**Проєкт** «**Гальмівний шлях автомобіля**»

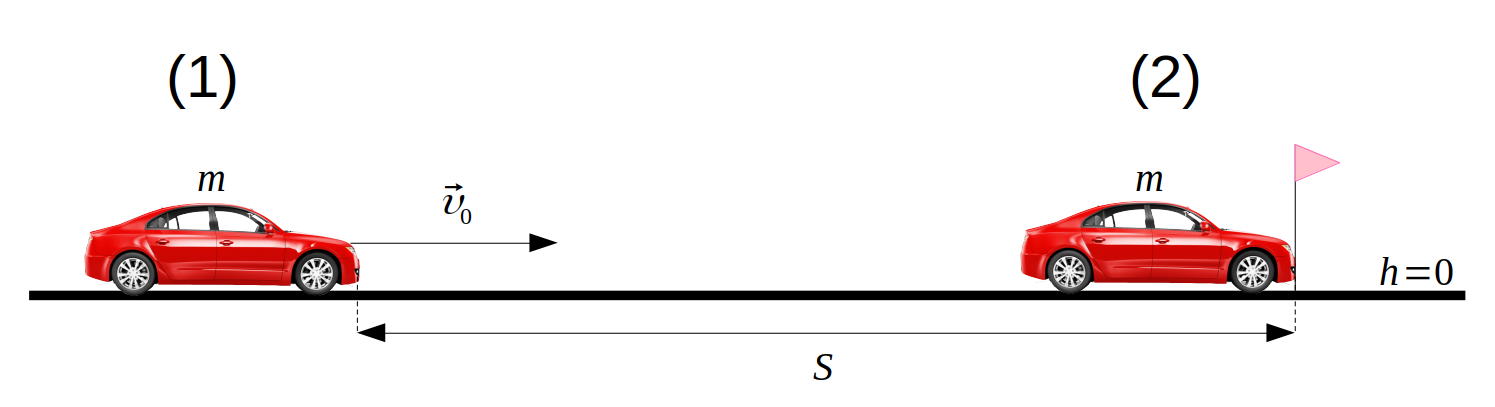
*проєкт підвищеної складності для учнів фізико-математичних класів*

**Виконав / виконала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дата: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

В рамках цього теоретичного проекту дослідимо, як залежить **гальмівний шлях** **автомобіля** від різних параметрів, зокрема від його маси та швидкості.

**Частина 1:** **Енергетичний баланс**

Для початку, розглянемо енергії, які має автомобіль масив момент руху зі швидкістюв момент початку гальмування **(1)** та після повної зупинки **(2)**. Гальмівний шлях автомобіля позначимо як. Вважатимемо, що дорога рівна, не має спусків чи підйомів, отже потенціальна енергія машини не змінюватиметься.

Потенційна енергія машинив точці **(1)**: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ і в точці **(2)**: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кінетична енергія машинив точці **(1)**: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ і в точці **(2)**: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*Запиши значення енергій, використовуючи позначенняяк на схемі вище*

Згадаємо **закон збереження механічної енергії**: енергія не може зникнути в нікуди і створитися з нічого. Розглянемо перетворення енергії автомобіля у нашому випадку:

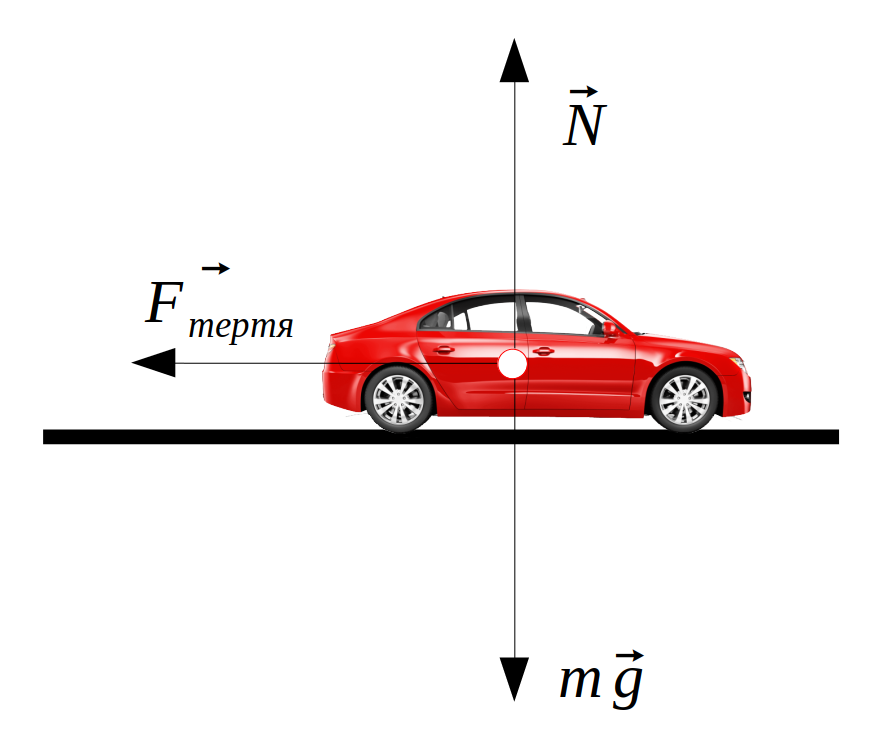
* Автомобіль їде по дорозі, а отже має початкову кінетичну енергію
* Під час гальмування автомобіль перетворює ***всю*** свою кінетичну енергію на:
  + роботу силу тертя(автомобіль продовжує рухатися, а отже виконує роботу)
  + внутрішню енергію автомобіля(нагрівання гальмівних дисків, шин, тощо)

Отже, перетворення енергії відбулося наступним чином:

Відомо, що перетворення у внутрішню енергію зазвичай набагато менше, ніж робота сили тертя. Тому, для цього проєкту зробимо **спрощення** та **знехтуємо** нагріванням гальмівних дисків та шин і розглядатимемо далі лише роботу сили тертя. Тобто, будемо вважати, що **вся** початкова кінетична енергія авто переходить у роботу сили тертя.

**Частина 2: Робота сили тертя**

Розглянемо сили, які діють на автомобіль під час гальмування:

* Сила тяжіння
* Сила нормальної реакції опори (врівноважує силу тяжіння, перпендикулярна дорозі. Для спрощення, будемо вважати, що сила прикладена в одній точці)
* Сила тертя (гальмівна сила направлена *проти* руху автомобіля)

До цього ми розглядали лише силу тертя **ковзання** для **рівномірного руху**. Гальмування машини — це **нерівномірний** рух. Загалом, сила тертя ковзання залежить від швидкості, але **знехтуємо** цим і вважатимемо, що всі відомі нам формули коректні.

Під час гальмування виникають сили тертя **ковзання** (у гальмівній системі) та **кочення** (кочення коліс по асфальту). Сила тертя кочення набагато менша, ніш ковзання, тому **знехтуємо** нею на цьому етапі проєкту.

Чому буде дорівнювати модуль сили тертя, якщо маса автомобіляі коефіцієнт тертя кочення відомий і дорівнює?\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Сила тертя діє протягом всього гальмівного шляху, отже робота сили тертя може бути записана як . Розпишемо це:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Частина 3:** **Пошук гальмівного шляху**

Для того, щоб знайти гальмівний шлях, скористаємося законом збереження енергії, у якому ми знехтували внутрішньою енергією. Отримаємо. Кінетична енергія повністю перейшла у роботу сили тертя, тому прирівняємота, розпишемо отримане рівняння детально та виразимо.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*Підказка:* Під час підстановкитаочікується, що маса скоротиться

**Частина 4:** **Приклади розрахунків**

Розрахуємо гальмівний шлях для машини у місті, яка рухається за правилами дорожнього руху. Приймемо**48,6** км/год, що дорівнює **13,5** м/с. Коефіцієнт тертя ковзання у гальмівній системі машини приймемо рівним **0,7** для сонячної погоди та **0,35** для дощової погоди.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Як зміниться гальмівний шлях, якщо швидкістьбуде **64,8** км/год (тобто **18** м/с)?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Зробіть висновки: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Частина 5:** **Врахування швидкості реакції при гальмуванні. Шлях зупинки**

До цього ми розглядали гальмівний шлях як відстань від **моменту активації гальм** до повної зупинки.

Але більш корисно розглядати **шлях зупинки** (зупинний шлях) — відстань, яку автомобіль проходить від моменту виявлення небезпеки водієм або водійкою до повної зупинки

Шлях зупинки включає в себе як шлях реакції водія, так і гальмівний шлях.

**Час реакції** водія або водійки на перешкоду складає приблизно= **1,5** секунди.

Враховуючи, що автомобіль їде зі швидкістю, шлях реакції складатиме

Порахуйте повний шлях зупинки для всіх проблем вище, порівняйте його із гальмівним шляхом. Наскільки повний шлях зупинки перевищує гальмівний шлях для різних варіантів початкової проблеми? Зробіть висновки.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Враховуючи пророблену роботу, які рекомендації ви можете дати водіям та пішоходам? Які зміни до правил дорожнього руху ви б запропонували?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_



Цей дослідницьких проєкт підготовлений інтернет-магазином «Квантовий лев»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

* **Наш магазин:** [kvantylion.com](https://kvantylion.com/)



* **Індивідуальний дослідницький субернабір «Механіка»** **(7 клас)** – набір обладнання для лабораторних робіт в 7 класі. Ідеальний для гібридного або дистанційного навчання

[link.kvantylion.com/e5Y53n](https://link.kvantylion.com/e5Y53n)

* Інші **бланки лабораторних роботи** та методичні матеріали для вчителів та репетиторів

[link.kvantylion.com/OBdh97](https://link.kvantylion.com/OBdh97)

* **Віртуальні лабораторні роботи** з фізики

[vlabs.kvantylion.com](https://vlabs.kvantylion.com/)

Шукай нас у соціальних мережах:

* + YouTube ([youtube.com/@kvantylion](mailto:youtube.com/@kvantylion))
  + Instagram ([instagram.com/kvantylion](https://instagram.com/kvantylion))
  + TikTok ([tiktok.com/@kvantylion](mailto:tiktok.com/@kvantylion))
  + Twitter ([twitter.com/kvantylion](https://twitter.com/kvantylion))