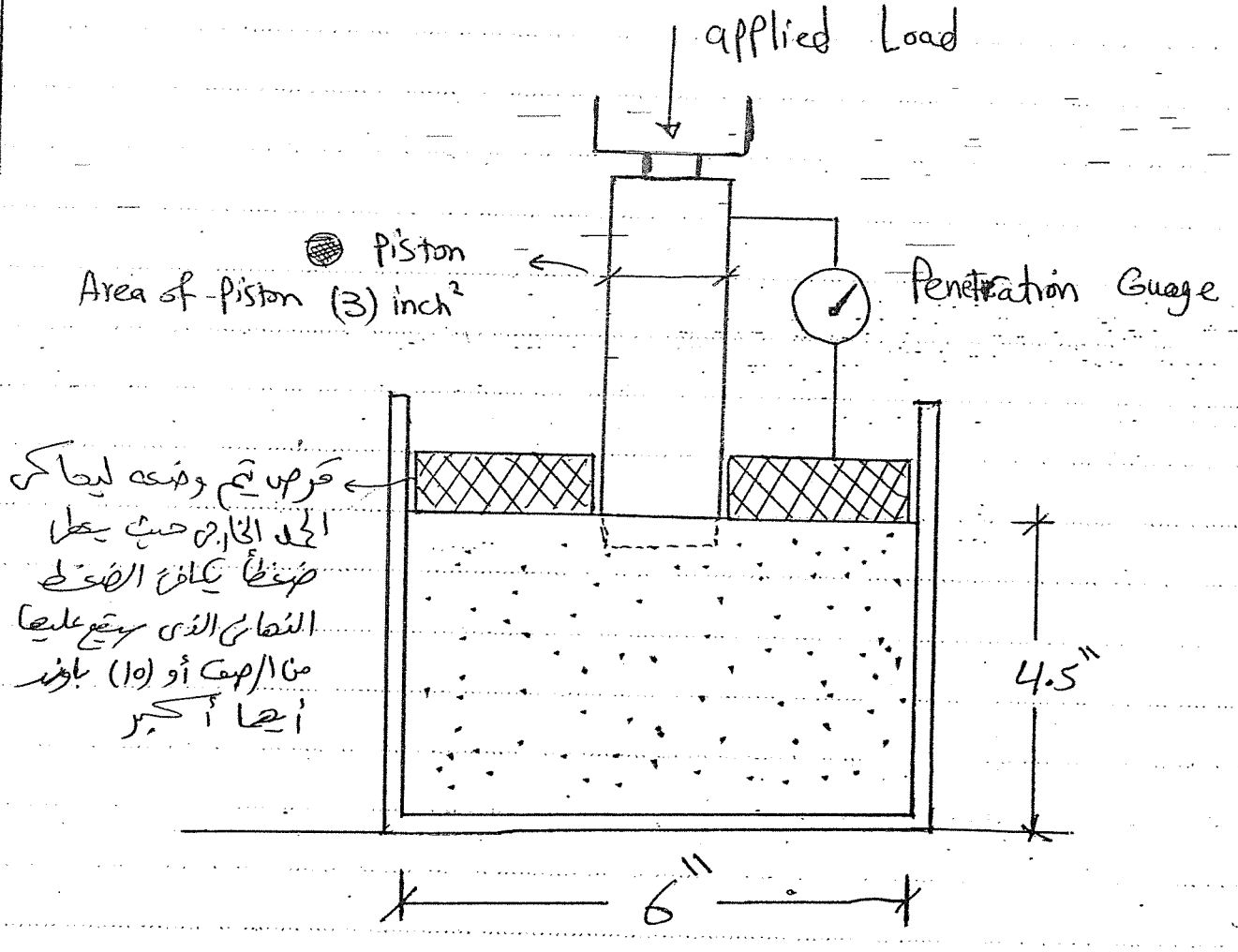
$$CBR = \frac{\text{قوة تحمل العينة المدروسة}}{\text{قوة تحمل العينة القياسية}} * 100$$

→ Compacted Sample is prepared at the optimum Water Content for modified proctor.

يتم عمل اختبار بروكتور المعدل وتحديد Wcontent.opt

كما في الدرس السابق ثم يتم دك التربة

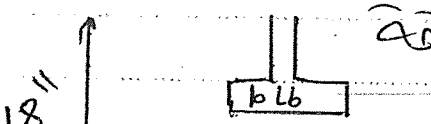
→ Mould is 6" in diameter - 56 blow per layer - 5 layers



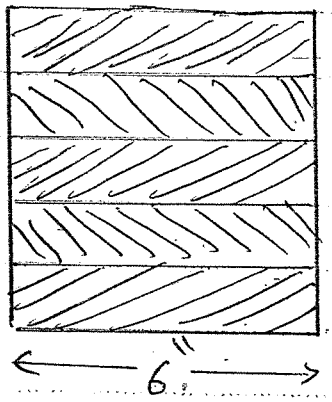
الخطوات

① عمل اختبار بروكتور المعدل على عينة من التربة وتحديد Maximum Dry و الـ Optimum

② يتم وضع العينة في أناء الـ (CBR) على طبقات (5) طبقات بعد اضافة الـ $(W_c)_{opt}$ وتعليبها ثم يترك كل طبقة وترك المطرقة تسقط من ارتفاع (18") بعدد (56) ضربة لكل طبقة



③ يتم وضع القرص المثقب على العينة حيث يسلط ضغط على الضغط النهائي الذي سيقع عليها من الرصيف.



④ يتم غمر العينة في المياه لمدة [4] أيام ويقاس مقدار الانتفاش

⑤ يتم استخراج العينة من المياه وتركها في الهواء لتجف لمدة 15 دقيقة

⑥ وضع العينة في جهاز الـ (CBR) وقياس الاختراق المقابل لكل حمل

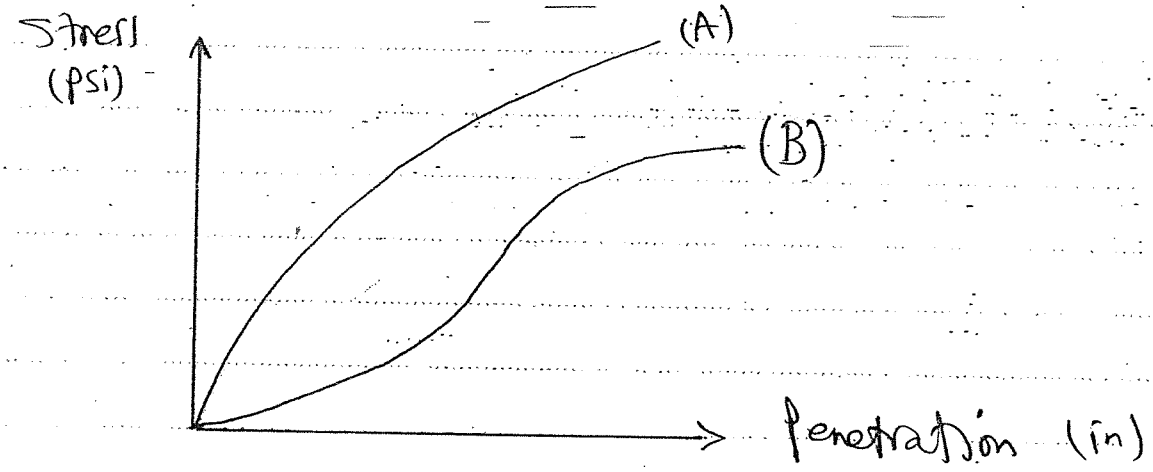
معدل الاختراق (الغرس) للمكبس (0.05) بوصة/دقيقة

- يتم تسجيل الحمل المقابل لكل اختراق

$$\text{Stress} = \frac{\text{load}}{\text{Area}} = \frac{\text{load (Lb)}}{3\ (\text{inch}} = \checkmark\ \text{Psi}\ (\text{Lb/in}^2)$$

Penetration (in)	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15	0.175
Load (Lb)	←	←	←	←	←	←	←
Stress (Psi)	←	←	←	←	←	←	←

(7) يتم رسم العلاقة بين الـ Penetration كمحور أفقي والـ Stress كمحور رأسي
وعند الرسم يظهر امدن الشكلين (A) (B)

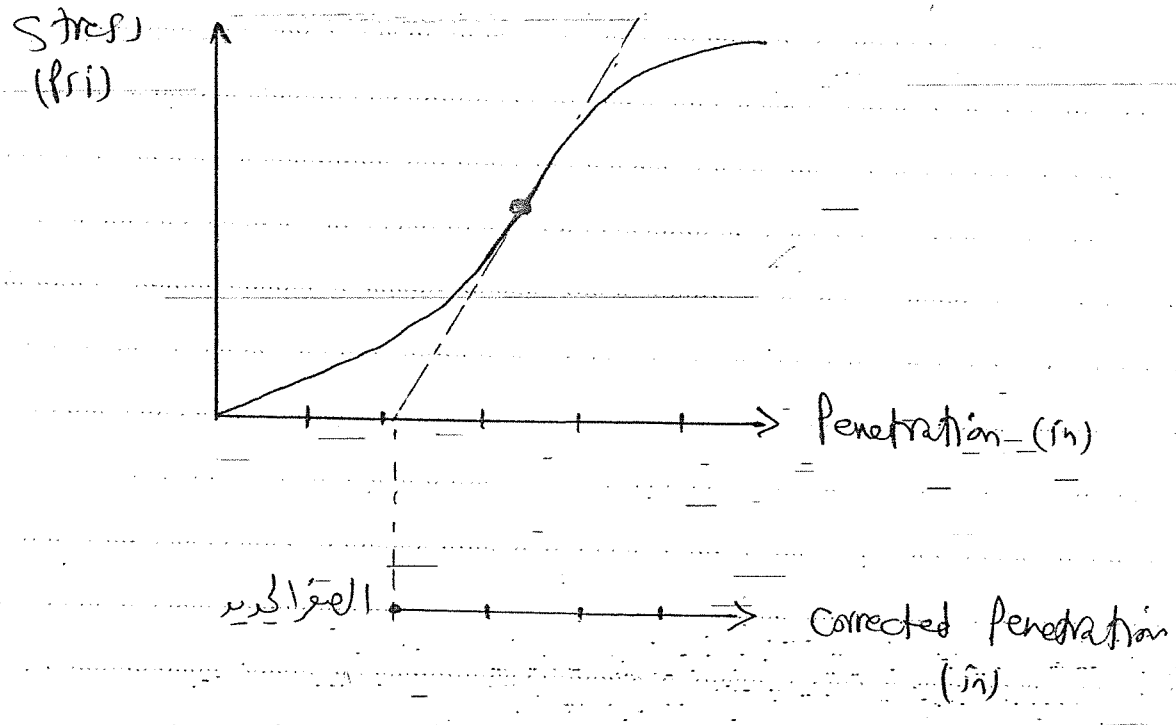


- المنحنى الطبيعي الذي المفروض الحصول عليه يجب ان يكون على شكل المنحنى (A)

(ولكن) احياناً قد يحدث خطأ في التجربة ويصبح على الشكل (B) وذلك
← لعدم أستوية الكبس 100%.
← نعومة السطح (الكبس يخترق التربة في البداية قبل التحمل (تربة طينية))

وفي حالات ظهور المنحنى (B) لابد من عمل تصحيح

← بعمل مماس للمنحنى عند نقطة الانقلاب ثم رسم محور جديد يوازي المحور الافقي القديم يبدأ الصفر الجديد من عند نقطة تقاطع المماس مع المحور الافقي القديم.



⑧ يتم حساب القيم

$$[CBR_{0.1}] = \frac{(Stress)_{0.1}}{1000} * 100\ \%$$

$$[CBR_{0.2}] = \frac{(Stress)_{0.2}}{1500} * 100\ \%$$

if $(CBR)_{0.1} > (CBR)_{0.2}$ then $CBR = CBR_{0.1}$

if $(CBR)_{0.1} < (CBR)_{0.2}$ then repeat the test and use the maximum

(ΣX)

- Data taken during a CBR test is as Follows
- What is the CBR of this soil :

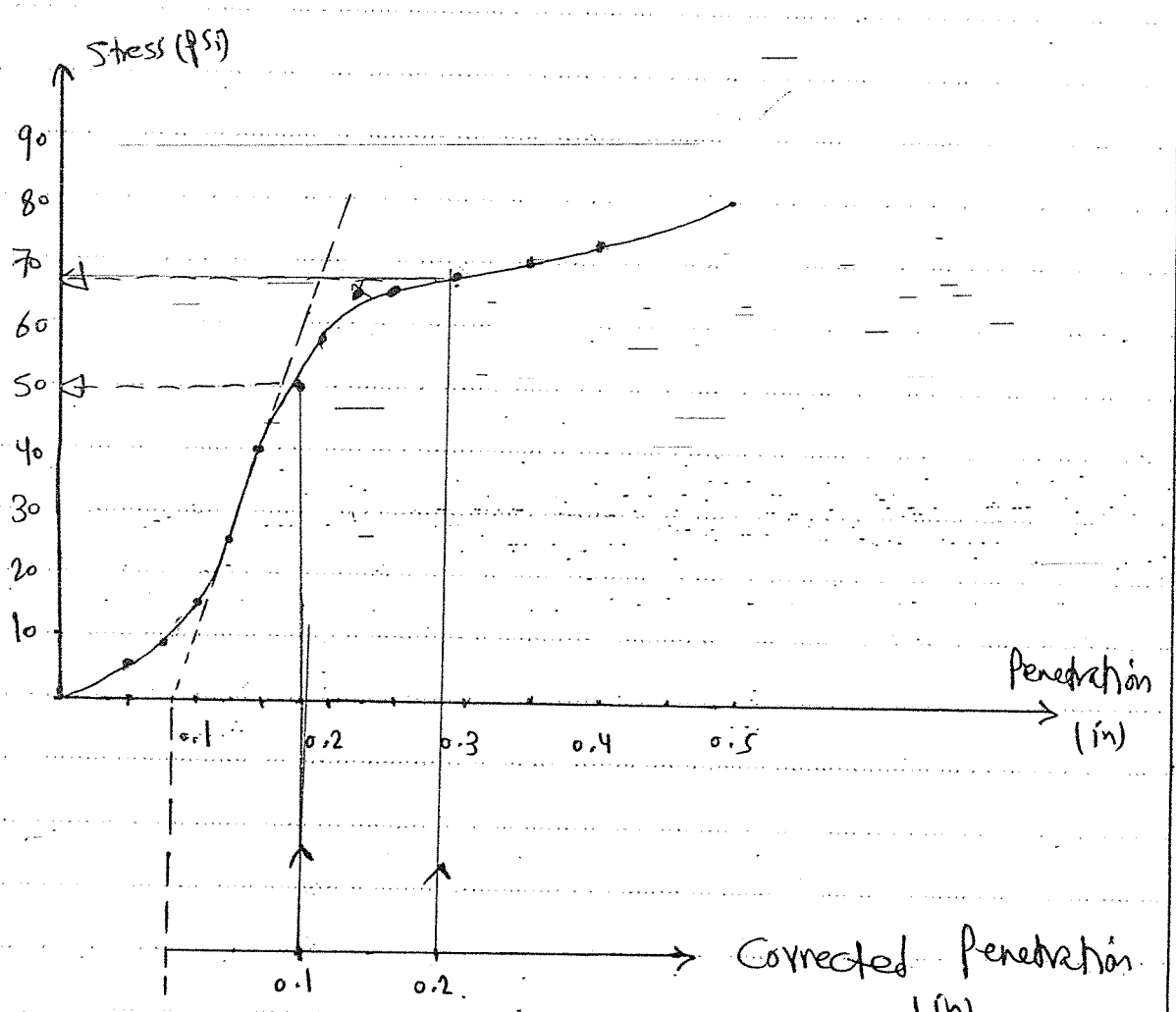
- Determine the surcharge weights which are required for a CBR test on a soil if estimated pavement thickness will be ~~of~~ (18) inch. the pavement will have a unit weight of 140 PCF

Load on piston (Lbs)	15	27	51	81	120	150	174	192	201	210	222	240
Penetration (in)	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5

(lbs) نوع الحمل المطبق

$$\text{Stress} = \frac{\text{load (lbs)}}{\text{Area (3 in}^2\text{)}}$$

Stress (psi)	5	9	17	27	40	50	58	64	67	70	74	80
Penetration (in)	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5



$$CBR_{0.1} = \frac{\text{Stress}_{0.1}}{1000} * 100 = \frac{50}{1000} * 100 = \boxed{5}\ \%$$

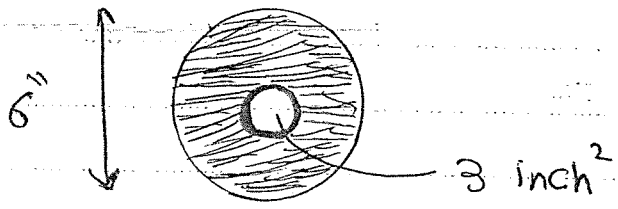
$$CBR_{0.2} = \frac{\text{Stress}_{0.2}}{1500} * 100 = \frac{67}{1500} * 100 = \boxed{4.47}\ \%$$

$CBR_{0.1} > CBR_{0.2}$ ok #

$\boxed{CBR = 5\ \%}$

حساب وزن فرض التحميل

$$\text{Area disc} = \frac{\pi D^2}{4} - 3 = \frac{\pi}{4} * 6^2 - 3 = \boxed{25.27}\ in^2$$



$$= \frac{25.27}{(12)^2} = \boxed{0.1755}\ ft^2$$

$$\text{Surcharge weight} = \gamma_{fill} * t_{pavement} * A_{disc}$$

$$= 140 * \frac{18}{12} * 0.1755$$

$$= \boxed{36.85}\ lb > 10\ Lbs$$

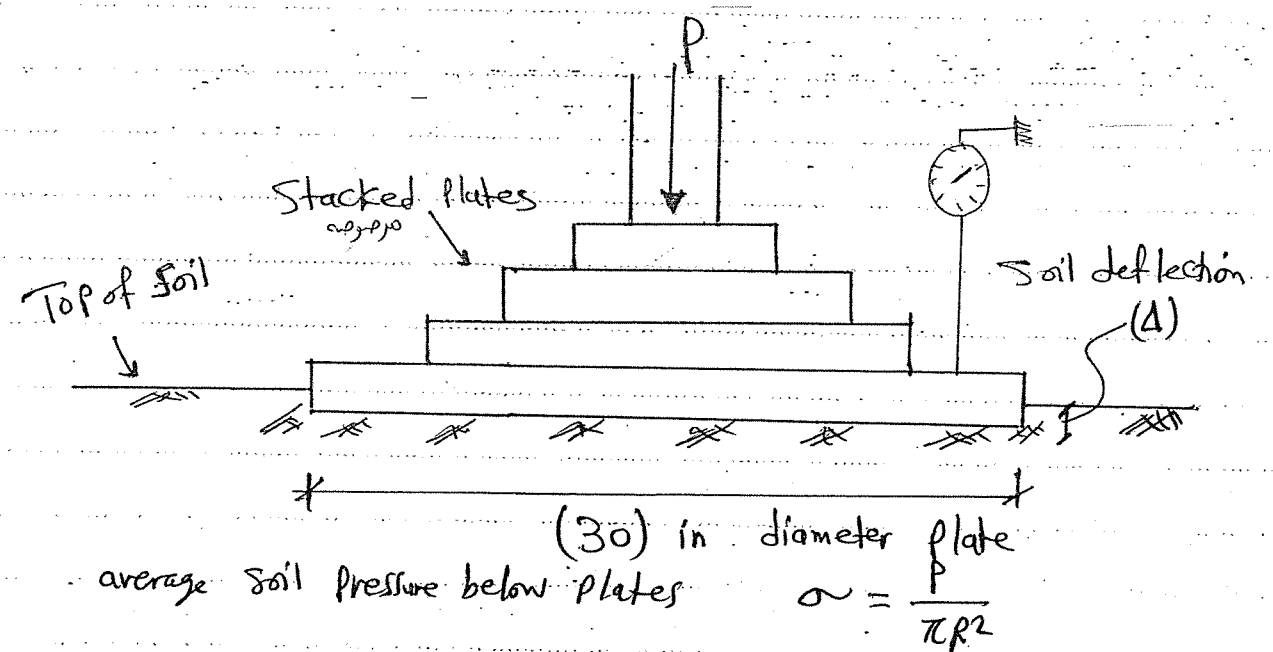
Ok

Plate Loading Test :-

هو اختبار عن الموقع الغرض منه تحديد قدرة تحمل التربة ومقدار الهبوط الناتج عن الاحمال وحساب معامل رد فعل التربة المستخدم في تصميم الرصف الصلب

→ Evaluate Soil Strength

→ Measure Modulus of subgrade Reaction for rigid Pavement design:



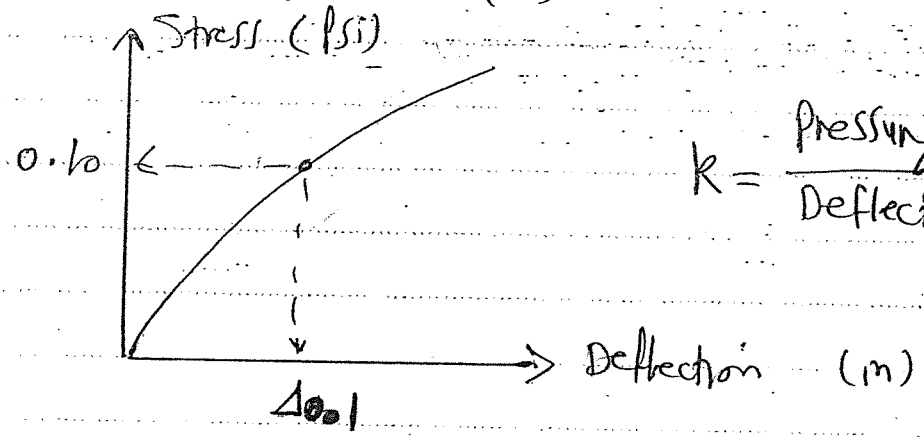
average soil pressure below plates $\sigma = \frac{P}{\pi R^2}$

- يتم النزول إلى الموقع وتحديد المكان المراد أخذ الاختبار عنده ثم تنعيم السطح وجعله أفقياً تماماً ووضع أقراص التحميل

يتم وضع مقاييس للهبوط Deflection guages
قرب الى اقصى الحافة الخارجية للعجلة الاخيرة ثم تزويد
الحمل تدريجياً مع قياس الهبوط الناتج
لكل حمل

Stress (Psi)	←	←	←	←	←	←
Deflection (in)	←	←	←	←	←	←

نرسم المنحنى ونتم حساب معامل رد فعل
التربة Modulus of Subgrade Reaction
(K)



$$K = \frac{\text{Pressure}}{\text{Deflection}} \quad Lb/in^3$$

$$K = \frac{0.1}{\Delta_{0.1}} \quad Lb/in^3$$

$$K = \frac{P_{0.05}}{0.05} \quad Lb/in^3$$

Ex

A 30 inch plate loading test performed on a subgrade soil yielded the results shown below :—

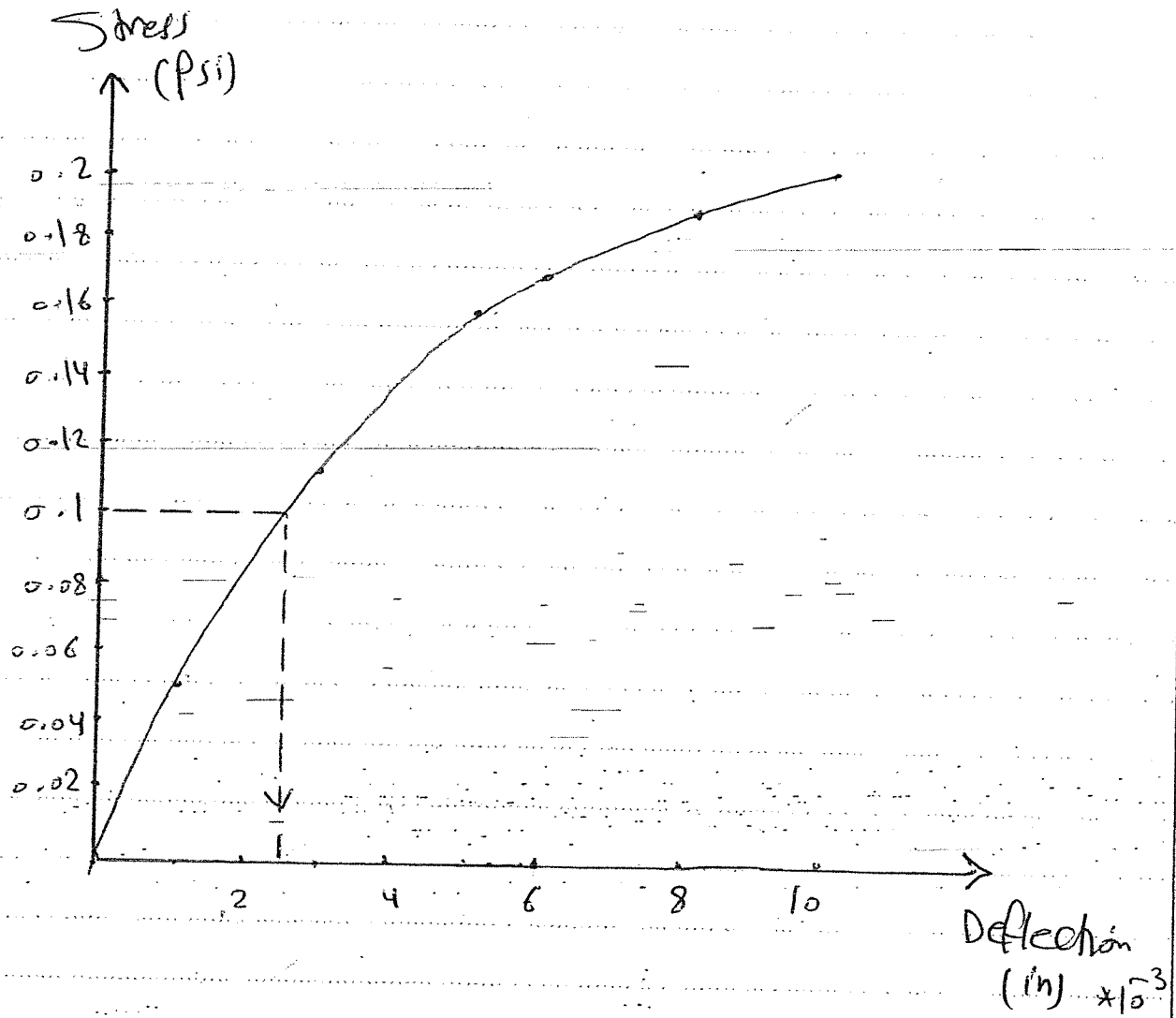
Deflection (in) $*10^{-3}$	1	3	5	6	8	10
Load in Lbs	35	81	113	120	134	141

Determine the modulus of subgrade reaction (k) of the soil

$$\text{Area disc} = \frac{\pi}{4} * 30^2 = 707 \text{ in}^2$$

$$\text{Stress} = \frac{\text{load}}{\text{Area}} = \checkmark \text{ lb/in}^2$$

Deflection in $*10^{-3}$	1	3	5	6	8	10
Stress (psi)	0.05	0.115	0.16	0.17	0.19	0.2



$$k = \frac{0.1}{2.5 * 10^{-3}} = 40 \ \text{lb/in}^3$$