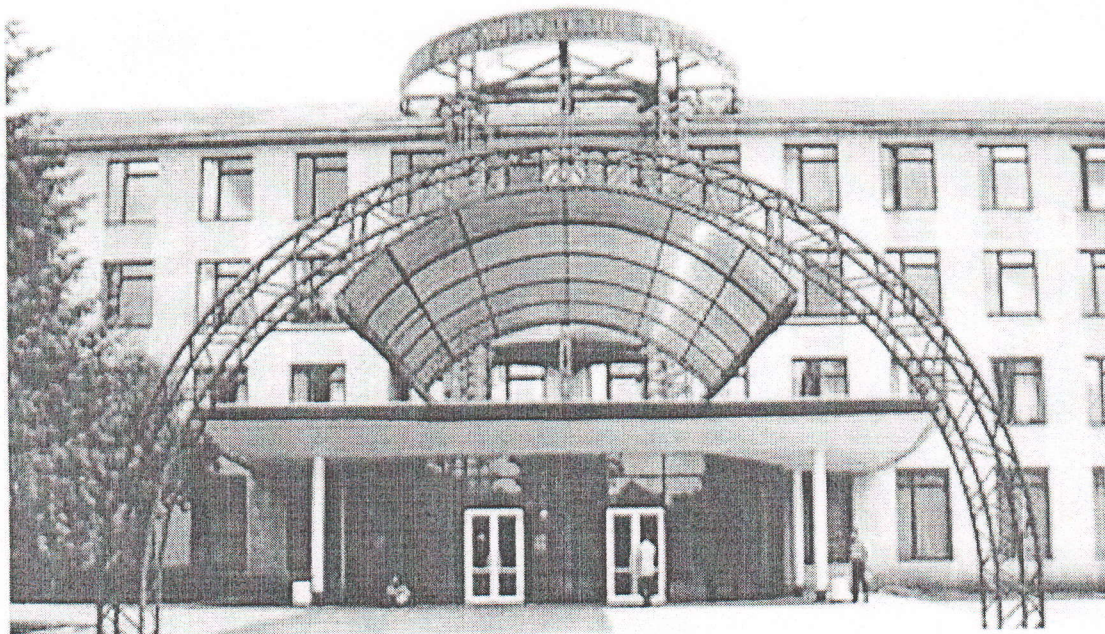


**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет**



**МАТЕРІАЛИ
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА
СТУДЕНТІВ**

**«Фізика і хімія твердого тіла.
Стан, досягнення і перспективи»
16-17 жовтня 2020 р.**

Луцьк – 2020

*Рекомендовано до друку науково-технічною радою
Луцького національного технічного університету.
Протокол № 3 від 24.10.2020 р.*

- Фізика і хімія твердого тіла. Стан, досягнення і перспективи :**
Ф-48 Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, 16-17 жовтня 2020 р., м. Луцьк. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2020. – 170 с.

У збірнику представлені тези доповідей учасників VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів. Наведено фізико-хімічні властивості та структуру нових матеріалів, проаналізовано фізичні та хімічні методи дослідження і технології, розглянуто проблемні питання мікро- та нано- електроніки, математичної фізики. Завершують збірник роботи, присвячені методології навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі.

Матеріали наведено у авторській редакції.

Для студентів, аспірантів, науковців та фахівців.

ЗАСТОСУВАННЯ ОПУКЛОСТІ ФУНКЦІЇ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ГАРМОНІЧНОГО РЯДУ

Соніч С.І., студент, Гуда О.В., к.т.н., доцент

Луцький національний технічний університет

Крива $y = f(x)$ називається опуклою на інтервалі, якщо всі її точки, крім точки дотику, лежать нижче довільної її дотичної на цьому інтервалі; крива є вгнутою на інтервалі, якщо всі її точки, крім точки дотику, лежать вище довільної її дотичної на цьому інтервалі.

Скористаємося наступною теоремою 1: для того, щоб диференційовна в усіх точках проміжку $\langle a, b \rangle$ функція була опуклою на цьому проміжку, необхідно і достатньо, щоб виконувалася нерівність:

$$f(x_2) \geq f(x_1) + f'(x_1)(x_2 - x_1) \quad (1)$$

для довільних $x_1, x_2 \in \langle a, b \rangle$.

Очевидно, що для вгнутої функції на $\langle a, b \rangle$ має місце нерівність, протилежна до нерівності (1).

А також теоремою 2: для того, щоб двічі диференційовна на $\langle a, b \rangle$ функція була опуклою на цьому проміжку, необхідно і достатньо, щоб виконувалася нерівність $f''(x) \geq 0$ для довільної внутрішньої точки. Для вгнутої на $\langle a, b \rangle$ функції має місце нерівність $f''(x) \leq 0$.

Нехай $f(x)$ – опукла на $\langle a, b \rangle$ функція; числа x_i ($i = 1, 2, \dots, n$), що належать $\langle a, b \rangle$, утворюють арифметичну прогресію з різницею d . Використаємо нерівність (1):

$$f(x_{k+1}) \geq f(x_k) + f'(x_k)(x_{k+1} - x_k), \text{ або } f(x_{k+1}) \geq f(x_k) + f'(x_k) \cdot d.$$

Надамо k значень $1, 2, 3, \dots, n-1$ і додамо отримані нерівності:

$$f(x_n) \geq f(x_1) + d \cdot \sum_{k=1}^{n-1} f'(x_k) \quad (2)$$

Якщо в нерівності (2) покласти $x_k = k$, то матимемо

$$f(n) \geq f(1) + d \cdot \sum_{k=1}^{n-1} f'(k) \quad (3)$$

Розглянемо функцію $f(x) = \ln x$. Оскільки $f''(x) = -\frac{1}{x^2} < 0$ для всіх $x \in (0; +\infty)$, то $f(x) = \ln x$ є вгнутою функцією і для неї є справедливою нерівність, протилежна до нерівності (3). Отже, остаточно маємо

$$\ln n < 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n-1}. \quad (4)$$

Оскільки $\lim_{n \rightarrow \infty} \ln n = \infty$, то з нерівності (4) випливає розбіжність гармонічного ряду $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$.

З'ясуємо як швидко розбігається гармонійний ряд. Для цього розглянемо послідовність

$$c_n = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} - \ln n, \quad n \geq 1,$$

члени якої є різницею між частинною сумою гармонічного ряду S_n та $\ln n$.

Легко довести, що послідовність $c_1, c_2, \dots, c_n, \dots$ є спадною і обмеженою. Тоді за теоремою 3: довільна спадна і обмежена послідовність має границю, отримуємо, що існує таке число γ , що

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} - \ln n \right) = \gamma. \quad (5)$$

Число $\gamma \approx 0,57721566490153$ є однією з фундаментальних сталих у математиці. Воно називається сталою Ейлера. З рівності (5) випливає, що при великих n частинна сума гармонічного ряду S_n наближено дорівнює $\gamma + \ln n$:

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \approx \gamma + \ln n.$$

Використана література

1. Бевз В.Г. Історія математики / В. Г. Бевз. – К., 2007. – С. 125–127.
2. В.С. Герасимчук, Г.С. Васильченко, В.І. Кравцов Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах. Т.1 - Т.3. Навчальний посібник. К.: Книги України ЛТД 2009.
3. Демчишин О.І., Шелестовський Б.Г. Вища математика: Навчальний посібник. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2010. – 592с.
4. Дубовик В.П., Юрик І.І. Вища математика: Навч.посібн. – У трьох частинах. – 2 вид. – Х.: Веста, 2008.

2.	Бохан Ю.В., Форостовська Т. О. ОСВІТНІЙ МОБІЛЬНИЙ СЕРВІС SOCRATIVE ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАПРОВАДЖЕННЯ АКТИВНОГО НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ХІМІЇ ТА БІОЛОГІЇ	150
3.	Гулай О.І., Кабак В.В., Андрусик І.Л., Карпюк Т. МЕТОД ПРОЕКТІВ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНТЕРАКТИВНИЙ МЕТОД НАВЧАННЯ	154
4.	Соніч С.І., Гуда О.В., ЗАСТОСУВАННЯ ОПУКЛОСТІ ФУНКЦІЇ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ГАРМОНІЧНОГО РЯДУ	157
5.	Шигорін П.П., Шигорін О.П. ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ПЛАНЕТАРІЮ STELLARIUM ПРИ ВИВЧЕННІ АСТРОНОМІЇ ТА АСТРОФІЗИКИ	159
6.	Шум Н., Шемет В. РОЛЬ ХІМІЇ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ	162

МАТЕРІАЛИ VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ
«Фізика і хімія твердого тіла. Стан, досягнення і перспективи»
16-17 жовтня 2020 р.

Фізика і хімія твердого тіла. Стан, досягнення і перспективи: Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, 16-17 жовтня 2020 р., м. Луцьк. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2020. – 170 с.

У збірнику представлені тези доповідей учасників конференції у авторській редакції.

Для студентів, аспірантів, науковців та фахівців.

Підписано до друку 24.10.2020 р. Формат 60x80/16. Папір офс.
Ум. друк. арк.15,5 . Тираж 100 прим. Зам. 116.

Інформаційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75.
Друк – ІВВ Луцького НТУ
Свідоцтво Держкомтелерадіо України ДК №4123 від 28.07.2011 р.