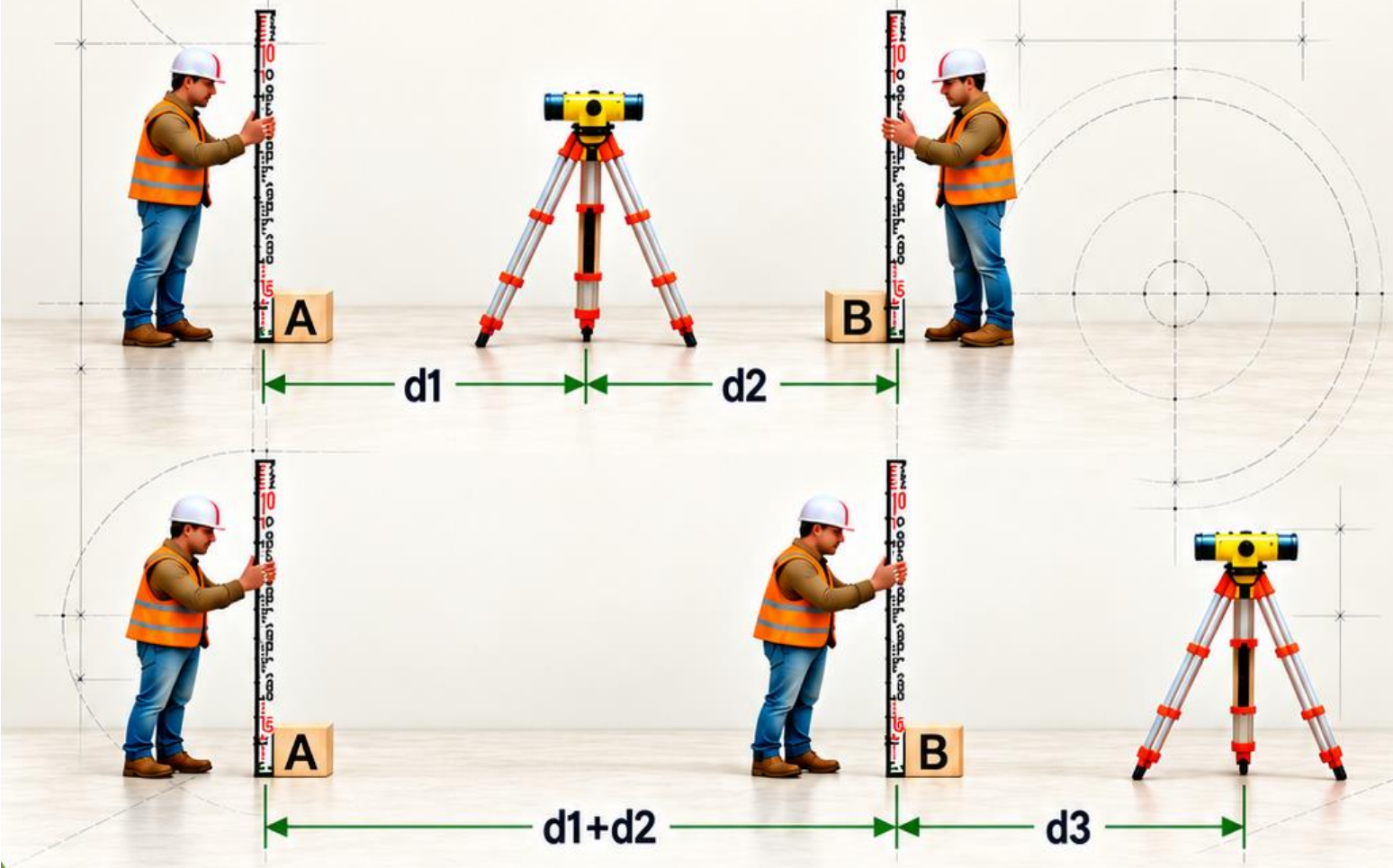
Mustansiriyah University
College of Engineering
Highway and Transportation Engineering Department

Engineering Surveying Laboratory

Second Year - First Semester

Experiment 4

Two-peg test



Prepared by:

Asst. Lect. Hussein Mohammed Noor
Asst. Prof. Teba Tariq
Lect. Dr. Wafaa Khudhair

2027-2026

General Objective

To develop students' skills in performing the two-peg test, determining collimation error, and correcting staff readings.

Learning Objectives

By the end of this experiment, students will be able to:

1. Explain collimation error and its effect on staff readings.
2. Perform the two-peg test using equal and unequal sighting distances.
3. Determine the true difference in elevation between two points.
4. Calculate the collimation error and determine whether the level requires adjustment.
5. Calculate the correct staff reading and explain the adjustment procedure for a tilting level.

Introduction

The two-peg test is a surveying procedure used to check whether the line of sight of a level is horizontal. In this experiment, students record staff readings from two instrument positions using equal and unequal sighting distances. The readings are used to determine the true difference in elevation, calculate the collimation error, and assess whether adjustment is required, emphasizing the importance of a correctly adjusted level for accurate leveling.

Experiment 4: Two-peg test

Collimation Line error in Leveling Instrument (ميل خط النظر في جهاز التسوية)

In a correctly adjusted level, the line of sight is horizontal, giving correct staff readings. **Collimation line error** occurs when this line slopes upward or downward despite proper leveling. It may result from shocks, vibration, temperature changes, or incorrect adjustment of internal components. The resulting reading error increases with sighting distance.

في جهاز التسوية المضبوط، يكون خط النظر أفقياً ويعطي قراءات صحيحة للمسطرة. يحدث **ميل خط النظر** عندما يميل هذا الخط للأعلى أو للأسفل رغم تسوية الجهاز بصورة صحيحة. وقد ينتج عن الصدمات الذي يتعرض لها جهاز التسوية، أو الاهتزاز، أو تغيّرات الحرارة، أو الضبط غير الصحيح للأجزاء الداخلية. ويزداد خطأ القراءة الناتج بزيادة المسافة بين الجهاز والمسطرة.

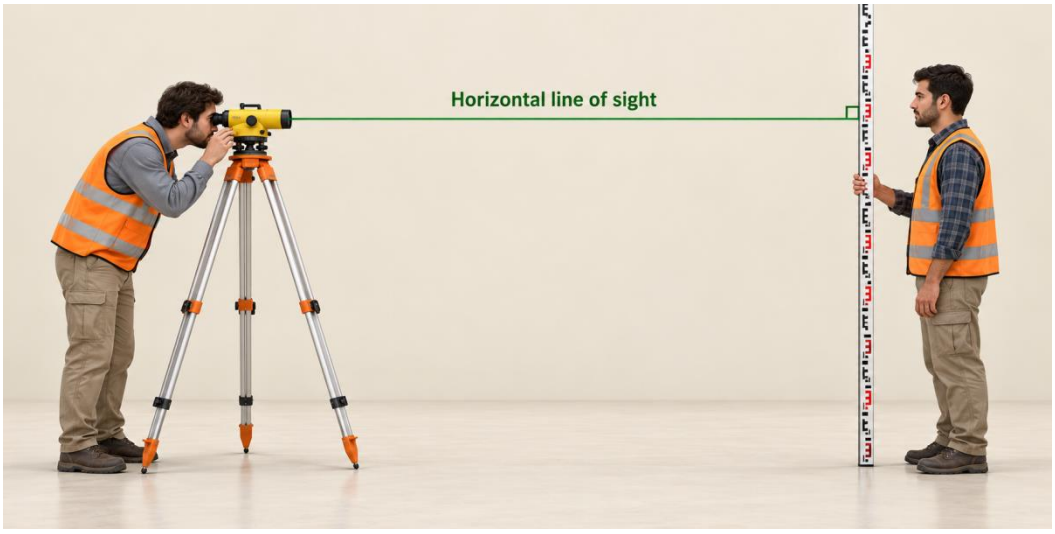


Figure 1: Horizontal Line of Sight in a Correctly Adjusted Level

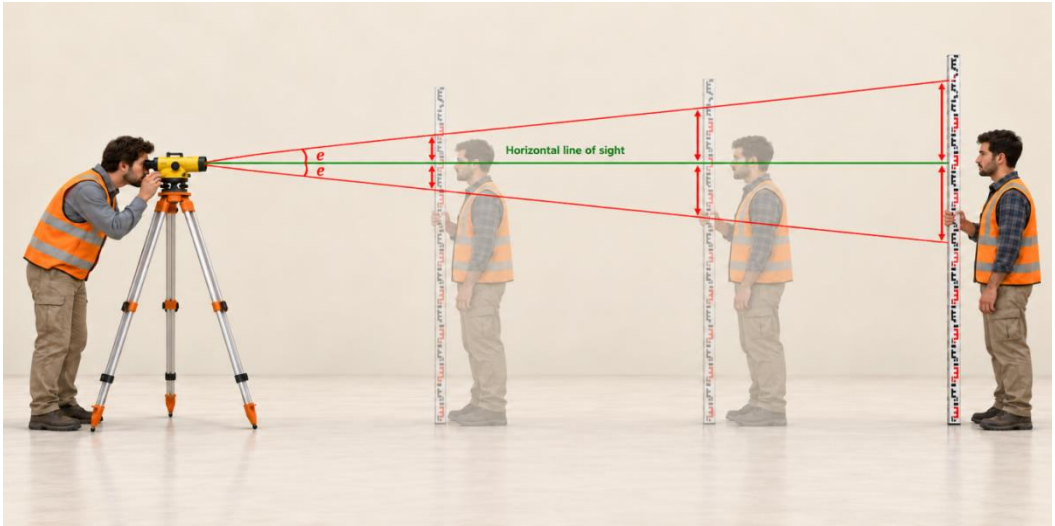


Figure 2: Effect of Collimation Line Error on Staff Readings at Different Distances

Purpose

To determine whether or not the collimation line (sight line) is horizontal.

Equipment:

1. Level instrument (جهاز التسوية)



2. Tripod (الحامل الثلاثي)



3. Staff (المسطرة)



4. Tape (شريط القياس)



5. Pegs (وتد)



Procedure

1. On a relatively flat site, establish two pegs, A and B, approximately 50 m apart. Set up the instrument at P, halfway between them. After carefully leveling and focusing the instrument, sight the staff held vertically at A and record reading a_1. Repeat at B and record reading b_1 (see Figure 3).

   في موقع مستوٍ نسبياً، ثبّت وتدين عند النقطتين A و Bبمسافة تقارب 50 متراً بينهما، وانصب الجهاز عند النقطة P في منتصف المسافة. بعد تسوية الجهاز وضبط التركيز البؤري بعناية، وجّه المنظار نحو المسطرة المثبتة عمودياً عند النقطة A وسجّل القراءة a_1 ، ثم كرّر العملية عند النقطة B وسجّل القراءة b_1 (انظر الشكل 3).

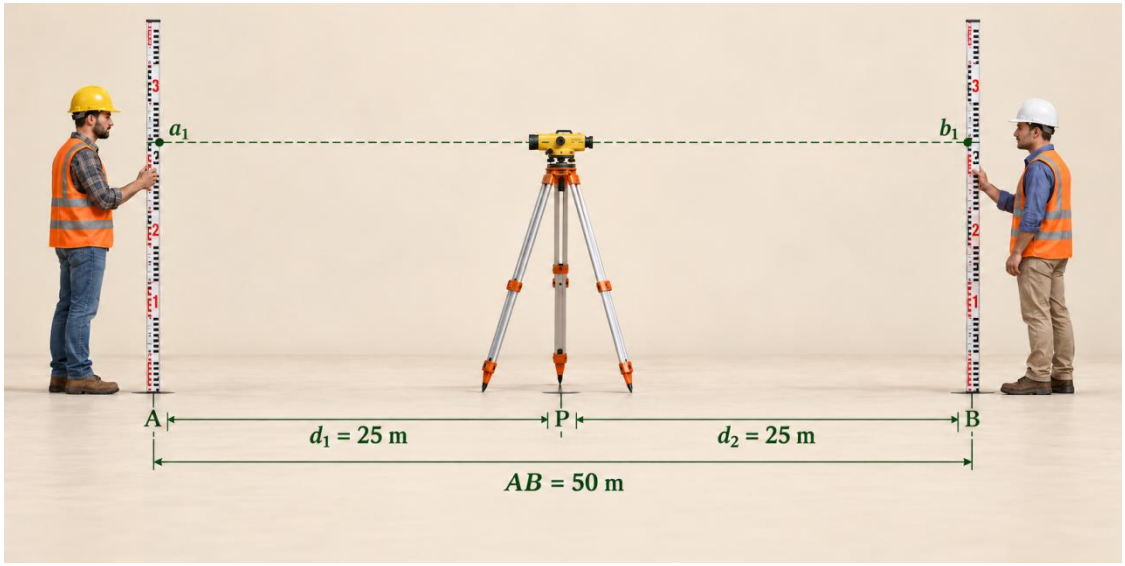


Figure 3: Instrument at the midpoint P

2. Move the instrument to Q, located on the extension of line AB beyond B, at a distance d_3 of approximately 25 m from B. Repeat the observations at A and B, recording readings a_2 and b_2, respectively (see Figure 4).

   انقل الجهاز إلى النقطة Q الواقعة على امتداد الخط AB بعد النقطة B ، وعلى مسافة d_3 تقارب 25 متراً منها. كرّر الرصد عند النقطتين A وB، وسجّل القراءتين a_2 و b_2على التوالي (انظر الشكل 4).

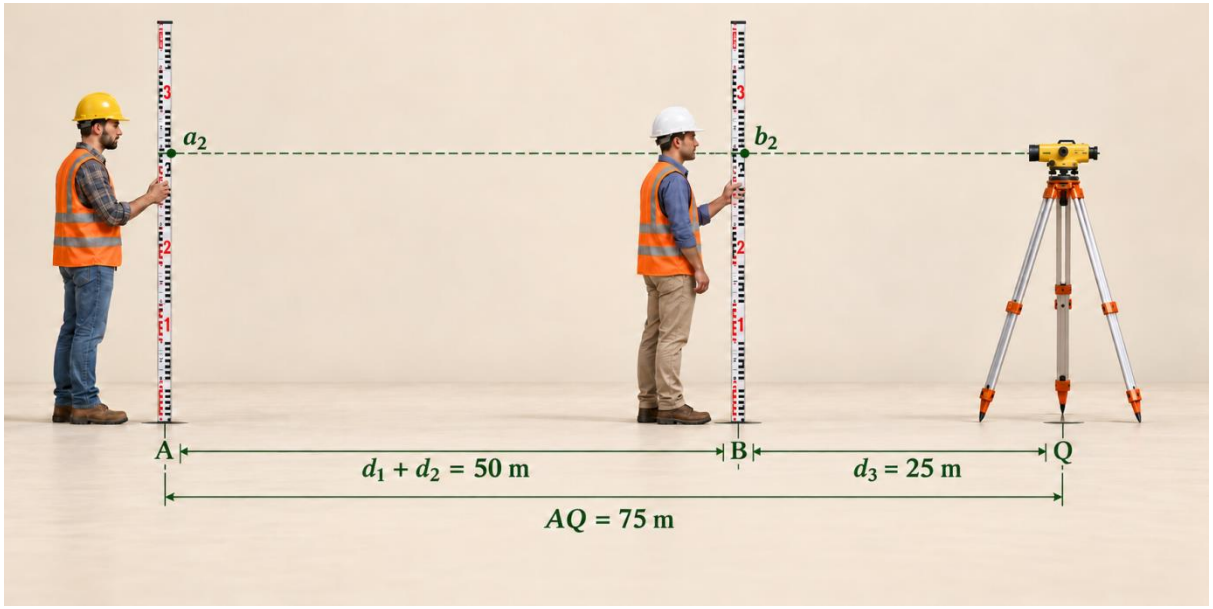


Figure 4: Instrument at Q beyond B

Collimation Line Error Determination and Adjustment

(حساب ميل خط النظر والتصحيح)

Assuming that the line of collimation is not horizontal but is inclined at an angle ***e***, known as the collimation error (see Figure 5), the true difference in elevation between A and B is given by:

بافتراض أن خط النظر ليس أفقياً، بل يميل بزاوية ***e*** تُعرف بخطأ ميل خط النظر (انظر الشكل 5)، فإن فرق المنسوب الحقيقي بين النقطتين A و Bيُعطى بالعلاقة الآتية:

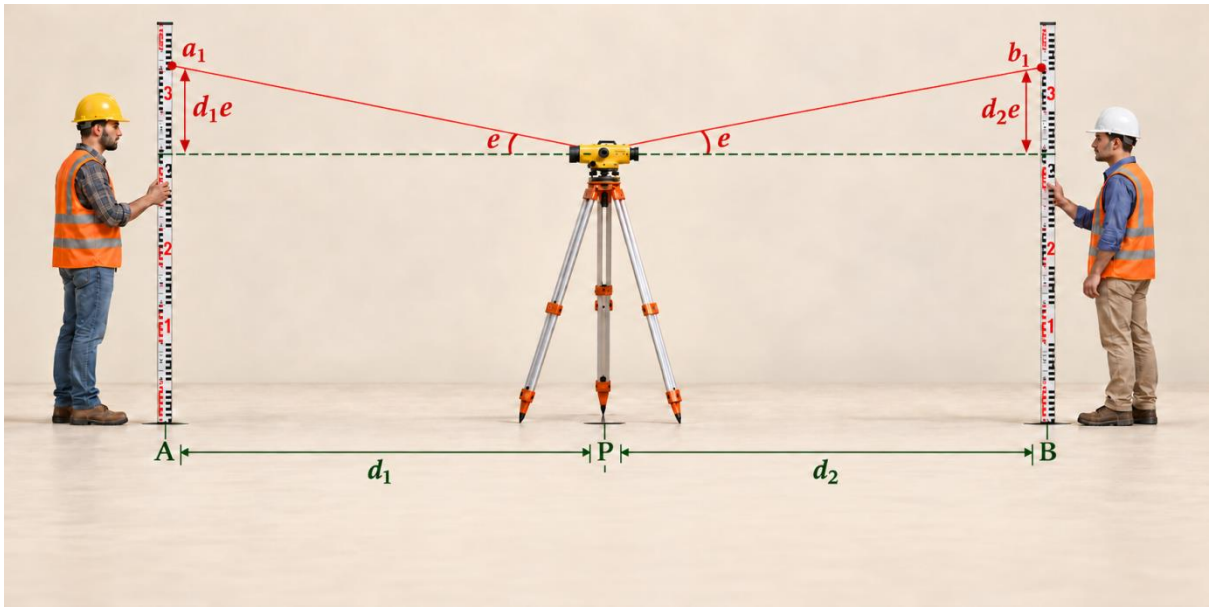


Figure 5: Instrument at the midpoint P

$$\Delta hAB = (a1 - d1.e) - (b1 - d2.e)$$

Since the instrument is midway between A & B, d1 and d2 are equal and so

$$\Delta hAB = a1 - b1 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

The line of collimation will again be included to the horizontal by the angle e (see Figure 6). In this case the true difference in height between A & B is given by:

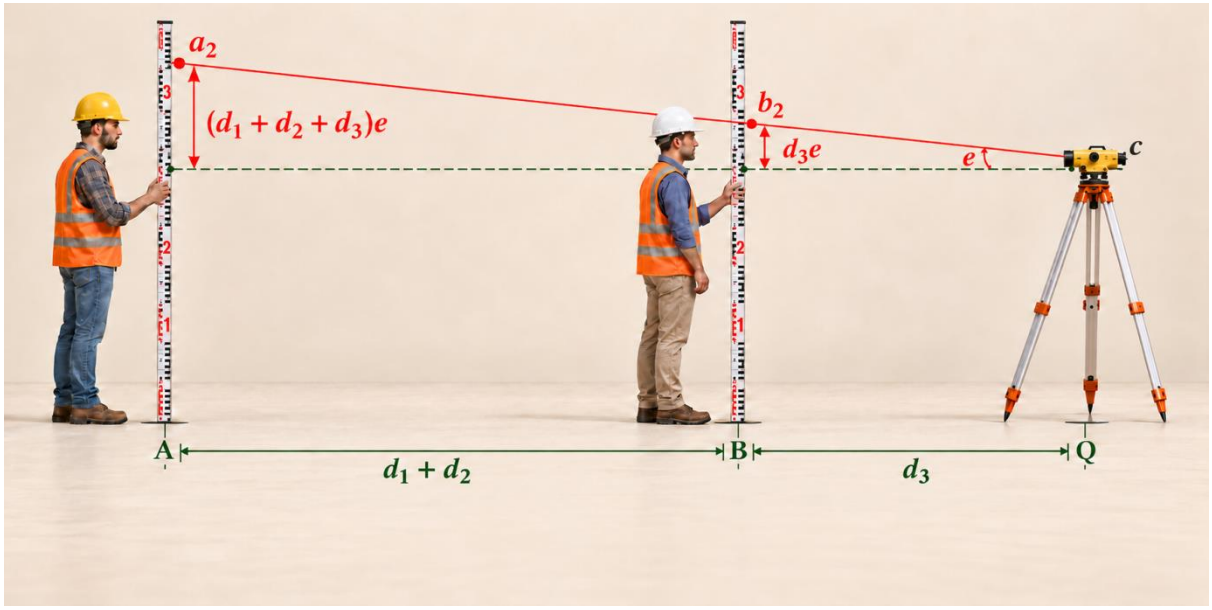


Figure 6: Instrument at Q beyond B

$$\Delta hAB = [a2 - (d1 + d2 + d3).e] - [b2 - d3.e]$$

$$\Delta hAB = (a2 - b2) - (d1 + d2).e \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

By equating the two measures of the height difference

$$(a1 - b1) = (a2 - b2) - (d1 + d2).e$$

Therefore

$$\boldsymbol{e = \frac{(a2 - b2) - (a1 - b1)}{(d1 + d2)}}$$

For a tilting level of average. Precision. e.the collimation error. **Should less than 0.00005 ± rad** (equivalent to a height error of 0.5 mm per 10m.)

بالنسبة لجهاز التسوية المائل ذي الدقة المتوسطة، يجب أن يكون ميل خط النظر اقل من ± **0.00005 راديان**، وهو ما يعادل خطأً في الارتفاع مقداره ± 0.5 ملم لكل 10 أمتار.

Adjustment

If the error is greater than this the level should be adjusted. With the instrument still set at Q a horizontal line of collimation would give a reading on the staff at A Of

التصحيح

إذا تجاوز الخطأ هذا الحد، فيجب ضبط جهاز التسوية. ومع بقاء الجهاز منصوباً عند النقطةQ ، فإن خط النظر الأفقي سيعطي قراءة على المسطرة عند النقطة A تُحسب بالعلاقة الآتية:

$$\boldsymbol{Correct\ reading\ @\ station\ Q\ for\ point\ A = a2 - (d1 + d2 + d3).e}$$

Using the tilting screw, the line of collimation is lowered (or raised if e is negative) until the correct staff reading is obtained. The bubble is then centered using the capstan screws, which adjust the alignment of the bubble tube relative to the telescope.

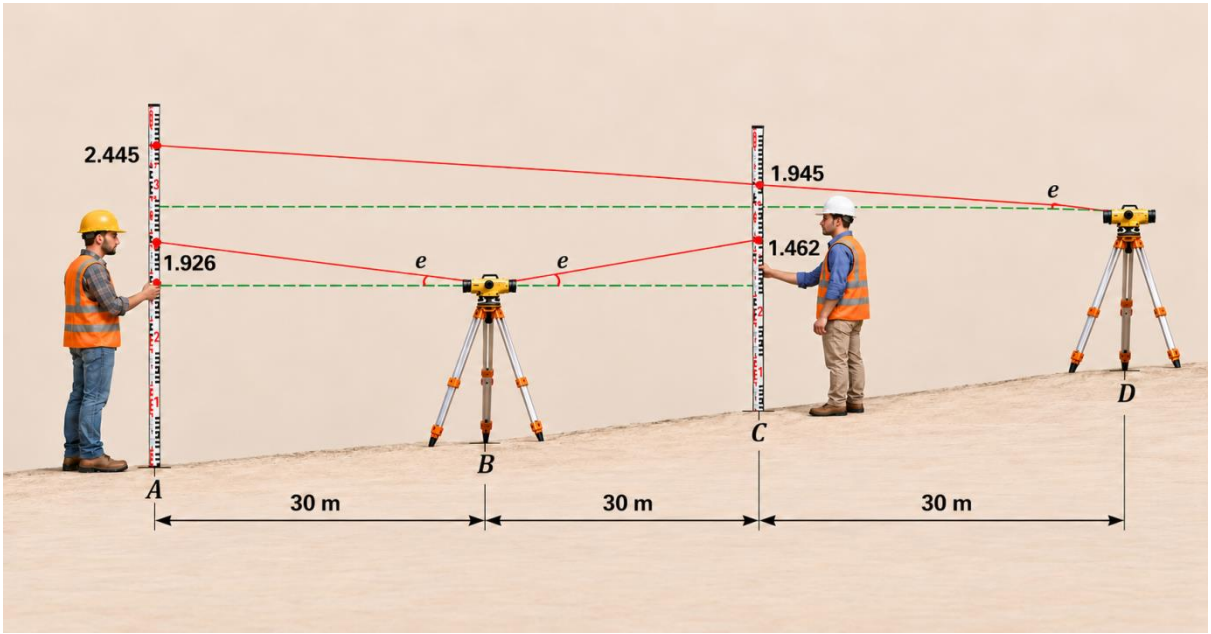
يُخفَض خط النظر باستخدام برغي الإمالة (أو يُرفَع إذا كانت قيمة e سالبة) حتى تُحصَل القراءة الصحيحة للمسطرة. ثم تُوسَّط الفقاعة باستخدام براغي الضبط، التي تعدّل محاذاة أنبوب الفقاعة بالنسبة إلى المنظار.

The same principle applies to all other variations of the two-peg test, but the distances d1, d2, d3 varied.

ينطبق المبدأ نفسه على جميع الطرق الأخرى لإجراء فحص الوتدين، لكن المسافات d1,d2,d3 تختلف.

Example

In order to check the adjustment of a tilting level the following procedure was followed. Pegs A. B, C and D were Set out to lie on a straight line such that AB=BC=CD=30 m as Figure below. The level was set up B and readings taken to a staff at A and then at C. The level was then moved to D and readings again taken to a staff held first at A and then at C, The readings are given below. Determine whether or not the instrument is in adjustment and. if not; explain how the instrument can be corrected.



Instrument Position	Staff reading (m)	
	A	C
B	1.926	1.462
D	2.445	1.945

الخطوة الأولى بالحل هي نحسب فرق الارتفاع (ΔhAC) بين النقطة A و C وللحالتين عندما يكون الجهاز في منتصف المسافة عند B وعندما يكون عند D

Difference in height determined from B

$$\Delta hAC = a1 - a2 = 1.926 - 1.462 = 0.464\ m$$

Difference in height determined from D

$$\Delta hAC = a2 - b2 = 2.445 - 1.945 = 0.500\ m$$

اذا لاحظت قيمة فرق الارتفاع (ΔhAC) المحسوب اعلاه متساوي للحالتين عندما يكون الجهاز في منتصف المسافة عند B وعندما يكون عند D فهذا معناه ان **الجهاز مضبوط وخط النظر افقي و لايوجد ميل خط النظر ولايحتاج تصحيح** ولكن في حالة السؤال هذا يتبين وجود اختلاف بين قيمة فرق الارتفاع (ΔhAC) للحالتين عندما يكون الجهاز في منتصف المسافة عند B وعندما يكون عند D فهذا معناه ان **وجود ميل في خط النظر لذى يتوجب علينا حساب قيمته** e

$$e = \frac{(a2 - b2) - (a1 - b1)}{(d1 + d2)}$$

$$e = \frac{0.500 - 0.464}{60} = \mathbf{0.0006}\ rad > \mp 0.00005\ rad$$

اذا لاحظت ان قيمة ميل خط النظر e اقل من $\mp 0.00005\ rad$ **فهذا يعني خط نظر الجهاز مائل بشكل طفيف و مقبول ولايحتاج الى تصحيح** لكن في حالة السؤال هذا يتبين ان ميل خط النظر(0.0006) اكبر من قيمة $\mp 0.00005\ rad$ لذى **يحتاج الى تصحيح ميل خط النظر وذلك بحساب القراءة الصحيحة التي كان يجب ان تقرا على المسطرة A عندما يكون الجهاز منصوب في نقطة D** ومن المعادلة التالية:

$$Correct\ reading\ @\ station\ D\ for\ point\ A = a2 - (d1 + d2 + d3).e$$

$$Correct\ reading\ @\ station\ D\ for\ point\ A = 2.445 - 90 \times 0.0006 = \mathbf{2.391}\ m$$

أخيرا مع بقاء الجهاز منصوب في نقطة D وموجه باتجاه نقطة A يتم تقليل قيمة القراءة من خلال برغي الاماله من القراءة 2.445 الى القراءة 2.391 وبهذا يكون قد تم اجراء التصحيح و اصبح خط نظر الجهاز افقي ومضبوط.

Data Sheet

Experiment 4: Two-peg test

Student Name: Date: / /

Instrument Position	Staff reading (m)	
	A	C
B		
D		

Group Names

No.	Student Name
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Supervisor signature