**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**

**І (заочний) етап ІІ тур**

1. **клас**

***1. «Серед морів, серед крижин живе розумненький пінгвін!»***

Пінгвін Понго полюбляє не тільки спортивне плавання, але і фізику, і вміє знаходити найвигідніші шляхи, добираючись до цілі за найкоротший час. Однак при цьому Понго завжди поспішає і розглядає лише траєкторії, які мало відхиляються від прямої, що з'єднує точку старту та фінішу. Сьогодні перед Понго стоїть непроста задача. Він повинен добратися до фінішу *F*, який знаходиться у області з крижинами, де його швидкість пересування зменшується втричі, з *u* до *u*/3 (див. рис.). Радіус крижаної області *R*, відстань до неї *L*=5*R*. Виявилося, що якщо фініш знаходився достатньо близько до дальньої границі крижаної області, то Понго не плив по прямій, а обирав інший шлях, що представляв собою ламану з двох відрізків, у воді і у крижаній області. Однак при наближенні фінішу *F* до центру кола стратегія Понго перестала давати виграш.

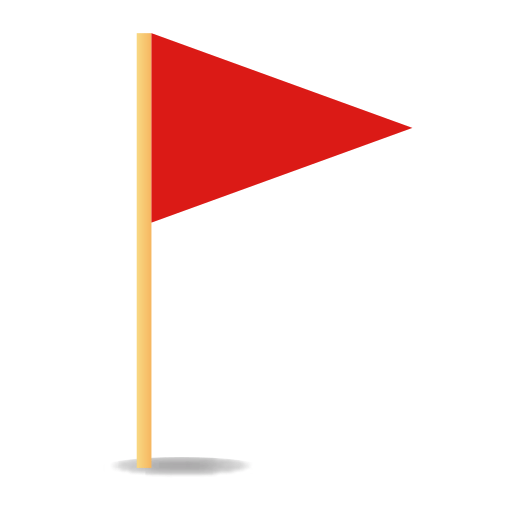


*R*

5*R*

*u*

*u/*3



*S*

*x*

*ϕ*

А) Яким було це **критичне положення** фінішу *F*кр, після якого Понго мав змінити стратегію? Відстань вкажіть від дальньої точці крижаної області.

Б) **За яких відстаней** *L*такої такої точки не буде і Понго завжди буде вигідно рухатися по прямій?

В) Нехай тепер відстань *L* буде набагато перевищувати радіус області *R*, а фініш буде поблизу дальньої точки крижаної області. Якою тепер, на ваш погляд, буде **оптимальна траєкторія** Понго, якщо він врахує навіть такі траєкторії, які сильно відрізнятимуться від прямолінійної?

*Примітки*: а) *уважайте, що початкова позиція Понго, центр області і фініш знаходяться завжди на одній прямій; б) розмірами Понго порівняно з важливими відстанями у задачі знехтуйте; в) для x, значення яких набагато менше за одиницю, справедлива наближена рівність %FontSize=12
%TeXFontSize=12
\documentclass{article}
\pagestyle{empty}
\begin{document}
\[
\sqrt{1+x}\approx 1+x/2
\]
\end{document}*

*Резистор 1*

А1

А2

*Резистор 2*

***2. «Вангуємо покази амперметра!»***

У схемі, показаній на рисунку, потужності, що виділяються на резисторах 1 і 2 дорівнюють відповідно *Р* і 2*Р*, напруга на колі *U*, а амперметр А1 показує значення сили струму *I*0. Що може показувати амперметр А2? Прилади вважайте ідеальними, опором з'єднувальних дротів знехтуйте.

***3. «Важіль на намистинці»***

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, снимок экрана

Автоматически созданное описаниеНа рисунку показаний важіль , до кінців важеля прив’язані кінці невагомої нитки, що огинає два нерухомі блоки . Уздовж нитки може ковзати масивна «намистинка» . Важіль і нитка невагомі, тертя відсутнє.

А) **Де** крізь стержень АВ має проходити **вісь обертання**, якщо його горизонтальне положення відповідає стану рівноваги системи?

Б) **Чи не припущено на рисунку неточності** у виборі положення «намистинки»? **Обґрунтуйте** свою відповідь.

***4. «Безсенсовий камін»***

Уявіть собі камін, який не віддає жодного тепла в кімнату, в якій він знаходиться, хоча в ньому й спалюється вугілля. Висота теплоізольованої від навколишнього середовища труби димаря каміна дорівнює h.

Уважайте, що:

- при спаленні вугілля (який складається лише з вуглецю) єдиними наслідками процесу є утворення вуглекислого газу та віддача тепла повітрю, що підіймається по трубі;

- при проходженні повітря через полум’я в хімічній реакції задіюється лише відсоткова (за масою) частина від всієї кількості кисню в повітрі (масова частка кисню в повітрі складає ). Значення *β* є відомим і набагато меншим за , тож склад повітря майже не змінюється;

- швидкість повітря в трубі каміна всюди однакова та описується наступним виразом: де – різниця тисків на вході в камін зі сторони кімнати перед полум’ям та в димарі каміна в його нижній точці, – густина повітря в трубі димаря;

- повітря в димарі однорідне, має майже однакову густину та температуру в будь-якій точці. Питому теплоємність повітря вважайте відомою . Площа поперечного перерізу труби димаря рівна ***S***;

- температури навколишнього середовища та кімнати однакові та рівні (камін явно не справляється зі своїми обов’язками), а температура повітря в гарно прогрітому димоході . Зв`язок між температурою повітря та його густиною наближено можна описати формулою , де – відомий коефіцієнт.

- Питома теплота згоряння вугілля q та будь-які необхідні маси атомів хімічних елементів та молекул відомі.

Знайдіть, **яка маса вугілля** спалюється за одиницю часу.

5. *«****Гламурний*** [***кулькопідшипник***](https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&sca_esv=4465b960e5384484&sxsrf=ADLYWIK3TibKRY8zN52qQIP3j1X8j8fbrQ:1728972949889&q=%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%B4%D1%88%D0%B8%D0%BF%D0%BD%D0%B8%D0%BA&spell=1&sa=X&ved=2ahUKEwi2kYSU3o-JAxXzQvEDHfvOGAMQkeECKAB6BAgvEAE)***»***

Один з приладів космічного корабля потребує використання відшліфованих до сферичної форми алмазів, діаметром см кожний. Алмазні кулі мають розміщатися ззовні золотого циліндру і всередині платинового (див. схем. Рис.). Цей прилад має використовуватись у широкому діапазоні температур, але будь-які механічні напруження алмазних кульок або їх випадання з зазору між циліндрами не допускаються. Температурні коефіцієнти лінійного розширення при температурі 20 і діаметру кульок 1 см: алмазу , золота , платини . Ці коефіцієнти можуть бути використані під час розрахунків в інтервалі температур роботи цього приладу. За рахунок великої теплопровідності алмазу і металів температуру усіх елементів приладу у будь-який момент часу можна вважати однаковою.

**А)** Якими мають бути **радіус золотого циліндру і радіуси платинового ,**  за температури 20, щоб прилад працював у широкому інтервалі температур?

**Б) Оцінити максимальну кількість алмазних куль**, які в один ряд помістяться навколо золотого циліндра? Урахуйте, що для унеможливлення дотику сусідніх куль між ними вставлені тонкі прокладки товщиною 50 мкм з таким самим коефіцієнтом , що й у алмаза.

**В) У якому інтервалі температур** за цієї кількості куль прилад вдасться експлуатувати?

**Задачі запропонували: 1-2. Майзеліс З.О. 3. Гельфгат І.М., 4. Олійник А.О.,**

**5. Орлянський О.Ю.**