

8 класс

Задача 1

Оборудование:

Групповое: ножницы.

Индивидуальное:

- карандаш,
- линейка,
- медная проволока ($\rho_m = 8,9 \text{ г/см}^3$),
- фигура неправильной формы.

Задание: измерить площадь плоской фигуры неправильной формы, не используя метод палетки.

В отчете представьте план проведения измерений.

Розв'язання

Перший спосіб

1. Визначаємо положення центру тяжіння лінійки
2. Вирізаємо з фігури прямокутник відомої площі
3. Виготовляємо з лінійки та олівця важіль, на якому врівноважуємо прямокутник та фігуру з вирізом.
4. Застосовуємо правило моментів

$$\Delta m g d_1 = (m_{fig} - \Delta m) g d_2$$

$$m_{fig} = \Delta m \left(\frac{d_1}{d_2} + 1 \right)$$

$$S_{fig} = \Delta S \left(\frac{d_1}{d_2} + 1 \right)$$

де Δm і ΔS – маса та площа вирізаного прямокутника, d_1 та d_2 – плечі важеля для прямокутника та фігури з вирізом відповідно.

5. Розраховуємо площу фігури s_{fig} .

Другий спосіб

1. Визначаємо положення центру тяжіння лінійки
2. Вимірюємо діаметр мідного дроту, намотуючи його на олівець чи лінійку, методом рядів.
3. Ділимо дріт на дві частини, які надалі використовуємо так: короткий буде гачком для підвішування цілої фігури, довгий – важком відомої маси

Тоді маси шматків знаходимо за формулою $m = \rho l \frac{\pi d^2}{4}$. (Густина міді відома)

4. Врівноважуємо фігуру та довгий шматок дроту на важелі; застосовуючи правило моментів, знаходимо масу фігури.

5. Використовуючи ножиці, вирізаємо квадратики певної площі. Робимо з них стовпчик певної висоти та визначаємо товщину фігури методом рядів.

Зважуючи цей стовпчик (як і в п.4.), знаходимо його масу, що дозволяє розрахувати густину матеріалу фігури ρ_{fig} .

6. Знаючи масу фігури (п.4), її товщину h та густину (п.5), розраховуємо її площу:

$$S_{fig} = \frac{m_{fig}}{\rho_{fig} h}$$

Задача 2.

Оборудование:

Групповое: катушка ниток, ножницы

Индивидуальное:

- металлические кольца - 2,
- динамометр,
- бутылка с водой,
- штатив школьный с муфтой и лапкой,
- миллиметровая бумага.

Задание:

1. Изготовьте из предложенного оборудования устройство для подъема груза с несколькими различными значениями выигрыша в силе.
2. Какой максимальный выигрыш в силе Вам удалось получить?
3. Постройте и объясните график зависимости КПД устройства от выигрыша в силе.

Оскільки вага пляшки з водою більша за межі вимірювання динамометра (4 Н) для її визначення треба підвісити пляшку на нитці, яка складена навпіл та пропущена крізь кільце, що закріплене на пляшці. Вимірюємо вагу пляшки P , піднімаючи та опускаючи пляшку за допомогою динамометра. Піднімати та опускати треба для того, щоб під час вимірювання ваги виключити вплив сили тертя. Отже тоді вага пляшки дорівнює середньому арифметичному двох значень сили, що показує динамометр під час підйому та опускання

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2} = 5 \text{ Н.}$$

Беремо невелику частину нитки та прив'язуємо два кільця до пляшки. Один кінець нитки, що залишилася, прив'язуємо до стержня лапки, а другий пропускаємо крізь одно з кілець. Таким чином ми отримуємо модель рухомого блока. Якщо тепер перекинути вільний кінець нитки через стержень, а потім крізь друге кільце, ми отримуємо модель поліспасти — приладу, що складається з нерухомих та рухомих блоків та слугує для отримання багатократного виграшу в силі. Тягнемо рівномірно за нитку вертикально вгору динамометром, вимірюємо силу F .

Визначаємо виграш у силі

$$n = \frac{P}{F}$$

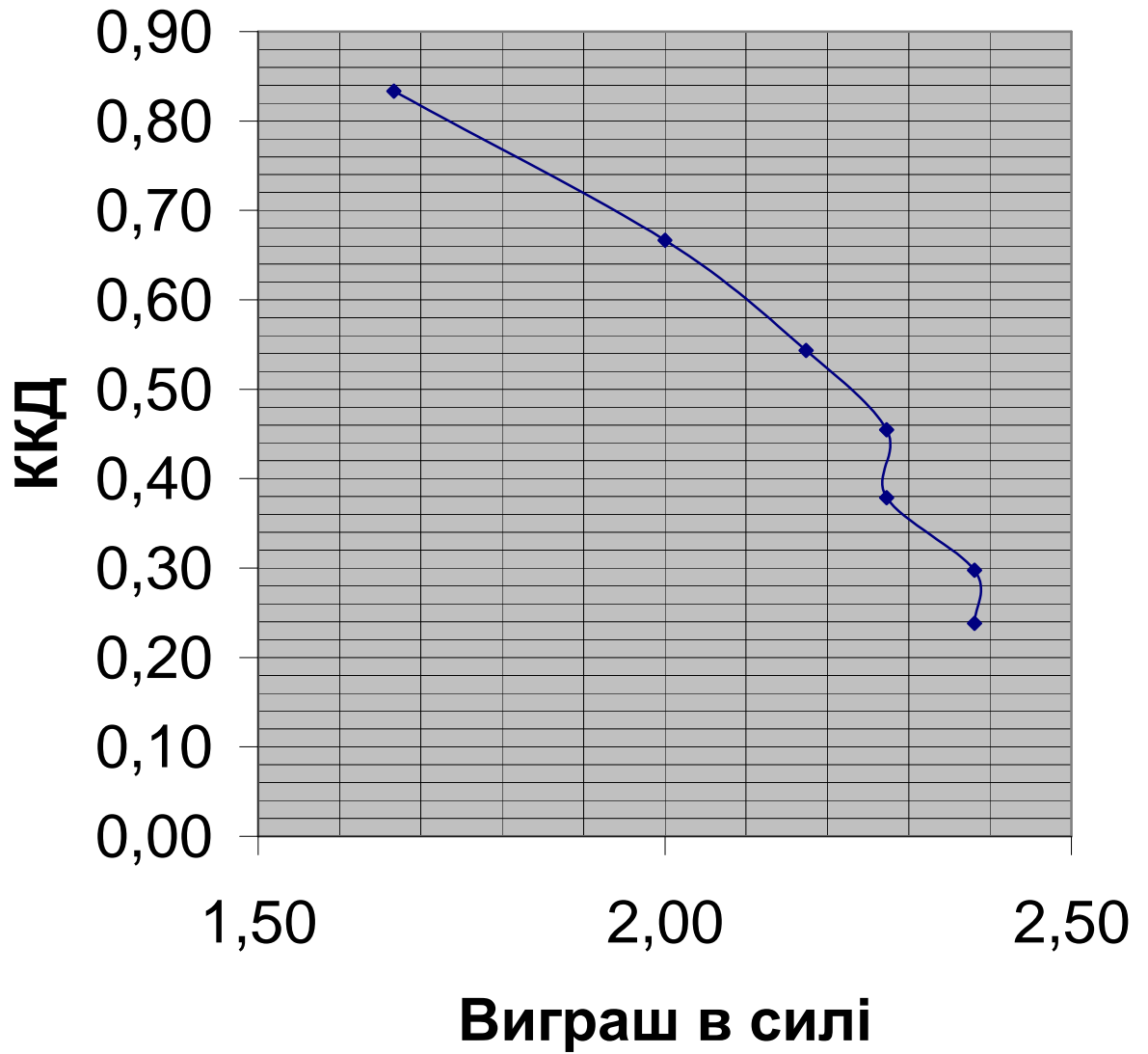
та ККД

$$\eta = \frac{P}{kF},$$

де k — кількість ниток задіяних у моделі поліспада. Повторюємо вимірювання збільшуючи кількість витків нитки, пропущеної крізь кільця, результати заносимо до таблиці. Будуємо графік залежності ККД від виграшу в силі.

З графіку видно, що збільшення числа ниток веде до зменшення ККД нашого поліспада. Це зумовлено зростанням кількості взаємодіючих поверхонь, які труться одна об одну. Водночас зі зростанням кількості ниток, виграш у силі прямує до деякого граничного значення (2,38). Отже, для створення ефективного підйомника доцільно використати поліспаст з 3-5 нитками. За таких умов ККД підйомника буде лежати в межах 0,65 - 0,45, а виграш в силі буде від 2,0 до 2,3.

P, H	5	5	5	5	5	5	5
F, H	3	2,5	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1
k	1,67	2,00	2,17	2,27	2,27	2,38	2,38
n	2	3	4	5	6	8	10
ККД	0,83	0,67	0,54	0,45	0,38	0,30	0,24



9 клас
Експериментальний тур

Задача 1

Оборудование

- ~ источник постоянного напряжения (батарея «Крона»);
- ~ переменный резистор сопротивлением 6,8 кОм;
- ~ вольтметр школьный на 6 В;
- ~ резистор с известным сопротивлением (3,0 кОм);
- ~ резистор с неизвестным сопротивлением;
- ~ соединительные проводники;
- ~ изображение шкалы используемого вольтметра.

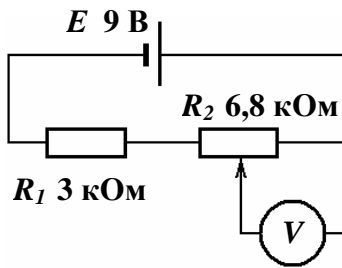
Задания:

1. Пользуясь предложенным оборудованием, определите сопротивление неизвестного резистора.
2. На основе вольтметра изготовьте омметр с прямой шкалой (нуль шкалы слева), позволяющий отсчитывать значение любого измеряемого сопротивления прямо по шкале прибора.
3. Изобразите шкалу омметра, основываясь на изображении шкалы вольтметра. Шкала должна быть достаточно подробной для практического использования.

В отчете представьте:

- ~ теоретическое обоснование выбранной методики со всеми необходимыми рисунками и выводом формулы для градуировки омметра;
- ~ схему измерительной установки, принцип ее действия;
- ~ порядок выполнения измерений, таблицы с промежуточными и окончательными результатами;
- ~ оценку точности полученных результатов.

Нотатки до розв'язку задачі №1 експериментального туру
Електрична схема з'єднання елементів для визначення режимів роботи вольтметра:



1. Вимірюються мінімальна $U_0=0$ В і максимальна $U_1=5,4$ В (5,2 В – пізніше, після часткового розряду батарейки) напруги на потенціометрі R_2 при крайніх положеннях повзунка потенціометра.

2. З рівнянь $E = I \cdot \frac{R_2 \cdot r}{R_2 + r} + I \cdot R_1$ та $E - U_1 = I \cdot R_1$ із двома невідомими I (струм, що протікає в колі) та r визначається внутрішній опір вольтметра $r \approx 6,5$ кОм.

3. Вимірювання вольтметром напруги U_2 при паралельному підключенні до вольтметра додатково невідомого опору R_x дає значення $U_2=3$ В (при цьому опір R_2 встановлений відповідно до максимальної напруги на вольтметрі). Звідси величина (наближене значення) невідомого опору $R_x \approx 2,2$ кОм.

4. Покази вольтметра $U_3=4,25$ В відповідатимуть послідовному з'єднанню R_x з вольтметром (при тому самому положенні повзунка потенціометра). По цій схемі може бути побудована шкала омметра, обернена до шкали вольтметра, оскільки значенню $R_x=0$ відповідає максимальне значення напруги на вольтметрі (може бути встановлено будь-яким в межах від 0 до 6 В зменшенням опору R_1 та регулюванням R_2), а значенню $R_x=\infty$ відповідатиме нульова напруга на вольтметрі.

5. Аналітична залежність напруги вольтметра від додатково підключеного (вимірюваного) опору R_x : $U = \frac{E \cdot r}{r + R_x}$.

6. Шкала омметра будується при послідовному з'єднанні вольтметра з потенціометром і паралельного з невідомим опором (який визначається омметром)) відповідно до формули:

$$U = \frac{6R_x}{2,36 + R_x}.$$

9 клас

Задача 2.

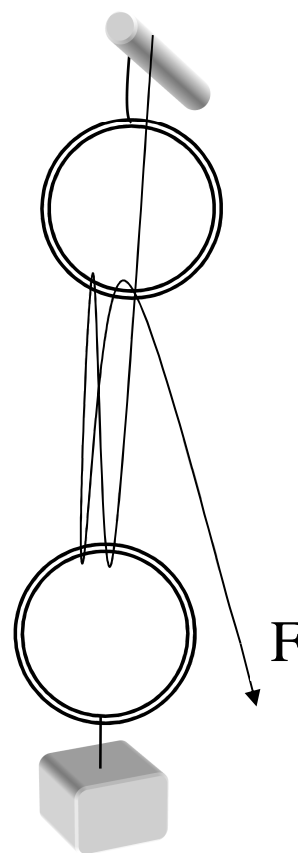
Вказівки до розв'язку

Побудова пристрою повинна враховувати:

- Фіксовану вагу вантажу;
- Декілька різних значень виграшу у силі;
- Незмінність сили при вимірюванні;
- Оптимальність конструкції.

Основа для приладу є виконання «золотого» правила механіки – виграючи у силі ми програємо у відстані. Але обов'язковим є розуміння того, що будь-який пристрій може давати виграш чи програш у силі, але не у роботі. При нехтуванні тертям, можна вважати досягнення майже стовідсоткового коефіцієнту корисної дії. Але реальні системи завжди мають програвати у здійсненні роботи. Причиною цього є втрати енергії на подолання тертя та опір середовища.

Нехай приладом, який ми вирішили побудувати є дещо подібне поліспасти (див. мал.). Тоді виграш у силі повинен бути більшим у стільки разів, у скільки разів більшим буде переміщення кінця нитки порівняно з підйомом тіла. Однак експериментальні результати дають величину значно меншу, оскільки частина роботи йде на подолання тертя. З результатів отриманих при збільшенні кількості перекинутих частин нитки можна зробити висновок, що ККД зменшується, тому, що все більша частина виконаної роботи йде на подолання тертя. Саме ці закономірності повинен продемонструвати побудований графік.



10 клас

Задача 1.

Теоретичні відомості

При зміні температури тіло отримує (віддає) кількість теплоти:

$$Q = cm(t_2 - t_1) \quad (1)$$

де Q – кількість теплоти

c – питома теплоємність, вимірюється у Дж/(кг · К)

m – маса тіла

t_1 – початкова температура

t_2 – кінцева температура

В залежності від співвідношення t_1 і t_2 знак Q може змінюватися. $Q > 0$ відповідає нагріванню, а $Q < 0$ – охолодженню.

Оскільки у формулі (1) завжди присутня різниця температур, то можна використовувати градуси як Цельсія, так і Кельвіна.

Для тіл, виготовлених з різних матеріалів (термометр), або невідомих речовин (калориметр), для яких питома теплоємність не визначена, зручно використовувати теплоємність самого тіла, яка вимірюється у Дж/К.

У такому випадку, кількість теплоти дорівнює:

$$Q = C(t_2 - t_1)$$

де C – теплоємність тіла, вимірюється у Дж/К,

інші величини аналогічні формулі (1).

За фізичним змістом, C чисельно дорівнює кількості теплоти, потрібній для зміни температури всього тіла на 1 градус.

При кристалізації (твердінні) розплавленої речовини (в нашому випадку - металу) виділяється теплота, кількість якої дорівнює:

$$Q = \lambda m,$$

де Q – кількість теплоти

m – маса

λ – питома теплота плавлення даної речовини.

Масу води зручно визначати по її об'єму, за допомогою шприца, враховуючи відому густину води 1000 кг/м³. 1 см³ відповідає 1 г.

Для визначення маси дроту використовуємо саморобні ваги, виготовлені з лінійки і круглого олівця. Дріт, зігнутий у формі літери П, підвішуємо на лінійку по один бік від олівця, а монету – кладемо по інший.

В залежності від співвідношення мас дроту і монети, зручно більш легкий предмет розмістити біля самого кінця лінійки, а більш важкий перемістити ближче до точки обертання. При цьому, центр мас самої лінійки, визначений попередньо, залишається на олівці і масу і вагу лінійки можна не враховувати.

Знаючи масу монети m_m і відстані від центру мас монети x_m і від точки підвішування дроту x_d , до точки обертання лінійки, визначаємо масу дроту:

$$M_d = m \frac{x_m}{x_d}$$

Якщо поділити масу усього дроту M_d на його довжину L , отримаємо погонну густину дроту τ :

$$\tau = \frac{M_d}{L}$$

По нашим даним, получили $\tau = 0,22$ г/см.

Надалі, масу частин дроту m_d можна визначати по їх довжині l :

$$m_d = \tau l.$$

1. Спочатку зробимо калориметр і визначимо його теплоємність.

У пластиковий одноразовий стакан відміряємо гарячу воду, приблизительно около 100 мл. Вимірюємо її температуру. Для прикладу, 50°C . Кімнатна температура 20°C . Пластиковий калориметр повністю занурюємо у пластиковий стакан з гарячею водою. Через невеликий проміжок часу вимірюємо температуру води.

Складаємо рівняння теплового балансу:

$$Q_v + Q_k + Q_{\text{терм}} = 0.$$

Где Q_v – кількість теплоти, яка виділяється при охолодженні гарячої води, Q_k – кількість теплоти, яку отримує пластиковий калориметр, $Q_{\text{терм}}$ – кількість теплоти, яку віддає термометр.

Питома теплоємність:

$$c_k = \frac{(c_k m_v + C) \Delta t_1}{m_k \Delta t_2}$$

По нашим даним, $c_k = 2070 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

При масі калориметра 15.5 г теплоємність $C_k = 32 \text{ Дж}/\text{К}$.

2. Знаходимо питому теплоємність сплаву дроту.

Увесь дріт, маса якого M_d вже визначена, згортаємо у спіраль і поміщаємо у калориметр.

Пластикову посудину вставимо у одноразовий пластиковий стаканчик, на дно якого, попередньо, укладаємо згорнуту у кілька разів серветку, для кращої теплоізоляції дна. Стінки теплоізолюються повітряним зазором.

У калориметр наллємо певну масу холодної води m_1 . Масу води відміряємо по її об'єму, за допомогою шприца, враховуючи відому густину води $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$. Температуру холодної води t_1 вимірюємо термометром.

Вимірюємо температуру гарячої води t_2 безпосередньо у чайнику, або відливаючи достатньо велику її кількість (щоб швидко не охолонула) у допоміжний стакан. Термометр після вимірювання занурюємо у холодну воду в ємності, з якої брали холодну воду (не в калориметрі).

Доливаємо у калориметр гарячу воду, відомої температури, у кількості, приблизно однаковій з кількістю холодної води. Вставляємо термометр, охолоджений до температури холодної води t_1 . Спостерігаємо за показами термометра і визначаємо температуру суміші θ .

Можна використовувати гарячий термометр, який буде не нагріватися, а охолоджуватися до температури суміші, але тоді буде потрібно внести деякі зміни у рівняння теплового балансу.

За допомогою шприца, вимірюємо загальний об'єм води у калориметрі і визначаємо об'єм і масу m_2 долитої гарячої води.

Але тепер, у рівняння теплового балансу увійде і кількість теплоти, отримана дротом:

$$Q_d = c_d m_d (\theta - t_1).$$

Рівняння теплового балансу:

$$Q_1 + Q_k - Q_d + Q_t + Q_2 = 0$$

$$\text{або } c m_2 (\theta - t_2) + c m_1 (\theta - t_1) + C_k (\theta - t_1) - c_d m_d (\theta - t_1) + C_t (\theta - t_1) = 0.$$

Знаходимо c_d :

$$c_d = \frac{c m_2 (\theta - t_2) + c m_1 (\theta - t_1) + C_t (\theta - t_1) + C_k (\theta - t_1)}{(\theta - t_1) m_d}$$

За нашими даними, $c_d = 180 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

3. Знаходимо питому теплоту плавлення сплаву дроту.

У калориметр наливаємо певну кількість m_1 води.

Дріт складаємо у 8 разів (або 6), злегка скручуємо і затискаємо верхній кінець цієї скрутки у лапку штатива. Під дротом ставимо калориметр. Сірниками нагріваємо дріт. Краплі металу падають у воду і віддають їй свою теплоту.

Ця, остання, теплота має дві складових:

$Q_{d1} = m_m \lambda$ виділяється при твердінні розплаву

$Q_{d2} = c_d m_m (\theta - t_{пл})$ виділяється при остиганні розплаву від температури плавлення, до температури суміші.

Розплавивши дріт майже до кінця, вимірюємо температуру "суміші" θ .

Визначивши сумарну довжину залишків дроту $l_{зал}$, і знаючи його початкову масу M_d , визначаємо масу розплавленого металу, що попав у калориметр.

$$m_m = M_d - \tau l_{зал}.$$

Рівняння теплового балансу:

$$Q_1 + Q_k + Q_t - Q_{d1} + Q_{d2} = 0$$

або:

$$cm_1(\theta - t_1) + C_k(\theta - t_1) + C_t(\theta - t_1) - m_m \lambda + c_d m_d(\theta - t_{пл}).$$

Знаходимо λ :

$$\lambda = \frac{cm_1(\theta - t_1) + C_k(\theta - t_1) + C_t(\theta - t_1) + c_d m_d(\theta - t_{пл})}{m_m}.$$

$$\lambda = 53 \text{ кДж/кг.}$$

Аналіз точності результатів.

Основним джерелом похибок у даній роботі є теплові вимірювання.

На результати впливають неконтрольовані витрати тепла у оточуюче середовище. Саморобний калориметр, навіть із додатковою ізоляцією, є далеко не ідеальним.

Суттєвий внесок у похибку роблять і самі вимірювання температури. Ціна поділки термометра становить 1 градус. При зміні температури від t_1 до θ на 10 градусів, два вимірювання з абсолютною похибкою 0,5 градуси вже дають відносну похибку 10 %. Ще приблизно стільки же вносить і друга температура.

Вимірювання маси води шляхом визначення її об'єму, пов'язане з точністю шкали шприца. Ціна поділки 0,1 см³, при масі води 30 г, дає відносну похибку близько 1,5 %, що порівняно небагато.

Маса дроту, визначена саморобними вагами, має похибки за рахунок неточності вимірювання плечей важеля. При довжині плеча 10 см і ціні поділки 0,1 см, відносна похибка не перевищує 1 % на плече, а загалом 2 %, що теж припустимо.

Тому, точність двох перших вимірювань теплоємностей калориметра і дроту можна оцінити у 20 %, в основному, за рахунок похибок термометра.

Значно гірша картина у випадку вимірювання питомої теплоти плавлення. Вода має аномально велику у порівнянні з іншими речовинами теплоємність. Мала маса розплавленого металу, 3-4 г, не здатна значно підвищити температуру води у калориметрі. З іншого боку, води у калориметрі повинно бути достатньо багато для того, щоб занурити у неї термометр, і запобігти попаданню розплавлених крапель металу на пластмасові стінки. В результаті, зміна температури води після кристалізації і охолодження металу не перевищує 2-3 градусів, що одразу дає відносну похибку 30-50 %, що дуже багато.

Експериментальна задача № 2 (10кл)

Задача складається із двох основних етапів:

1. Визначення геометричних розмірів стрічки скотча: товщини h і довжини l_0 .
2. Визначення сили і роботи по розмотуванню стрічки, а також питомої поверхневої енергії адгезії.

1. Визначити геометричні розміри можна декількома способами. Наприклад, не розмотуючи цілий скотч, виміряти лінійкою зовнішній d_2 та внутрішній d_1 діаметри рулону і зміну зовнішнього діаметру d'_2 при розмотуванні декількох десятків витків N скотчу. Товщина скотчу:

$$h = \frac{d_2 - d'_2}{2N} \approx 4 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 0,04 \text{ мм}.$$

Похибка вимірювання товщини стрічки буде значною через невелику різницю діаметрів d'_2 і d_2 .

Довжину скотчу можна визначити, використовуючи значення вже відомих діаметрів:

$$l_0 = \pi \frac{d_2^2 - d_1^2}{4h} \approx 20,17 \text{ м}.$$

Цей спосіб, хоч і не потребує додаткових вимірювань, але має значну похибку, пов'язану із похибкою вимірювань h .

Також можна визначити l_0 використовуючи співвідношення маси відмотаного скотчу m відомої довжини l і маси нерозмотаного скотчу m_0 (без маси шпулі). Ці маси визначаємо, використовуючи важільні терези із лінійки та монет (правило моментів):

$$l_0 = \frac{m_0}{m} l \approx 19,94 \text{ м}.$$

Похибка цього методу:

$$\varepsilon(l_0) \approx 7\%.$$

2. Для вимірювання сили F складаємо установку, подібну до тої, що зображено на рисунку 1.

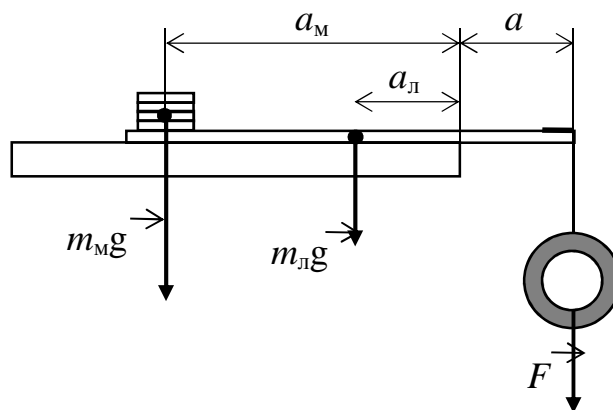


Рис.1

Проводимо вимірювання і данні заносимо до таблиці

№	a_m , м	a_l , м	a , м	F , Н
1
..

Силу розраховуємо за формулою:

$$F = \frac{m_l a_l + m_m a_m}{a} g \approx 1,68 H,$$

де m_m – маса монет; m_l – маса лінійки (її можна знайти за допомогою монет та правила моментів).

За визначеними силою F та довжиною l_0 визначаємо роботу по розмотуванню рулону:

$$A = F \cdot l_0 \approx 33,6 \text{ Дж},$$

а також питому поверхневу енергію адгезії:

$$\omega = \frac{A}{S} = \frac{F \cdot l}{l \cdot b} = \frac{F}{b} \approx 93,3 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2},$$

де $b = 18 \text{ мм}$ – ширина скотчу.

Оцінюємо точність отриманих результатів:

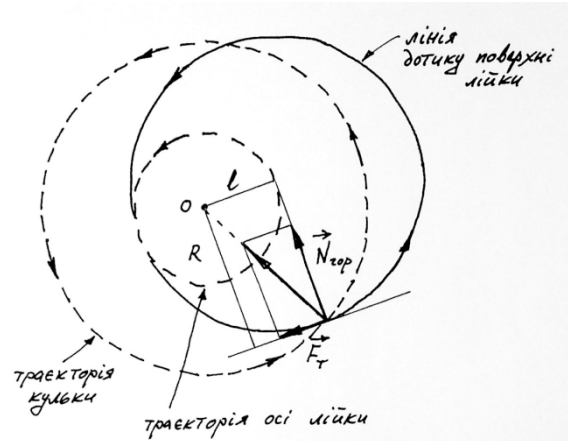
$$\varepsilon(F) \approx 6\%,$$

$$\varepsilon(A) \approx 13\%,$$

$$\varepsilon(\omega) \approx 6\%.$$

11 кл. Задача №1 експериментального туру.

Для того, щоб досягти стійкого руху кульки по коловій траєкторії, обертаємо вертикальну вісь лійки вздовж невеликого кола радіусом l (див. вигляд згори на схем. рис.1). Кулька всередині лійки рухатиметься з тією ж частотою вздовж вказаної на рис.1 колової траєкторії. На вертикальній проекції (рис.2) зображені сили, що діють на кульку.



Знаходимо

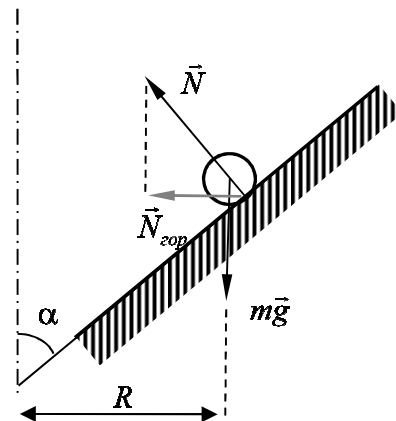
$$N = \frac{mg}{\sin \alpha}, \quad N_{zop} = \frac{mg}{\tan \alpha}.$$

За умовою $F_m = \frac{k}{r} N$, де r - радіус кульки. Отже, $F_m / N_{zop} = k / (r \cos \alpha)$. Моменти сили тертя та горизонтальної складової сили реакції опори відносно вертикальної осі, що проходить через центр колової траєкторії кульки компенсують один одного (рис.1.). Звідси маємо

$$F_m R = N_{zop} l.$$

Враховуючи $F_m / N_{zop} = k / (r \cos \alpha)$, отримуємо

$$\text{остаточну формулу: } k = \frac{lr \cos \alpha}{R}.$$



Обертаємо вісь лійки вздовж кола радіусом l (l знаходимо за слідом закріпленого на ніжці лійки олівця) таким чином, щоб кулька рухалась на однаковій висоті, що відповідає радіусу R). Визначивши також радіус кульки r , а також кут розходження лійки ($\alpha \approx 45^\circ$), обчислюємо коефіцієнт тертя кочення. Проводимо декілька вимірювань для різних радіусів, знаходимо середнє значення коефіцієнту тертя та похибки.

Розв'язання задачі №2 експериментального туру 11 клас

Умова задачі

Обладнання (групове): ножиці, рулон скотчу.

Обладнання (індивідуальне) : джерело струму з припаяними провідниками, шкільний амперметр, провідник з'єднувальний з припаяною голкою, відрізок манганінового дроту (опір одного метра дроту 8 Ом), лінійка, міліметровий папір.

Завдання

1. Отримайте експериментальну залежність потужності, що виділяється на зовнішній частині кола, від її опору.
2. Дослідіть залежність ККД джерела від опору зовнішньої частини кола.
3. Порівняйте результати досліджень з теоретичними розрахунками. Поясніть причину суттєвих відмінностей експериментальних результатів від теоретичних розрахунків.
4. Знайдіть опір еталонного резистора (видається по вашому запиту)

Розв'язання задачі.

Теоретичну залежність $P = f(R)$, де R – опір зовнішньої частини кола, а r – внутрішній опір, легко отримати:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad (1)$$

$$P = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{(R + r)^2} R \quad (2)$$

Дослідивши функцію на екстремум, побачимо, що максимальне значення потужності досягається при умові $R = r$. Побудуємо відповідну теоретичну криву за формулою (2) з екстремумом в заданій точці. Знайти \mathcal{E} та r можна дуже легко, підключивши амперметр безпосередньо до клем джерела. Боятися вивести з ладу амперметр тут не слід, внутрішній опір джерела достатньо великий!

Для побудови експериментальної залежності слід зібрати схему

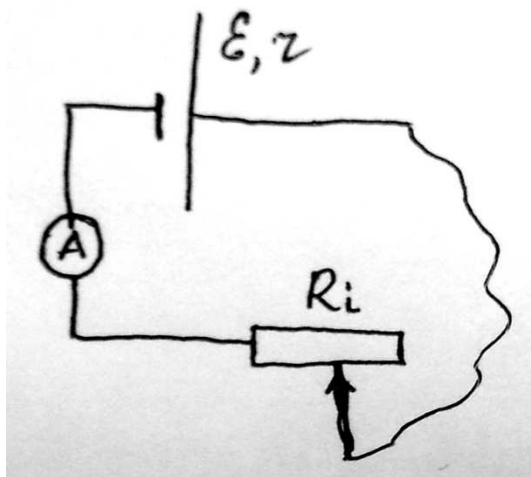


Рис 1

Резистор змінного опору можна виготовити, натягнувши вздовж лінійки відрізок манганінового дроту з відомим опором одиниці довжини. Кінці дроту можна закріпити скотчем, а провідник з голкою використати у якості рухомого контакту. Неважко зрозуміти, що таким чином ми можемо задавати R , і вимірювати відповідний йому струм I .

На основі отриманих результатів легко побудувати експериментальну залежність.

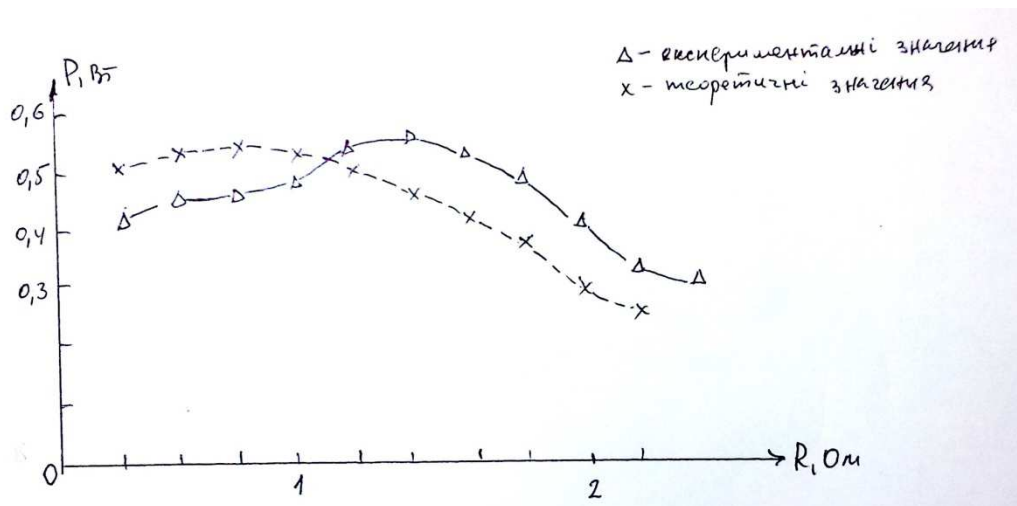
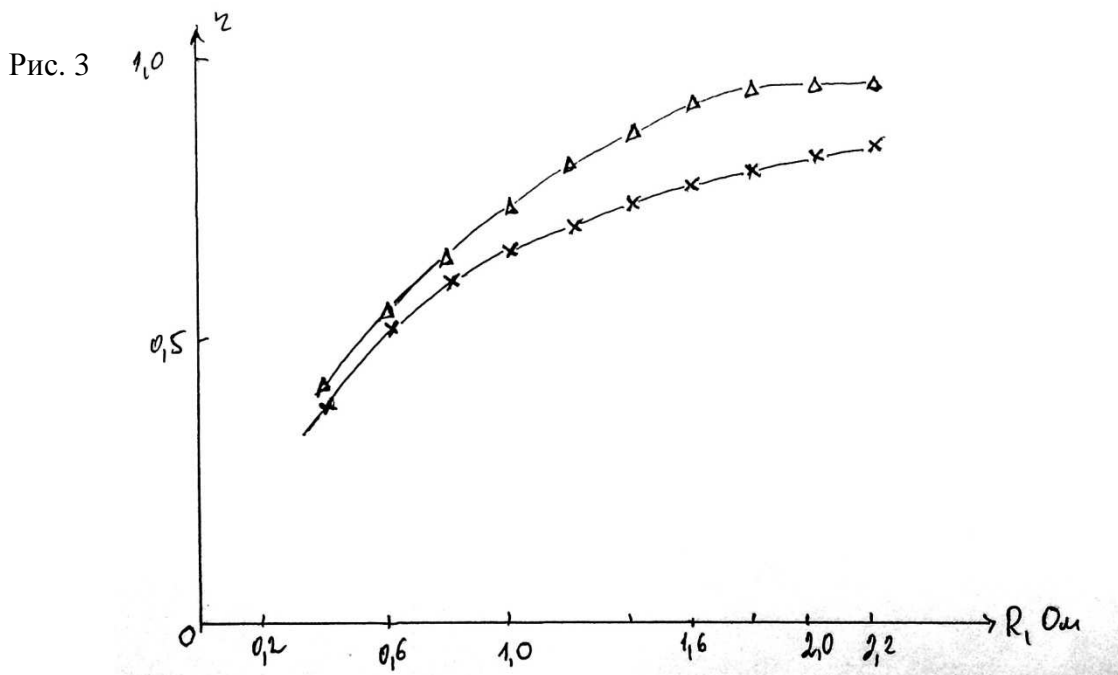


Рис. 2

На рис. 2 зображено можливий вигляд обох кривих. Видно, що максимум потужності в експериментальній кривій «припадає» на більший зовнішній опір. Пояснити це можна лише суттєвим зростанням внутрішнього опору джерела в процесі вимірювання

Коефіцієнт корисної дії $\eta = \frac{R}{R+r}$ можна розрахувати як теоретично, так і за даними вимірювань, відобразивши графічно експериментальні і теоретичні залежності.



Неспівпадіння теоретичної та експериментальної кривих мають те ж пояснення, що і у попередньому випадку.

Для довідки. В нашому випадку внутрішній опір був свідомо збільшеним (до батарейки послідовно приєднаний провідник, все це приховано від дослідника), і мав значення порядку 0,5 Ом.