**Національний університет «Львівська політехніка»**

**Кафедра загальної фізики**

**ЗВІТ**

**про виконання лабораторної роботи № 15**

**Назва роботи «дослідження механічних згасаючих коливань»**

**Виконав:** Марущак А.С.

**студент групи ПЗ-15**

**інституту ІКНІ**

**Лектор:** доцент Рибак О.В

**Керівник лабораторних занять:**

Ільчук Г.А.

**Львів - 2022**

**Мета роботи:** Визначити основні параметри згасання коливань механічної системи.

**Прилади та матеріали:** Коливна система, секундомір.

**Короткі теоретичні відомості:**

Реальні механічні коливання здійснюються за наявності сил опору середовища. Тому механічна енерґія коливної системи з часом зменшується, а самі коливання згасають. Сила опору середовища переважно пропорційна швидкості руху тіла, що здійснює коливання:

де r – коефіцієнт опору середовища, знак ( – ) вказує на протилежний напрям сили опору і швидкості руху.

Нехай тіло масою m під дією пружної сили -kx і сили опору здійснює коливання вздовж осі OX. Рівняння руху такого тіла:

,

або

Позначивши:

,

де β − коефіцієнт згасання, запишемо диференціальне рівняння згасаючих коливань:

Якщо , розв’язком є рівняння:

, яке описує гармонічні коливання з циклічною частотою і змінною у часі амплітудою при початковій амплітуді .

*• Період згасаючих коливань:*

*• Декрементом згасання D називається відношення амплітуд двох послідовних коливань:*

*• Лоґарифмічним декрементом згасання називається фізична величина:*

*• Часом релаксації коливальної системи τ називається проміжок часу, протягом якого амплітуда коливань зменшується в е разів (е – основа натурального лоґарифму). Коефіцієнтом згасання називається фізична величина, обернена до часу релаксації:*

*• – число коливань, після здійснення яких амплітуда зменшується в е разів, так що.*

*Отже, лоґарифмічний декремент згасання − це фізична величина, обернена до числа коливань , після здійснення яких амплітуда зменшується в е разів.*

*• Добротністю системи називається фізична величина:*

*де Е – енерґія системи у даний момент часу; ΔE – енерґія, втрачена протягом одного періоду. Отже, добротність системи тим більша, чим менші втрати енерґії системи ΔE. Можна показати, що:*

**Контрольні запитання:**

1. **Під дією яких сил тіло може здійснювати згасаючі гармонічні коливання?**

Найважливішою умовою виникнення згасаючих коливань є наявність сили опору середовища, а самі коливання можуть здійснюватися, наприклад, під дією сили пружності або тяжіння.

1. **Записати і пояснити диференціальне рівняння згасаючих гармонічних коливань.**

Нехай тіло масою m під дією пружної сили -kx і сили опору здійснює коливання вздовж осі OX. Рівняння руху такого тіла:

,

або

Позначивши:

,

де β − коефіцієнт згасання, запишемо диференціальне рівняння згасаючих коливань:

1. **Записати і пояснити розв’язок диференціального рівняння згасаючих гармонічних коливань.**

Якщо , розв’язком є рівняння:

,

яке описує гармонічні коливання з циклічною частотою і змінною у часі амплітудою при початковій амплітуді .

1. **Як залежить період згасаючих коливань від коефіцієнта згасання?**

*Період згасаючих коливань:*

1. **У чому полягає фізичний зміст коефіцієнта згасання?**

*Коефіцієнтом згасання називається фізична величина, обернена до часу релаксації:*

*Часом релаксації коливальної системи τ називається проміжок часу, протягом якого амплітуда коливань зменшується в е разів (е – основа натурального лоґарифму).*

1. **У чому полягає фізичний зміст лоґарифмічного декремента згасання? Як він зв’язаний з коефіцієнтом згасання?**

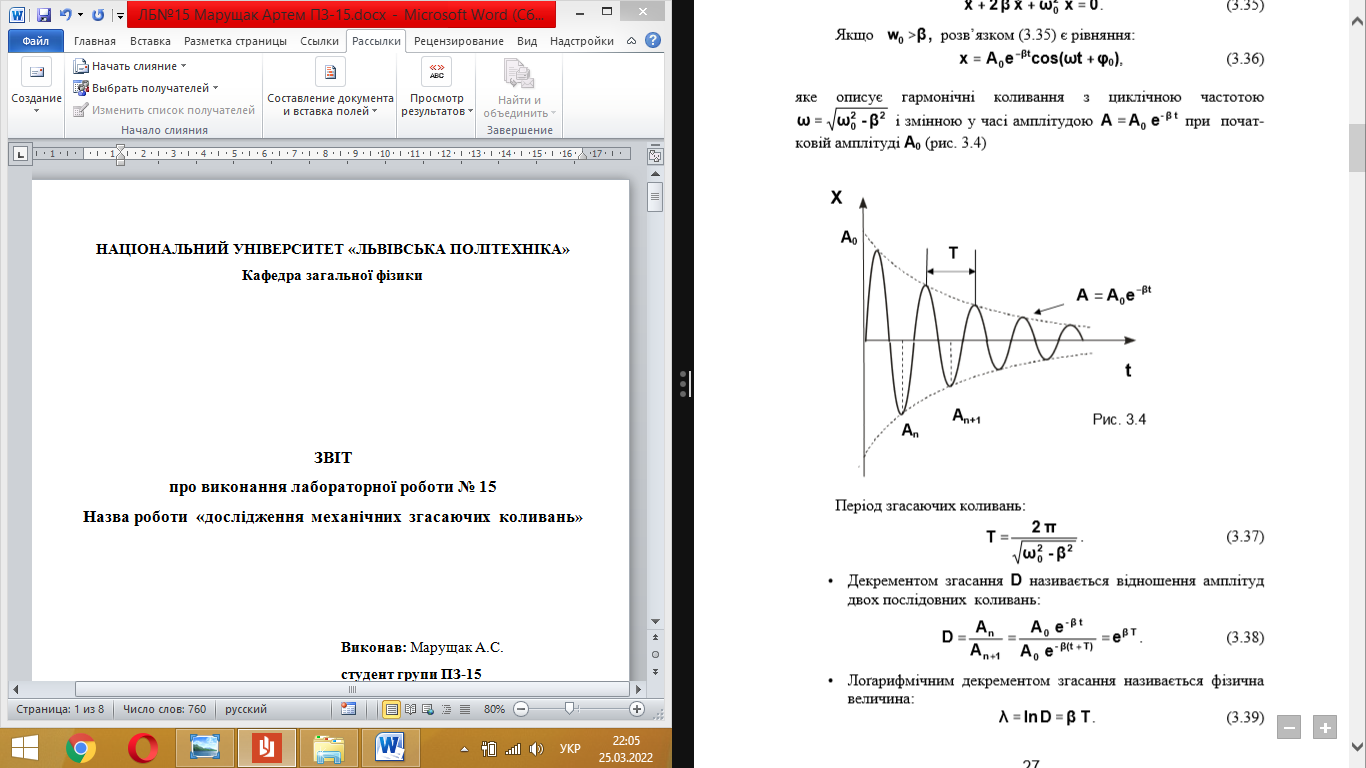
*Лоґарифмічний декремент згасання − це фізична величина, обернена до числа коливань , після здійснення яких амплітуда зменшується в е разів.*

1. **Що називається добротністю коливної системи?**

*Добротністю системи називається фізична величина:*

*де Е – енерґія системи у даний момент часу; ΔE – енерґія, втрачена протягом одного періоду. Отже, добротність системи тим більша, чим менші втрати енерґії системи ΔE. Можна показати, що:*

1. **Намалювати графіки залежностей x(t), A(t) для згасаючих коливань при**



**Робочі формули:**

**Хід роботи**

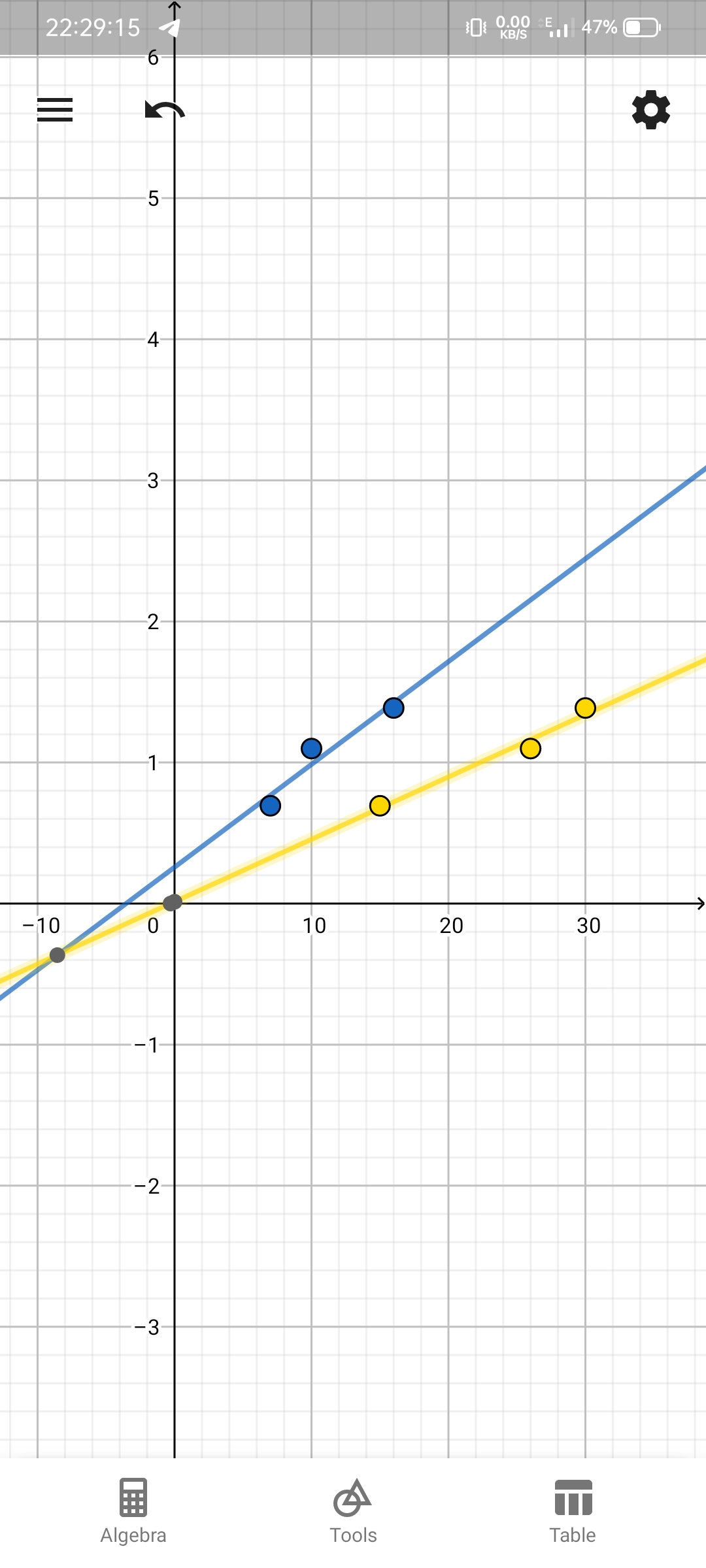
1. Ввімкнути повітряний заспокоювач (вертикальне положення)
2. Відхилити стрижень на 10–15 поділок шкали, відпустити; визначити і записати в табл. 1 час t, протягом якого здійсниться 10 коливань.
3. За формулою розрахувати період коливань і записати результат у табл. 1.
4. Дії, зазначені в п. 2–3, повторити ще двічі.
5. Вимкнути повітряний заспокоювач (горизонтальне положення), увімкнути рідинний заспокоювач (вертикальне положення) і повторити 3 рази дії, зазначені в п. 2–3.
6. Для повітряного заспокоювача, відхилити стрижень на 12 поділок, відпустити і визначити число коливань, протягом яких початкова амплітуда зменшиться у 2; 3 i 4 рази:. Результати записати у табл. 1.
7. Дії, зазначені в п. 6, повторити ще двічі.
8. Для рідинного заспокоювача повторити 3 рази дії, зазначені в п. 6, 7.

Табл 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Заспокоювач | № |  |  |  |  |  |  |  |
| повітряний | 1 | 18,6 | 1,86 | 0,01 | 16 | 1 | 26 | 31 |
| 2 | 18,7 | 1,87 | 0,02 | 14 | 1 | 25 | 29 |
| 3 | 18,3 | 1,83 | 0,02 | 16 | 1 | 26 | 30 |
| Сер. | 18,5 | 1,85 | 0,02 | 15 | 1 | 26 | 30 |
| рідинний | 1 | 18,9 | 1,89 | 0 | 8 | 1 | 11 | 16 |
| 2 | 18,8 | 1,88 | 0,01 | 7 | 0 | 9 | 15 |
| 3 | 19,0 | 1,90 | 0,01 | 7 | 0 | 10 | 16 |
| Сер. | 18,9 | 1,89 | 0,01 | 7 | 0 | 10 | 16 |

1. Використовуючи середні значення і Т для всіх трьох випадків визначити за формулою коефіцієнти згасання.
2. Розрахувати абсолютну і відносну похибки величин β.
3. Для всіх випадків побудувати ґрафіки lnZ = f() і визначити лоґарифмічні декременти згасання.

Графіки:



Жовтий графік – повітряний заспокоювач

Синій графік – рідинний заспокоювач

1. За формулою визначити добротність коливної системи при наявності і відсутності заспокоювачів.
2. Результати розрахунків, виконаних у п. 9–12, записати у табл. 2.

Табл 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Заспокоювач |  |  |  |  |  |
| повітряний | 0,025 | 0,002 | 8% | 0,044 | 71,4 |
| рідинний | 0,052 | 0,0003 | 0,58% | 0,073 | 43 |

**Обчислення**

**Аналіз результатів:**

Найголовніше, що можна винести, аналізуючи результати, це те, що величина lnZ лінійно залежить від кількості коливань . Це знання є корисним, коли треба обчислити швидкість зупинки системи. Також в цьому можуть допомогти і інші величини, які ми обчислили.

**Висновок:**

Виконавши цю лабаратону роботу ми визначили основні параметри згасання коливань механічної системи. Ці знання допоможуть нам у майбутньому легше передбачати поведінку коливальної системи за різних умов.