

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
I (заочний) етап II тур
10 клас

1. «Під градусом»

У безвітряну погоду йде дощ. На горизонтальному шосе стоїть автомобіль, на боковому склі якого періодично з'являються водяні риси, паралельні вертикальній границі скла.

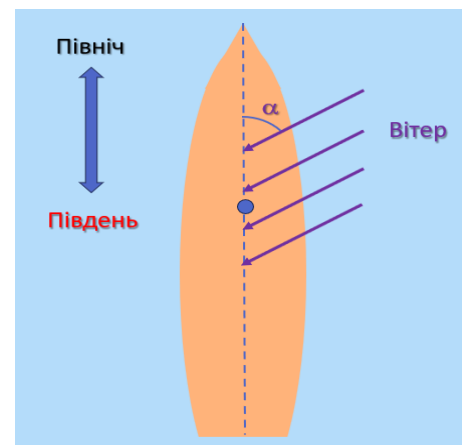
А) **З якою швидкістю v_k** падають краплі дощу на землю, якщо після розгону автомобіля до швидкості v_a , риси на боковому склі відхилилися на кут α ?

Б) Водій вирішив зберегти кут α на склі, незважаючи на те, що дорога стала періодично опускатися вниз і підніматися вгору. **Як має залежати швидкість автомобіля від кута нахилу дороги β** до горизонту, щоб нові водяні риси на боковому склі весь час залишалися паралельними до попередніх?

В) У гірській місцевості треба підніматися серпантинном – звивистою дорогою, яка всюди утворює сталий кут до горизонту β . **Знайдіть відношення частоти ударів крапель по корпусу автомобіля, коли той їде горизонтально, до частоти ударів крапель по корпусу автомобіля, коли той їде вгору таким серпантинном (інтенсивність дощу однакова).**

2. «Реклама – двигун прогресу»

Після аварії судна група пасажирів опинилася на безлюдному острові. Вони не сиділи без діла — з уламків свого судна спорудили нове, своєрідний вітрильник. Замість вітрила вони пристосували великий вертикальний рекламний щит, який можна було повертати навколо вертикальної осі (щогли). Серед пасажирів виявився юний фізик, який встановив: коли вітер дме перпендикулярно площині вітрила, це вітрило «перехоплює» певний повітряний потік та «відбирає» в нього весь імпульс. Якщо ж вітер дме паралельно площині вітрила, то вплив на рух судна відсутній. Так само відсутні й будь-які вихорі в повітряному потоці. Саморобне судно виявилось не дуже досконалим: навіть за попутного вітру швидкість руху судна була набагато меншою за швидкість вітру. Судно вийшло дуже вузьким і довгим, тому могло рухатися *тільки* в напрямі свого кіля (від корми до носу). Сила опору води, була пропорційною до квадрата швидкості руху судна. Попередні розрахунки показали: навіть якщо вітер попутний (південний), швидкість руху буде лише 0,33 км/год. Але виявилось, що цієї пори року вітер весь час зустрічний і дме під кутом $\alpha = 60^\circ$ до меридіану (див. рисунок).



Визначте максимальну можливу швидкість руху судна на північ.

3. «Ядерний більярд»

Яку мінімальну енергію повинна мати α -частинка (ядро гелію-4) масою m_α щоб при лобовому ударі з нерухомим ядром хімічного елемента з порядковим номером Z та масою m_Z -частинка напевне потрапила у ядро-мішень і стала причиною ядерної реакції. Зрозуміло, що в даній ситуації потрібно брати до уваги ядерні сили, які виникають між ядрами, тому можете вважати, що енергія ядерної взаємодії дорівнює $W_{\text{яд}} = -\frac{\alpha}{r^2}$, де $\alpha > 0$, а r – відстань між ядрами. Уважайте, що початкова швидкість руху α -частинки значно менша за швидкість світла.

4. «Допоможіть Робінзонам!»

Біля берегів безлюдного тропічного острова потонуло торгівельне судно. У катастрофі вижило декілька членів екіпажу, які висадились на березі острова. Разом з ними хвилі викинули на берег декілька скринь, в яких «новоприбулі аборигени» знайшли масу потрібних та не зовсім речей, серед яких була й зорова труба. Діаметр об'єктива труби 5 см, оптична сила його лінзи +1,25 дптр, а оптична сила окуляра + 14 дптр. У



результаті контакту зорової труби з морською водою її тубус намертво заклинило в позиції, яка відповідає ідеальному наведенню на різке зображення для об'єктів, які знаходяться на відстані 400 м від об'єктиву. Мешканці острова хотіли б мати можливість не напружуючи очі чітко бачити в трубу об'єкти й на великій від берега відстані для того, щоб подати сигнал про допомогу, причому мирному, а не піратському кораблю. Підкажіть «Робінзонам», **що і як вони повинні зробити** для того, щоб зорова труба працювала так, як їм потрібно? Розбирати трубу та використовувати інші лінзи не дозволяється.

Уважайте, що оптична система зорової труби є ідеальної центрованою, а кутова роздільна здатність ока людини складає $2'$. Прийміть, що під чітким (не розмитим) зображенням необхідно розуміти таке, яке забезпечує відхилення від ідеального (стигматичного) зображення не більш ніж на величину кутової роздільної здатності ока людини ($2'$). До речі, вам у нагоді може стати наступне посилання:

https://uk.wikipedia.org/wiki/Глибина_різко_зображуваного_простору

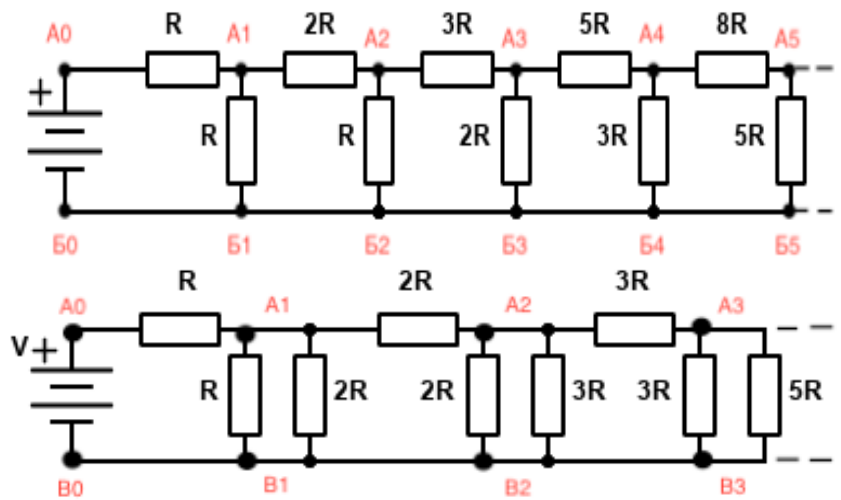
<https://uk.wikipedia.org/wiki/Анептипа>

<https://gsminfo.com.ua/55880-prostytj-sposib-dobre-bachyty-bez-okulyariv-i-linz.html>

5. «Електричне коло від Фібоначчі»

На рисунку зображено нескінченне коло з резисторів.

Опири резисторів між точками $A_i A_{i+1}$ та $A_i B_i$ мають вам нагадати числовий ряд Фібоначчі. Відомо, що опір кола дорівнює $\alpha \cdot R$, де α - відомий коефіцієнт, R - опір першого резистора. Замінімо кожен з резисторів між точками $A_i B_i$ на два паралельно з'єднаних резистори, опори яких дорівнюють наступним двом за значенням числа в ряду Фібоначчі (див. рис.)



Спробуйте якомога точніше знайти опір нової схеми у вигляді $R_\infty = f(\alpha) \cdot R$

Задачі запропонували: 1. Орлянський О.Ю. 2. Гельфгат І.М. 3. Олійник А.О.

4. Шевчук О.Г. 5. Абдулханов А.М.