

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

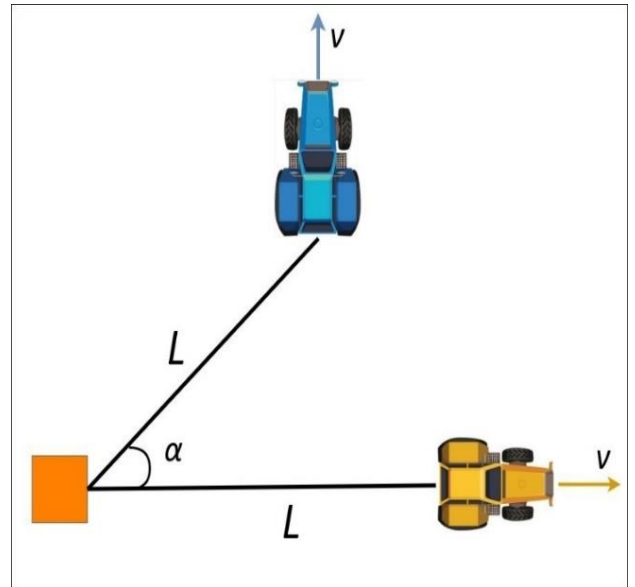
Український фізико-математичний ліцей Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

XXIV Всеукраїнська учнівська Інтернет-олімпіада з фізики
2024/2025 навчального року

II (фінальний) етап Теоретичний тур
10 клас

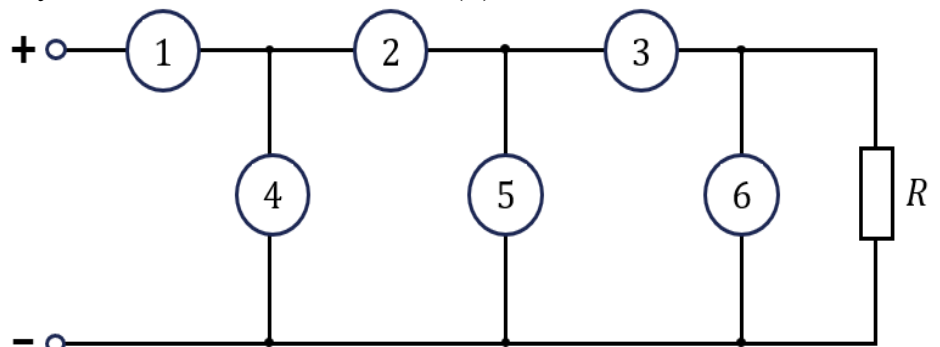
1. «Два трактори мої, два трактори!»

Вантаж прив'язаний за допомогою мотузок довжиною L до двох тракторів: Синього та Жовтого. У початковий момент кут між мотузками дорівнює α , як зображено на рисунку, а самі мотузки ледве натягнуті. Трактори одночасно починають рух з однаковою швидкістю v . Трактор Жовтий тримає курс вздовж напрямку своєї мотузки, а трактор Синій, побачивши рух Жовтого, починає рухатися в напрямку, перпендикулярному до початкової швидкості жовтого. Знайти швидкість руху вантажу одразу після різкої зміни напрямку цієї швидкості, якщо $\sin(\alpha) = 5/13$.



2. «Детективна електрика»

Учень, який глибоко засвоїв закони постійного струму, вирішив застосувати для вимірювання опору R резистора аж три однакових



амперметра та три однакових вольтметра (він вважає, що так буде надійніше). Учень зібрав коло, схему якого показано на рисунку. Одна біда — він забув написати на схемі, якими номерами позначено амперметри, а якими — вольтметри. А от покази приладів записані: 50 мкА, 200 мкА, 0,8 мА, 24 В, 6 В, 1,5 В. Придивіться уважно до співвідношення між числовими значеннями показів приладів. Можливо, вам допоможе та закономірність, яку ви побачите.

Визначте значення опору резистора та опори приладів. Якщо ви вважаєте, що задача має декілька розв'язків, то обмежтеся одним з них.

3. «Збиваємо дрони»!

Оптична система пункту спостереження ППО складається із збиральної лінзи (об'єктив) та розсіювальної (окуляр). Найменша відстань між лінзами, за якої ми можемо отримати чітке зображення предмету, визначається конструкцією системи і дорівнює 950 мм. Для цієї відстані кутові розміри зображень предметів у 20 разів більші за їх видимі кутові розміри, якщо проводити спостереження неозброєним оком. Дрон був помічений в оптичну систему тоді, коли його кутлова висота над горизонтом була рівною 20° . Відомо, що дрон рухається на сталій висоті 100 м та має сталі швидкість 400 км/год та напрямок руху. Траєкторія польоту має спільну точку з перпендикуляром, проведеним до поверхні землі через пункт ППО. Система ППО приводиться в бойовий стан за час 1,92 с від моменту виявлення ворожої цілі. Після цього з інтервалом часу 0,35 с можливо випускати снаряди по цілі з початковою швидкістю 800 м/с.

А) Розрахуйте, з якої **найбільшої кількості пострілів** пункт ППО збив дрон, якщо його знешкодження відбулось тоді, коли БПЛА перебував на висоті 65° над горизонтом. Розміри дрону та снарядів достатньо малі; розмірами пункту ППО – нехтуйте.

Б) Знайдіть, **як змінилась** при спостереженні за дроном **відстань** між лінзами труби від моменту виявлення БПЛА до його знешкодження. Уважайте лінзи тонкими, а систему – ідеальною центрованою.

4. «Ші-болід»

Конструкторське бюро займалося розробкою та підбором такого двигуна для боліду, який би дозволяв на прямій горизонтальній трасі, з однаковими повними масами авто (1200 кг), з однаковими для всіх моделей властивостями дороги та гуми,

Номер двигуна	Максимальна корисна потужність двигуна, кВт	Час розгону до необхідної швидкості, с
1	30	18,5
2	120	6,5
3	210	6
4	300	6

починаючи зі стану спокою, якомога швидше досягти зазначеної в правилах змагань швидкості V_{max} . Для змагань використовувалося закрите спеціально обладнане приміщення, де будь-яким впливом повітря на рух болідів під час змагань і силою тертя кочення можна було знехтувати, а значення прискорення вільного падіння можна уважати рівним $10,0 \text{ м/с}^2$.

Під час змагань болідом керує ШІ, який підбирає такий режим розгону, який не тільки є оптимальним за часом, але й не допускає проковзування. Уважайте значення коефіцієнту тертя ковзання між шинами та покриттям траси постійним, а всі колеса ведучими.

Згідно інсайдерської інформації, конструктори, використовуючи в болідах двигуни різних потужностей, отримали наступні значення часу розгону до потрібної швидкості в залежності від максимальної корисної потужності встановленого в болід двигуна (дивись таблицю).

А) **Поясніть, чому** для двигунів № 3 та № 4 час розгону однаковий.

Б) Знайдіть, **до якої швидкості** V_{max} мали розганятися боліди?

В) У другому турі змагання гонки проходили на тих самих болідах на такому ж покритті і в тому ж приміщенні за цілком попередніх умов руху, але боліди мали стартувати в гору по похилій трасі з кутом нахилу покриття до горизонту в 11° . **За який час** цей болід з корисною потужністю двигуна 180 кВт досягне тієї ж самої швидкості V_{max} ?

5. «Кава з молоком»

Декан хімічного факультету - пунктуальна людина, що цінує точність і холодну каву з молоком.

– Чашку кави через 5 хвилин, – сказав декан, збираючись на ділову зустріч. Через хвилину його робот-помічник вже перелив 200 г кави з кавомашини у високу тонкостінну мензурку, щоб кава там скоріше охолола. Але ще через хвилину кава остигла з 95°C лише до 80°C , і робот у паніці дістав з холодильника іншу таку ж мензурку з охолодженим молоком. Він знав, що до кави треба додати 100 г молока. Але не знав як вчинити, щоб досягти найнижчої температури напою за ті 3 хвилини, що залишилися? Долити відразу? Трохи пізніше? Наприкінці через 3 хвилини?

Допоможіть штучному інтелекту знайти правильне рішення цієї задачі:

На столі стоять дві вузькі тонкостінні (для кращого теплообміну) мензурки, одна з кавою вже за температури 80°C , інша з холодним молоком.

А) Спробуйте отримати формулу залежності температури кави від часу t . Для цього розбийте t на n малих проміжків часу Δt і запишіть рівняння теплового балансу для декількох перших з них. Виразите останню температуру через початкову і «впіймайте» закономірність.

Б) Через який час після початку останніх трьох хвилин слід додати молоко в каву, щоб наприкінці температура напою «кава з молоком» виявилась найменшою?

В) Якою буде ця температура?

Температура в кімнаті підтримується на рівні 20°C , а у холодильнику на рівні 5°C .

Фізичні характеристики кави й молока вважати такими ж, як і у води.

Урахуйте, що потужність теплопередачі пропорційна площі поверхні і різниці температур з навколишнім середовищем. Тепловими втратами через циліндричні основи у мензурках знехтуйте.

Якщо не вдається отримати точний розв'язок, зробіть наближений, оціночний.

Задачі запропонували: 1. Микуленко О.І. 2. Гельфгат І.М., 3. Шевчук О.Г.

4. Пашко М.І., 5. Орлянський О.Ю.