

চার্লস ফ্রান্সিস রিকটার (Charles Francis Richter) ভূমিকম্পের মাত্রা নির্ণয়ের জন্য নিচের সূত্রটি বের করেন।

ভূমিকম্পের মাত্রা,

যেখানে, = ভূমিকম্পের উৎপত্তিস্থল থেকে চতুর্দিকে 100 কিমি দূরত্বের এলাকা জুড়ে সর্বোচ্চ তীব্রতা।

এবং = আদর্শ ভূমিকম্পের তীব্রতা, যার মান সেমি।

ভূমিকম্প পরিমাপ করার যন্ত্রের নাম সিসমোগ্রাফ। এটি উদ্ভাবন করেন চার্লস ফারিন্স রিক্টার। তার নামানুসারে স্কেলটির নামকরণ করা হয় রিক্টার স্কেল। রিক্টার স্কেলে ভূমিকম্পের মাত্রাকে দ্বারা সূচিত করা হয়।

আদর্শ ভূমিকম্পের ক্ষেত্রে .

সুতরাং, আদর্শ ভূমিকম্পের মাত্রা,

সুতরাং, দ্বারা বোঝা যায়, সেই স্থানে আসলে কোনোরূপ ভূমিকম্প সংঘটিত হয়নি।

**একটি পর্যবেক্ষণঃ**

চলো একটি মজার বিষয় সম্পর্কে অবগত হই। তোমরা কি ভাবতে পার, রিক্টার স্কেলে 5 মাত্রার ভূমিকম্পের চেয়ে 6 মাত্রার ভূমিকম্প 10 গুণ বেশি শক্তিশালী। বিষয়টি বোঝার জন্য ধরি, 5 মাত্রার ভূমিকম্পের তীব্রতা এবং 6 মাত্রার ভূমিকম্পের তীব্রতা , তাহলে

এবং

এবং

বা,

বা,

সুতরাং, আমরা দেখতে পাচ্ছি, 5 মাত্রার ভূমিকম্পের চেয়ে 6 মাত্রার ভূমিকম্প 10 গুণ বেশি শক্তিশালী।



**জোড়ায় কাজঃ**

দেখাও যে, 5 মাত্রার ভূমিকম্পের চেয়ে 7 মাত্রার ভূমিকম্প 100 গুণ বেশি শক্তিশালী। আবার, 5 মাত্রার ভূমিকম্পের চেয়ে 8 মাত্রার ভূমি 1000 গুণ বেশি শক্তিশালী।

**সমাধানঃ**

১ম ক্ষেত্রে,

ধরি, 5 মাত্রার ভূমিকম্পের তীব্রতা

7 মাত্রার ভূমিকম্পের তীব্রতা

আদর্শ ভূমিকম্পের তীব্রতা =

তাহলে,

এবং

এবং

এখন,

বা,

বা,

বা,

বা,

সুতরাং, 5 মাত্রার ভূমিকম্পের চেয়ে 7 মাত্রার ভূমিকম্পের তীব্রতা 100 গুণ বেশি শক্তিশালী। **(দেখানো হলো)**

আবার,

ধরি, 5 মাত্রার ভূমিকম্পের তীব্রতা

8 মাত্রার ভূমিকম্পের তীব্রতা

আদর্শ ভূমিকম্পের তীব্রতা =

তাহলে,

এবং

এবং

এখন,

বা,

বা,

বা,

বা,

সুতরাং, 5 মাত্রার ভূমিকম্পের চেয়ে 8 মাত্রার ভূমিকম্প 1000 গুণ বেশি শক্তিশালী। **(দেখানো হলো)**

**সমস্যাঃ** 2023 সালের 6 ফেব্রুয়ারি তুরস্কের দক্ষিণাংশে যে ভয়াবহ ভূমিকম্প সংঘটিত হয় রিক্টার স্কেলে তার মাত্রা 7.8 রেকর্ড করা হয়। প্রায় 9 ঘণ্টা পর তুরস্কের দক্ষিণ-পশ্চিমাংশে আরও একটি ভূমিকম্প সংঘটিত হয় যার মাত্রা 7.5 রেকর্ড করা হয়। পূর্বের ভূমিকম্পটি পরবর্তী ভূমিকম্পের চেয়ে কতগুণ বেশি শক্তিশালী ছিল?

**সমাধানঃ** মনে করি,

পূর্বের ভূমিকম্পের তীব্রতা, পরবর্তী ভূমিকম্পের তীব্রতা এবং = আদর্শ ভূমিকম্পের তীব্রতা।

সুতরাং, রিক্টার স্কেলে,

পূর্বের ভূমিকম্পের মাত্রা =

এবং পরবর্তী ভূমিকম্পের মাত্রা =

প্রশ্নমতে,

………. (1)

এবং ………. (2)

(1) নং থেকে (2) নং বিয়োগ করে পাই,

=

বা,

বা,

বা,

বা,

এই লগারিদমীয় সম্পর্ককে সূচকের মাধ্যমে প্রকাশ করলে দাঁড়ায়,

বা,

বা,

সুতরাং, পূর্বের ভূমিকম্পটি পরবর্তী ভূমিকম্পের চেয়ে প্রায় দ্বিগুণ শক্তিশালী ছিল।



**দলগত কাজঃ**

**সমস্যা ১:** 1885 সালের 14 জুলাই মানিকগঞ্জে যে ভয়াবহ ভূমিকম্প সংঘটিত হয় রিক্টার স্কেলে তার মাত্রা 7.0 রেকর্ড করা হয়। 2003 সালের 27 জুলাই রাঙামাটির বরকল উপজেলায় যে ভূমিকম্প সংঘটিত হয় রিক্টার স্কেলে তার মাত্রা 5.1 রেকর্ড করা হয়। মানিকগঞ্জের ভূমিকম্পটি রাঙামাটির ভূমিকম্পের চেয়ে কতগুণ বেশি শক্তিশালী ছিল?

**সমাধানঃ** মনে করি,

মানিকগঞ্জের ভূমিকম্পের তীব্রতা =

রাঙামাটির ভূমিকম্পের তীব্রতা =

এবং আদর্শ ভূমিকম্পের তীব্রতা

সুতরাং, রিক্টার স্কেলে, মানিকগঞ্জের ভূমিকম্পের মাত্রা =

এবং রাঙামাটির ভূমিকম্পের মাত্রা =

প্রশ্নমতে,

………. (i)

এবং ………. (ii)

সমীকরণ (i) নং থেকে (ii) নং বিয়োগ করে পাই,

=

বা,

বা,

বা,

বা,

এই লগারিদমীয় সম্পর্ককে সূচকের মাধ্যমে প্রকাশ করলে দাঁড়ায়,

বা,

বা,

সুতরাং, মানিকগঞ্জের ভূমিকম্পটি রাঙামাটির ভূমিকম্পের চেয়ে 80 গুণ বেশি শক্তিশালী ছিল।

**সমস্যা ২:** গত শতাব্দীর প্রথমদিকে উত্তর আমেরিকার একটি স্থানের ভূমিকম্পের মাত্রা রেকর্ড করা হয়েছিল 8.3 এবং ওই একই বছরে দক্ষিণ আমেরিকার একটি স্থানের ভূমিকম্পের মাত্রা রেকর্ড করা হয়েছিল যা উত্তর আমেরিকার ভূমিকম্পের তীব্রতার চেয়ে চারগুণ বেশি শক্তিশালী। দক্ষিণ আমেরিকার ভূমিকম্পের মাত্রা কত ছিল?

**লগারিদম ব্যবহার করে শব্দের মাত্রা পরিমাপঃ**

শব্দের মাত্রা পরিমাপ করতে লগারিদম ব্যবহার করা হয়। সাধারণত ডেসিবেল এককে শব্দের মাত্রা পরিমাপ করা হয়।

শব্দের মাত্রা,

যেখানে, = ওয়াটে প্রকাশিত প্রতি বর্গমিটারে শব্দের সর্বোচ্চ তীব্রতা।

= ওয়াটে প্রকাশিত প্রতি বর্গমিটারে শব্দের সর্বনিম্ন তীব্রতা যার কমে মানুষ শুনতে পায় না।

 = .

**উদাহরণ ১:** একটি শব্দযন্ত্র থেকে প্রতিনিয়ত মাত্রার শব্দ বের হচ্ছে। সেই স্থানে অবস্থিত মানুষের কানে কত ডেসিবেলে ওই শব্দ পৌঁছাবে?

**সমাধানঃ** আমরা জানি,

শব্দের মাত্রা,

এখানে,

এবং =

=

=

=

শব্দের মাত্রা 144 ডেসিবেল (প্রায়)।

**জোড়ায় কাজঃ**

**সমস্যা ৩:** একটি ইট ভাঙার মেশিন থেকে প্রতিনিয়ত মাত্রার শব্দ বের হচ্ছে। সেই স্থানে ইট ভাঙার শ্রমিকের কানে কত ডেসিবেলে ওই শব্দ পৌঁছায়?

**সমাধানঃ** দেওয়া আছে,

এবং =

আমরা জানি,

শব্দের মাত্রা,

=

=

=

=

=

=

= [∵]

=

=

=

শব্দের মাত্রা 155 ডেসিবেল (প্রায়)।

শ্রমিকের কানে প্রায় 155 ডেসিবেলে শব্দ পৌছাবে।

**উদাহরণ ২:** কোনো একটি উৎস থেকে শব্দের মাত্রা প্রতি বর্গমিটারে হলে ওই শব্দকে ডেসিবেলে প্রকাশ করলে কত হবে?

**সমাধানঃ** আমরা জানি, শব্দের মাত্রা,

এখানে,

এবং =

=

=

=

শব্দের মাত্রা 76 ডেসিবেল (প্রায়)।

**একক কাজঃ**

**সমস্যা ৪:** একটি ইঞ্জিন চালিত অটোরিক্সা থেকে শব্দের মাত্রা প্রতি বর্গমিটারে বের হচ্ছে। অটোরিক্সাতে বসা অবস্থায় তোমার কানে কত ডেসিবেলে ওই শব্দ পৌঁছাবে?

**সমাধানঃ** দেওয়া আছে,

এবং =

আমরা জানি, শব্দের মাত্রা,

=

=

=

=

=

=

= [∵]

=

শব্দের মাত্রা 64 ডেসিবেল (প্রায়)।

অটোরিক্সাতে বসা অবস্থায় প্রায় 64 ডেসিবেলে শব্দ কানে পৌঁছাবে।



**উদাহরণ ৩:** একটি গরম পানির পাম্প থেকে 50 ডেসিবেলের শব্দ নির্গত হচ্ছে। অন্যদিকে একটি সেচ পাম্প থেকে 62 ডেসিবেলের শব্দ নির্গত হচ্ছে। সেচ পাম্পের শব্দের তীব্রতা গরম পানির পাম্পের শব্দের তীব্রতা থেকে কতগুণ বেশি?

**সমাধানঃ** আমরা জানি, শব্দের মাত্রা,

এখানে,

মনে করি, গরম পানির পাম্পের ক্ষেত্রে,

শব্দের তীব্রতা

সুতরাং,

উভয়পক্ষকে 10 দ্বারা ভাগ করে পাই,

বা,

ধরি, সেচ পাম্পের ক্ষেত্রে, শব্দের তীব্রতা

উভয়পক্ষকে 10 দ্বারা ভাগ করে পাই,

বা,

(1) ও (2) নং হতে পাই,

বা,

বা,

বা,

সুতরাং, সেচ পাম্পের শব্দের তীব্রতা গরম পানির পাম্পের শব্দের তীব্রতার 15.85 গুণ প্রায়।



Charles Francis Richter proposed the following formula to measure the magnitude of an earthquake. Magnitude of an earthquake,

Here, the maximum intensity covers an area of 100 radius from the source of the earthquake and the intensity of a standard earthquake whose amplitude is cm.

The instrument used for measuring earthquake is called seismograph. It was invented by Charles Francis Richter. This instrument was named Richter scale after him. On the Richter scale the magnitude of an earthquake is denoted by .

In case of a standard earthquake, .

Therefore, the magnitude of an standard earthquake is-

So, expresses that no earthquake took place in that place.

**An Observation:**

Let us know a very interesting thing. Can you imagine that a 6 magnitude earthquake is 10 times stronger than a 5 magnitude earthquake? The reason is-

Let us imagine the intensity of a 5 magnitude earthquake is and a 6 magnitude earthquake is . So,

and

and

or,

or,

So, we can see that a 6 magnitude earthquake is 10 times stronger than a 5 magnitude earthquake.



**Pair work**

Show that a 7 magnitude earthquake is 100 times stronger than a 5 magnitude earthquake and a 8 magnitude earthquake is 1000 times stronger than a 5 magnitude earthquake.

**Solution:** In 1st case, let us imagine, the intensity of 5 magnitude earthquake is

The intensity of 7 magnitude earthquake is

The intensity of standard earthquake is .

Then, and

and

Here,

or,

or,

or,

or,

So, a 7 magnitude earthquake is 100 times stronger than a 5 magnitude earthquake. **(Showed)**

Again, let us imagine, the intensity of 5 magnitude earthquake is

The intensity of 8 magnitude earthquake is

and the intensity of standard earthquake is .

Then, and

That is and

Here,

or,

or,

or,

or,

So, a 8 magnitude earthquake is 1000 times stronger than a 5 magnitude earthquake. **(Showed)**

**Problem:** In February 2023, an earthquake took place in the southern part of Turkey. The magnitude of that earthquake on Richter scale was 7.8. After 9 hours, another earthquake took place in the southwest of Turkey with a magnitude of 7.5. How many times stronger was the earlier earthquake than the later earthquake?

**Solution:** Let us imagine,

the intensity of the earlier earthquake, the intensity of the later earthquake and = the intensity of a standard earthquake.

So, on Richter scale, the magnitude of the earlier earthquake is =

and the magnitude of the earlier earthquake is =

According to the question,

………. (1)

and ………. (2)

Subtracting number (2) from number (1), we get –

=

or,

or,

or,

or,

Expressing this logarithmic relation in exponent, we get –

or,

or,

So, the earlier earthquake was two times stronger than the later one.

****

**Group work**

**Problem 1:** On 14 July 1885, an earthquake with a magnitude of 7.0 took place in Manikganj. On 27 July 2003, an earthquake with a magnitude of 5.1 took place at Barkal in Rangamati. How many times stronger was the Manikganj earthquake than the Rangamati earthquake?

**Solution:** Let us imagine,

The intensity of the Manikganj earthquake =

The intensity of the Rangamati earthquake =

And the intensity of a standard earthquake =

So, The magnitude of the Manikganj earthquake in the Richter scale =

And the magnitude of the Rangamati earthquake =

As per the question,

………. (i)

and ………. (ii)

By subtracting number (ii) from number (i), we get –

=

or,

or,

or,

or,

By expressing this logarithmic relation in exponent, we get –

or,

or,

Therefore, the Manikganj earthquake was 80 times stronger than the Rangamati earthquake.

**Problem 2:** At the beginning of the last century, an earthquake in North America was recorded with a magnitude of 8.3 on the Richter scale. Another earthquake took place in South America which was 4 times stronger than the North American one. What was the magnitude of the South American earthquake?

**Solution:** Let us imagine,

The intensity of the North America earthquake =

The intensity of South America earthquake =

And the intensity of a standard earthquake =

Here, The magnitude of the North America earthquake =

And the magnitude of the South America earthquake =

As per the question, the intensity of the South America earthquake was 4 times stronger than that of the North America earthquake.

That is, ………….. (i)

and ………….. (ii)

Again, the magnitude of the South America earthquake

=

= [By placing the value from equation (i)]

= –

[∵ = – ]

=

[∵ = + ]

=

= [By placing the value from number (ii)]

So, the magnitude of the South America earthquake was 8.9

**Measuring the Intensity of Sound Using Logarithm**

In order to measure the intensity of sound, logarithm is used. Decibel is the unit of the intensity of sound.

The intensity of sound is,

Here, = the maximum intensity of sound in each square meter expressed in watt

= the maximum intensity (below which human beings cannot hear) of sound in each square meter expressed in watt

= .

**Example1**: A sound machine is continuously producing a sound of . In how many decibels will the sound reach the ear of the people present in that place?

**Pair work**

**Problem 3:** An brick breaking machine is continually producing a sound of . In how many decibels will the sound reach the ear of the laborers?

**Example 2:** If the sound level from a source is per square meter, what will be the sound level expressed in decibels?

**Solution:** We know that the intensity of sound is

Here,

and =

=

=

=

The intensity of sound is 76 decibels.

**Individual work**

**Problem 4:** An engine running auto rickshaw is producing sound of per square meter. How many decibels will the sound reach in your ear while sitting in that rickshaw?

**Example 3:** From a hot water pump, a sound of 50 decibels is being emitted. On the other hand, an irrigation pump is emitting a sound of 62 decibels. How much more is the sound intensity of the irrigation pump than that of the hot water pump?

**Solution:** We know that the intensity of the sound is

Here,

Let us imagine-

in case of hot water pump, the intensity of sound is

So,

Diving the both sides by 10, we get –

or,

in case of irrigation pump, the intensity of sound is

Diving the both sides by 10, we get –

or,

We get from (1) and (2) –

or,

or,

or,

So, the sound intensity of the irrigation pump is 15.85 times more than the sound intensity of the hot water pump.