

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Український фізико-математичний лицей Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

XXIV Всеукраїнська учнівська Інтернет-олімпіада з фізики
2024/2025 навчального року
II (фінальний) етап Теоретичний тур
9 клас

1. «Теплова напруга»

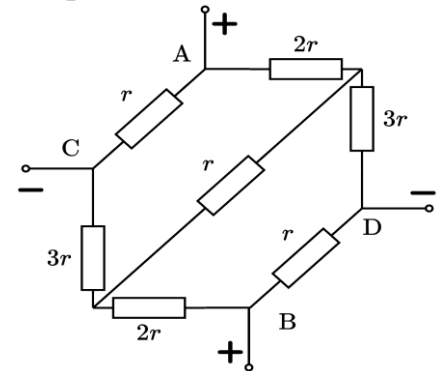
Є два стрижні, виготовлені з різного матеріалу. Довжини стрижнів дорівнюють l і $2l$, а їх площі перерізу однакові. Якщо підвісити на перший стрижень вантаж деякої маси, то він видовжується на вдвічі більшу величину, ніж другий від того ж вантажу. Якщо збільшити температуру першого стрижня на Δt , його довжина збільшується на Δl , а другий стрижень при такому ж нагріванні збільшує довжину на $3\Delta l$. Другий стрижень розрізають навпіл і три отримані стрижні однакової довжини скріплюють жорстко з обох кінців, отримуючи зразок потрійної площі перерізу. **Знайдіть його коефіцієнт теплового розширення.** Уважайте, що при розширенні всі три стрижні не вигинаються.

2. «Лити-не перелити»

У великій ємності з гарячою водою плаває маленька теплоізольована циліндрична посудина, маса якої m , внутрішній радіус R , а товщина стінок і дна d . В посудині знаходиться холодна вода, температура якої на Δt_0 менша за температуру води у ємності. Початкова висота рівня води в посудині (відрахована уздовж її внутрішньої стінки) дорівнює h_0 . З ємності переливають порцію гарячої води у посудину, у результаті чого температура в ній підвищилася на Δt_1 . Однак після ще одного переливання такої ж порції вода почала переливатися через краї посудини. **Знайдіть повну висоту стінок посудини.** Знехтуйте тепловими втратами між водою і навколишнім середовищем за час проведення цього експерименту.

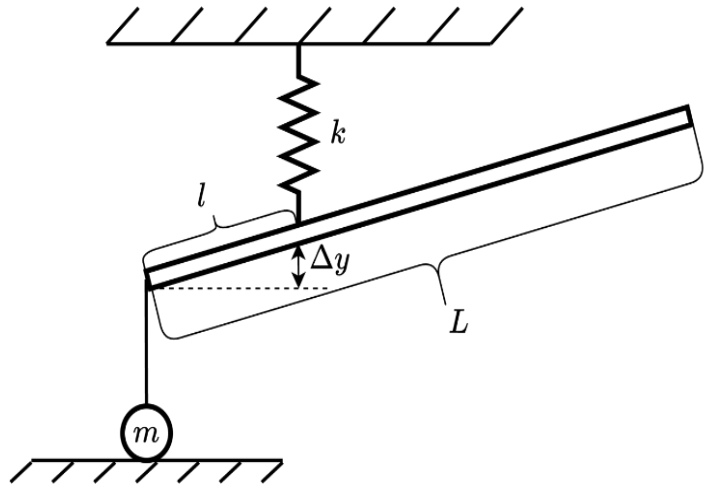
3. «Two In, Two Out? What is the Current, figure out!?»

Знайдіть струм, який буде текти через ідеальне джерело напруги U_0 , якщо його підключити до схеми на рисунку таким чином: контакти А, В з'єднати між собою та підключити до позитивного полюса джерела, а контакти С, D – так само до негативного.



4. «Пружинний важіль».

Петру треба підняти вантаж маси m . Оскільки Петро добре вчив фізику, він вирішив спростити свою задачу та використати майже невагомий важіль довжини L . Він вирішив підвісити важіль не на нитку, а на пружину жорсткості k . Повна конструкція зображена на рисунку: тіло прикріплене до лівого краю, пружина прикріплена на відстані l від лівого краю. У початковий момент мотузка була не натягнута, але вертикальна, а важіль нахилений так, що точка кріплення пружини на Δy вище за лівий край (уважайте що нахил важелю невеликий).



Знайдіть:

- А) Яку мінімальну роботу треба виконати Петру, прикладаючи силу до правого краю вертикально вниз, щоб перевести важіль в горизонтальне положення?
Б) На скільки при цьому підніметься тіло m ?

5. «Біфокальна лінза»

Тонка кругла лінза зроблена з двох двоопуклих половинок однакового радіуса кривизни (площина, яка розділяє половинки лінзи, містить головну оптичну вісь) та знаходиться в повітрі. Одна з половинок зроблена зі скла з коефіцієнтом заломлення $n=1.5$, а інша з невідомої речовини. На лінзу спрямовують циліндричний плоскопаралельний потік світла з радіусом, рівним радіусу лінзи. Вісь симетрії потоку співпадає з головною оптичною віссю. З іншого боку лінзи перпендикулярно головній оптичній вісі ставлять великий рухомий плоский екран-детектор, який рахує інтенсивність світла наступним чином: повну потужність світлового потоку, яка падає на детектор, він ділить на площу освітленої області. Максимальна інтенсивність, яка була виміряна детектором, в n разів більша, ніж та, що падає на лінзу. Розглянувши два варіанта: 1) $\alpha=2$; 2) $\alpha=8$,

Знайдіть:

- А) Коефіцієнт заломлення матеріалу другої половинки лінзи.
Б) Чи є якісь обмеження на можливу величину α ?

Примітка. Нагадаємо, що оптична сила двоопуклої лінзи з радіусом кривини сферичних поверхонь r та коефіцієнтом заломлення n дорівнює $D = \frac{2(n-1)}{r}$.

Задачі запропонували: 1-2. Майзеліс З.О., 3-4. Рідкокаша І.П., 5. Олійник А.О.