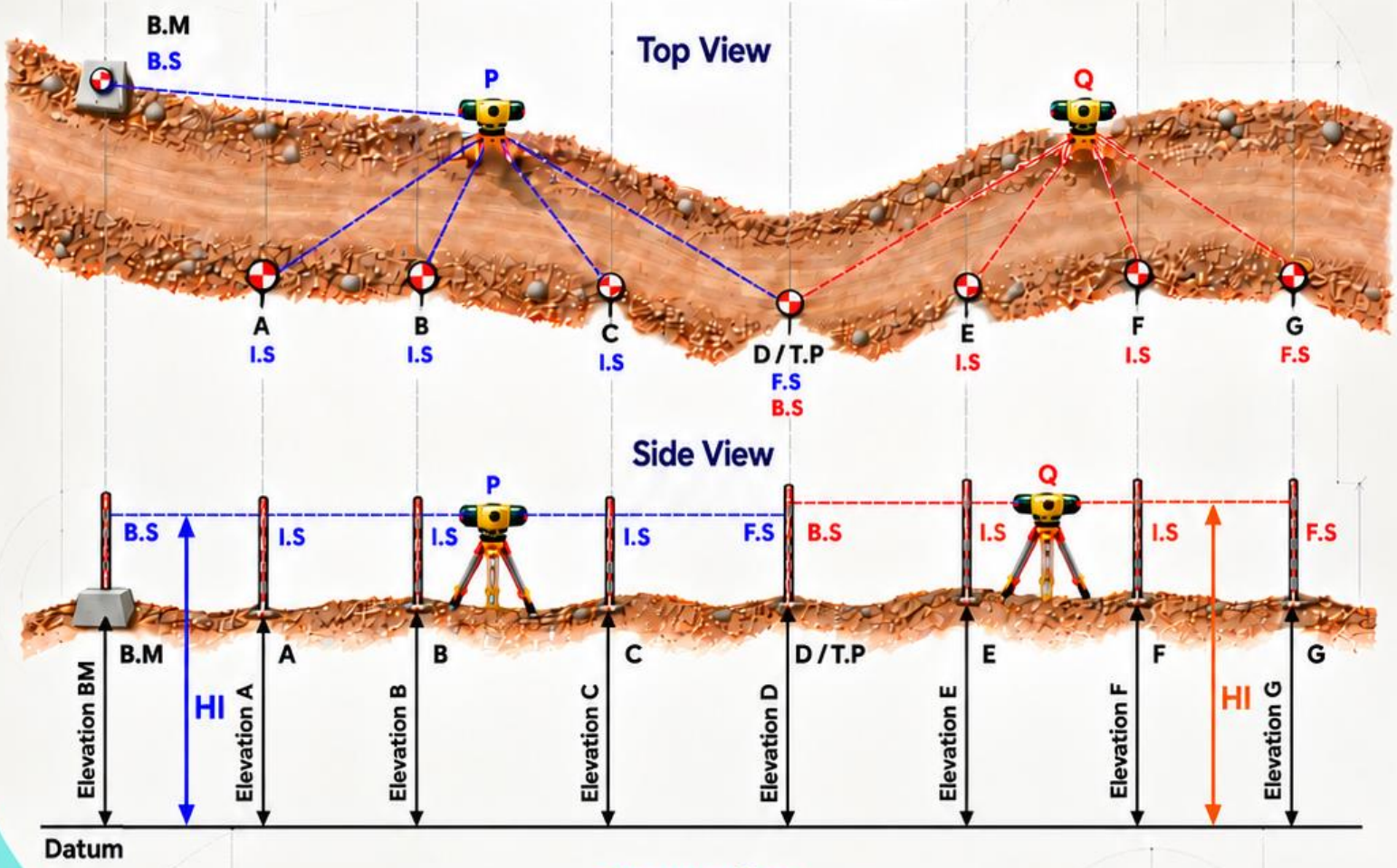
Mustansiriyah University
College of Engineering
Highway and Transportation Engineering Department

Engineering Surveying Laboratory

Second Year - First Semester

Experiment 5

Differential leveling



Prepared by:

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

2027-2026

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

General Objective

To develop students' skills in performing differential leveling, recording staff readings, and determining the elevations of ground points using the Height of Instrument and Rise and Fall methods.

Learning Objectives

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

1. Explain the basic terms used in differential leveling.
2. Distinguish between backsight, intermediate sight, and foresight readings.
3. Perform differential leveling using a benchmark and turning points.
4. Record staff readings in a field book and sketch the survey layout.
5. Calculate point elevations using the Height of Instrument and Rise and Fall methods and perform arithmetic checks.

Introduction

Differential leveling is a surveying method used to determine the elevations of ground points relative to a known benchmark. In this experiment, students take and record staff readings from successive instrument positions, using turning points when moving the level. The readings are used to calculate point elevations using the Height of Instrument and Rise and Fall methods, emphasizing the importance of accurate leveling in road construction, drainage, and other engineering projects.

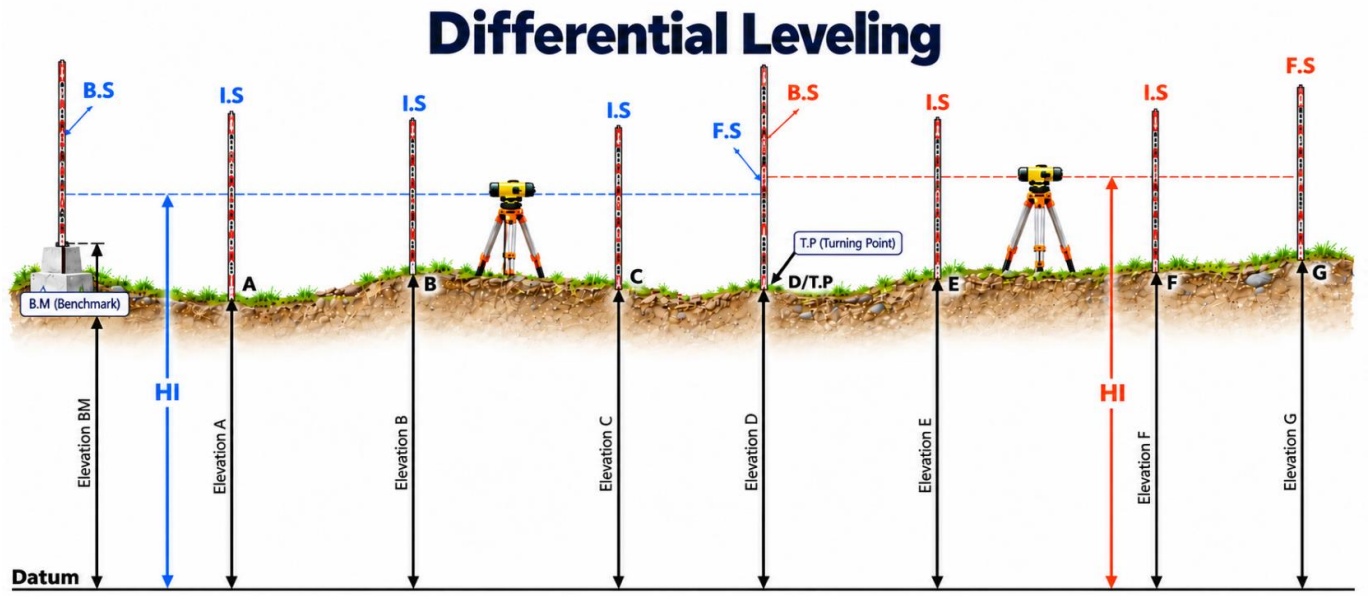
Experiment 5: Differential Leveling

Differential leveling

Differential leveling is a fundamental surveying method used to determine the elevation of one or more points on the ground surface, using a point of known elevation as a reference.

التسوية التفاضلية هي طريقة مساحية أساسية تُستخدم لإيجاد مناسيب نقطة واحدة أو أكثر على سطح الأرض، بالاعتماد على نقطة ذات منسوب معلوم بوصفها مرجعًا.

Basic Terms in Differential Leveling (المصطلحات الأساسية في التسوية التفاضلية)



1. **Datum (المستوى المرجعي)**
   A reference level to which the elevations of points are referred. It may be based on Mean Sea Level (MSL) or an assumed local level.
   مستوى مرجعي تُنسب إليه مناسيب النقاط، وقد يعتمد على متوسط مستوى سطح البحر أو يكون مستوى مفروض محلياً

2. **Elevation (المنسوب)**
   The vertical distance of a point above or below a specified datum.
   المسافة الرأسية للنقطة فوق مستوى مرجعي محدد أو تحته

3. **Benchmark (B.M) (الروبير)**
   A fixed, stable reference point with a known elevation relative to a specified datum, used as a reference for leveling.
   نقطة مرجعية ثابتة ومستقرة، ذات منسوب معلوم بالنسبة إلى مستوى مرجعي محدد، تُستخدم مرجعًا لأعمال التسوية

تصنيف نقاط الروبير (Benchmarks)

أساس التصنيف	النوع	التعريف	أمثلة بسيطة وواضحة
حسب مرجع المنسوب	**روبير مرتبط بالمرجع الوطني** National Datum Benchmark	نقطة منسوبها مرتبط بالمرجع الوطني المعتمد، المرتبط عادةً بمتوسط مستوى سطح البحر.	**طريق جديد:** نستخدم نقطة رسمية منسوبها 35.000 م مرجعًا لتحديد مناسيب الطريق. **شبكة مجاري:** نعتمد المرجع الوطني نفسه للشبكتين الجديدة والقديمة حتى تتوافق مناسيبهما عند الربط.
حسب مرجع المنسوب	**روبير ذو منسوب مفترض** Arbitrary Benchmark	نقطة نفترض لها منسوبًا، ونحسب بقية المناسيب بالنسبة إليها دون ربطها بسطح البحر.	**إنشاء بيت أو عمارة:** نختار علامة ثابتة على الرصيف ونفترض منسوبها 0.000 م. تكون أرضية الطابق الأرضي +0.450 م، أي أعلى من العلامة بـ 45 سم. وقاع الأساس −1.500 م، أي أسفلها بـ 1.50 م. وأعلى بلاطة سقف الطابق الأرضي +3.750 م، أي أعلى منها بـ 3.75 م.
حسب مدة الاستخدام	**روبير دائم** Permanent Benchmark (P.B.M)	علامة ثابتة معلومة المنسوب، نحتفظ بها لسنوات طويلة.	**مجمع سكني:** نثبّت علامة على قاعدة خرسانية ونستخدمها الآن، ثم نرجع إليها بعد سنوات عند بناء مرحلة جديدة. **مصنع:** نحتفظ بعلامة ثابتة للرجوع إليها عند توسعة المصنع.
حسب مدة الاستخدام	**روبير مؤقت** Temporary Benchmark (T.B.M)	نقطة مستقرة نستخدمها خلال فترة العمل أو مرحلة منه.	**حفر أساس بناية:** ننقل المنسوب إلى علامة محمية قرب الحفرة ونستخدمها يوميًا لضبط عمق الحفر. **تنفيذ طريق:** نضع نقطة قرب منطقة الردم لتسهيل القياس بدل الرجوع كل مرة إلى الروبير الأصلي البعيد.

للتوضيح: الأرقام أمثلة توضيحية وليست مناسيب تصميمية مقترحة. والروبير الدائم أو المؤقت يمكن أن يكون منسوبه مرتبطًا بالمرجع الوطني أو مفترضًا.

4. **Height of Instrument (HI) (ارتفاع الجهاز)**
   The elevation of the horizontal line of sight of the level above the datum. It is calculated by adding the backsight reading to the elevation of the point on which it is taken.
   منسوب خط النظر الأفقي لجهاز التسوية فوق المستوى المرجعي، ويُحسب بإضافة القراءة الخلفية إلى منسوب النقطة التي أُخذت عليها

5. **Backsight (B.S) (القراءة الخلفية)**
   The first staff reading taken after setting up the level.
   أول قراءة للقامة بعد نصب جهاز التسوية

6. **Intermediate Sight (I.S) (القراءة الوسطية)**
   Any staff reading taken between the backsight and foresight readings.
   أي قراءة للقامة تُؤخذ بين القراءة الخلفية والقراءة الأمامية

7. **Foresight (F.S) (القراءة الأمامية)**
   The last staff reading taken before moving the level or ending the work.
   آخر قراءة للقامة قبل نقل جهاز التسوية أو إنهاء العمل

8. **Turning Point (T.P) (نقطة الدوران)**
   A stable point on which a foresight is taken before moving the level and a backsight is taken after setting it up at a new position
   نقطة مستقرة تُؤخذ عليها قراءة أمامية قبل نقل الجهاز، ثم قراءة خلفية بعد نصبه في موقع جديد

9. **Difference in Elevation (ΔH) (فرق الارتفاع بين نقطتين)**
The difference between the elevations of two points. It can also be determined from the difference between their staff readings taken from the same instrument setup.
الفرق بين منسوبي نقطتين، ويمكن إيجاده أيضًا من الفرق بين قراءتي القامة عند النقطتين، بشرط أخذهما من نصبة الجهاز نفسها

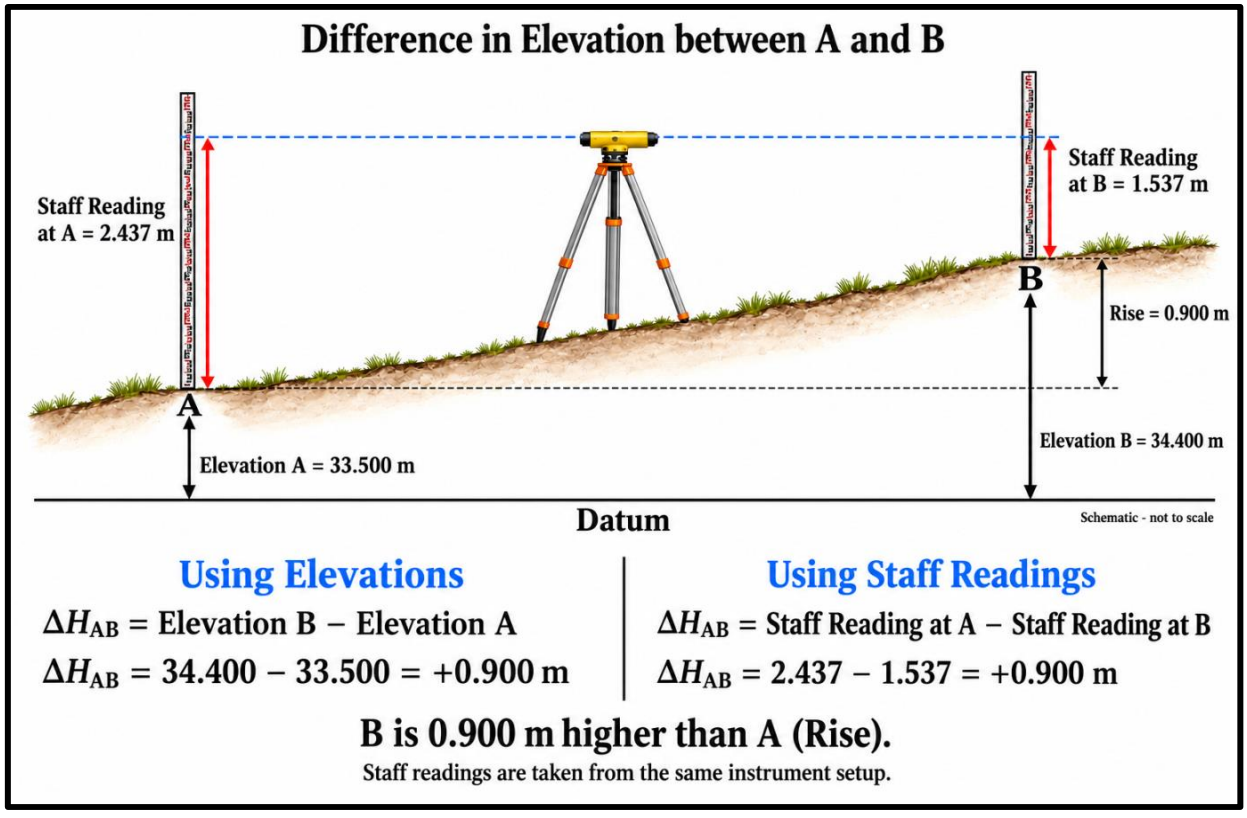
$$\Delta HAB = Elevation\ A - Elevation\ B$$

or

$$\Delta HAB = Staff\ Reading\ at\ A - Staff\ Reading\ at\ B$$

من خلال قراءة المسطرة على النقطتين
ولكن بشرط نفس نصبة الجهاز

Example



Methods of Determining Elevations(طرق ايجاد المناسيب)

The elevations of points in differential leveling can be determined using two methods: the **Height of Instrument (H.I) Method** and the **Rise and Fall Method**.

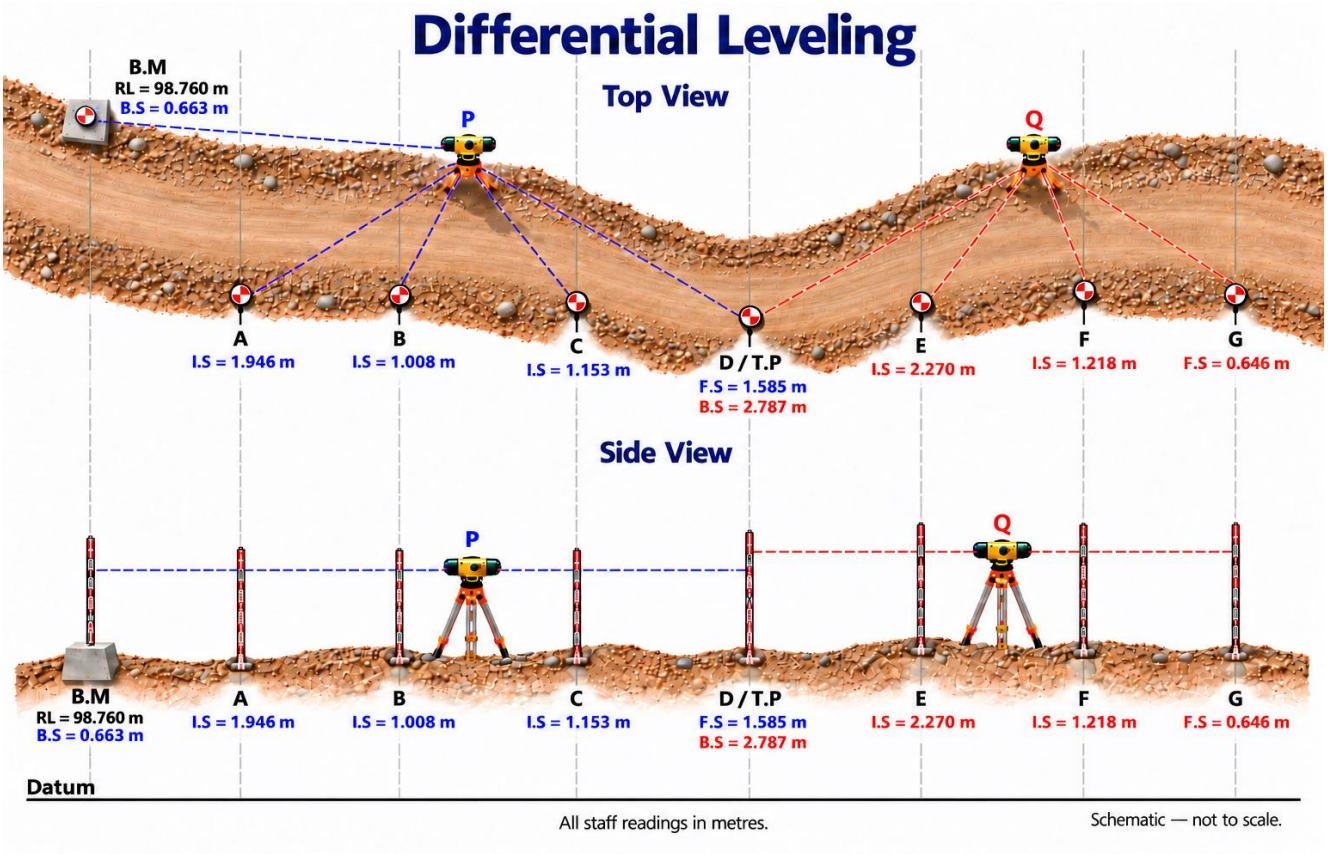
يمكن تحديد مناسيب النقاط في التسوية التفاضلية باستخدام طريقتين: طريقة **ارتفاع الجهاز** وطريقة **الارتفاع والانخفاض.**

1. Height of Instrument Method (HI)

Example

A level instrument was set up at point P, and a staff reading of 0.663 m was taken on benchmark B.M, whose elevation is 98.760 m. Staff readings of 1.946, 1.008, 1.153, and 1.585 m were then taken at points A, B, C, and D, respectively. The instrument was then moved to point Q, and staff readings of 2.787, 2.270, 1.218, and 0.646 m were taken at points D, E, F, and G, respectively. Point D was used as a turning point. Determine the elevations of points A to G using the Height of Instrument (H.I) Method.

نُصب جهاز التسوية عند النقطة P، وأُخذت قراءة مسطرة مقدارها 0.663م على نقطة الروبير B.M، التي يبلغ منسوبها 98.760م .ثم أُخذت قراءات المسطرة 1.946و1.008 و1.153 و1.585 م عند النقاط Aو Bو Cو D، على التوالي.بعد ذلك، نُقل الجهاز إلى النقطة Q، وأُخذت قراءات المسطرة 2.787و2.270 و1.218 و0.646 م عند النقاط Dو Eو Fو G، على التوالي. واستُخدمت النقطة Dكنقطة دوران. احسب مناسيب النقاط من A إلى G باستخدام طريقة منسوب خط النظر (H.I Method).



Stations	B.S	I.S	F.S	Remarks
BM	0.663			BM Elevation 98.76m
A		1.946		
B		1.008		
C		1.153		
D	2.787		1.585	T.P
E		2.270		
F		1.218		
G			0.646	

Solution:

Stations	B.S	I.S	F.S	HI	Elevation (m)	Remarks
BM	0.663			99.423	98.76	BM Elevation 98.76m
A		1.946			97.477	
B		1.008			98.415	
C		1.153			98.270	
D	2.787		1.585	100.625	97.838	T.P
E		2.270			98.355	
F		1.218			99.407	
G			0.646		99.979	

Check:

$$\sum BS - \sum FS = Last\ Elev. - First\ Elev.$$

$$3.450 - 2.231 = 99.979 - 98.760 = 1.219 \quad \therefore o.k$$

2. Rise and Fall Method

Solution: حل نفس المثال السابق

Stations	B.S	I.S	F.S	Rise (+)	Fall (-)	Elevation (m)	Remarks
BM	0.663					98.76	BM Elevation 98.76m
A		1.946			1.283	97.477	
B		1.008		0.938		98.415	
C		1.153			0.145	98.270	
D	2.787		1.585		0.432	97.838	T.P
E		2.270		0.517		98.355	
F		1.218		1.052		99.407	
G			0.646	0.572		99.979	

Check:

$$\sum BS - \sum FS = \sum Rises - \sum Falls = Last\ Elev. - First\ Elev.$$

$$3.450 - 2.231 = 3.079 - 1.860 = 99.979 - 98.760 = 1.219 \quad \therefore o.k$$

Purpose

To determine the elevations of points on the ground surface.

Equipment:

1. Level instrument (جهاز التسوية)



2. Tripod (الحامل الثلاثي)



3. Staff (المسطرة)



Procedure

1. Identify a benchmark of known elevation and select the required points.
   حدّد روبيرًا ذا منسوب معلوم، واختر النقاط المطلوبة

2. Set up the level and center the bubble.
   انصب جهاز الميزان واضبط الفقاعة في المركز

3. Take a B.S on the benchmark, I.S readings on the required points, and an F.S on a stable turning point before moving the instrument.
   خذ قراءة خلفية على الروبير، وقراءات وسطية على النقاط المطلوبة، وقراءة أمامية على نقطة دوران ثابتة قبل نقل الجهاز

4. After moving and setting up the instrument, take a B.S on the same turning point and continue, ending with an F.S on the final point.
   بعد نقل الجهاز وإعادة نصبه، خذ قراءة خلفية على نقطة الدوران نفسها، وأكمل العمل بقراءة أمامية على النقطة الأخيرة

5. Record the readings, sketch the survey, and calculate elevations using both the Height of Instrument Method (HI) and the Rise and Fall Method.
   وطريقة سجّل القراءات، وارسم مخططًا للعمل، واحسب المناسيب باستخدام كلٍّ من طريقة ارتفاع الجهاز الارتفاع والانخفاض

Data Sheet

Experiment 5: Differential Leveling

Student Name: Date: / /

Stations	B.S	I.S	F.S	Remarks
BM				BM Elevation m
A				
B				
D				T.P
F				
G				

Group Names

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

Supervisor signature