Розв'язки завдань ІІІ етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики.
Рівне – 2020.
Експериментальний тур

8 клас

1. Коли свічку накривають скляною трубкою, доступ кисню погіршується і полум'я зменшується. Паперова перегородка ділить трубку на дві частини і по одній з них вгору переміщуються теплі струмені з продуктами горіння, а по іншій опускаються холодні з киснем. Полум'я знову збільшується.

2. Під час різкого вибивання підставки час взаємодії мізерний, тому невелика сила тертя, діюча на кульку, не може надати горизонтальної швидкості для кульки. Кулька за інерцією зберігає стан спокою і залишається на підставці за властивістю інертності.

3. Щоб визначити густину речовини гайки потрібно виміряти об'єм V та масу m гайок.

У шприці знаходиться дві гайки. Щоб виміряти їх об'єм набирають у шприц воду, щоб вона покрила гайки. Об'єм гайок і води V_1. У порожній стаканчик виливають воду з шприца і набирають її у порожній шприц. Вимірюють об'єм води V_2. Тоді об'єм двох гайок $V = V_1 - V_2$.

Для вимірювання маси гайок з лінійки виготовляють важіль, зачепивши нитку за середину лінійки. До одного кінця підвішують шприц з гайками, а до іншого порожній шприц і, набираючи в нього воду, зрівноважують важіль. Тоді маса набраної води дорівнює масі гайок m. Знаємо, що об'єму води 1 мл відповідає маса води 1 г. Отже густина $\rho = \frac{m}{V}$.

$\rho \approx 8$ г/см^3.

4. Динамометр тримають вертикально і помічають початкове положення вказівника пружини. До динамометра підвішують тягарець вагою P = 1 Н і помічають кінцеве положення вказівника. Лінійкою вимірюють відстань, на яку видовжилася пружина Δx. Тоді жорсткість пружини $k = \frac{P}{\Delta x}$. Для шкільного динамометра $k \approx 40$ Н/м.

Перевертають динамометр і тримають вертикально за гачок пружини. Пружина знову розтягується, але вже під вагою динамометра P_1. Лінійкою вимірюють видовження пружини Δx_1. Тоді вага динамометра $P_1 = k \cdot \Delta x_1$. (Можна збільшити точність, зачепивши до корпусу динамометра тягарець вагою P = 1 Н і виміряти видовження пружини Δx_2. Тоді $P + P_1 = k \cdot \Delta x_2$. Звідси знаходять вагу динамометра P_1). $P_1 \approx 0{,}2$ Н.

9 клас

1. Коли свічку накривають скляною трубкою, доступ кисню погіршується і полум'я зменшується. Паперова перегородка ділить трубку на дві частини і по одній з них вгору переміщуються теплі струмені з продуктами горіння, а по іншій опускаються холодні з киснем. Полум'я знову збільшується.

2. Електричний дзвінок складається з електромагніту, якоря з бойком і чашки. При натисненні на кнопку замикається коло живлення електромагніту, якір притягується і своїм бойком б'є по чашці дзвінка. Притягуючись, якір розмикає контакти в колі живлення електромагніту і під дією пружини повертається у вихідне положення, повторюючи описані дії.

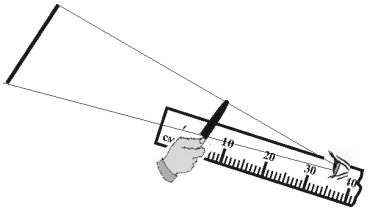
3. Щоб визначити густину речовини гвинта потрібно виміряти об'єм V та масу m гвинта.

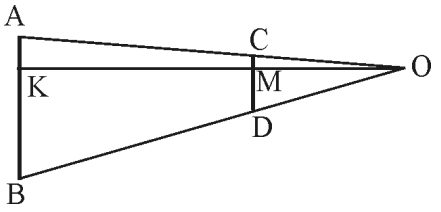
Щоб виміряти об'єм гвинта набирають у шприц воду, щоб вона покрила гвинт. Цей процес здійснюють так: набрати порцію води, потім перевернувши шприц і випустивши повітря, знову набрати порцію води. Об'єм гвинта і води V_1. У порожній стаканчик виливають воду з шприца також порціями і набирають її у порожній шприц. Вимірюють об'єм води V_2. Тоді об'єм гвинта $V = V_1 - V_2$.

Для вимірювання маси гвинта з лінійки виготовляють важіль, зачепивши нитку за середину лінійки. До одного кінця підвішують шприц з гвинтом, а до іншого порожній шприц і, набираючи в нього воду, зрівноважують важіль. Тоді маса набраної води дорівнює масі гвинта m. Знаємо, що об'єму води 1 мл відповідає маса води 1 г. Отже густина $\rho = \frac{m}{V}$.

$\rho \approx 8$ г/см^3.

4. 1 спосіб. Взявши в руку олівець горизонтально, дивимось на нього одним оком. Наближаючи (віддаляючи) його від ока та корегуючи його довжину (закривши частину пальцем), добиваються щоб олівець (частина олівця) точно закривав лінію, намальовану на дошці. Вимірюють відстань від олівця до ока l =OM та довжину частини олівця d =CD. Знаючи довжину лінії на дошці D =AB із подібних трикутників OAB і OCD можна записати $\frac{AB}{CD} = \frac{OK}{OM}$. Звідси шукана відстань $OK = \frac{AB \cdot OM}{CD} = \frac{D \cdot l}{d}$.

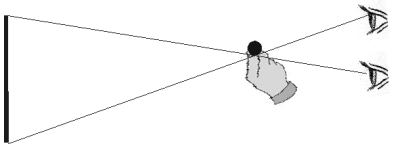


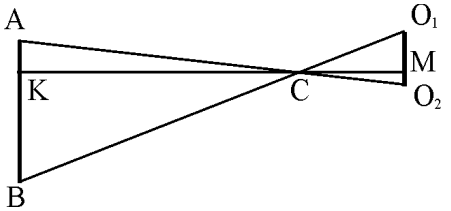


2 спосіб

За допомогою дзеркала і лінійки вимірюють відстань між очима $d = O_1O_2$. Дивляться на лівий або правий край вертикального олівця по черзі кожним оком. Переміщуючи олівець добиваються, щоб при спостереженні лівим оком вибраний край олівця закривав правий кінець намальованої лінії, а при спостереженні правим оком – закривав лівий край цієї лінії. Лінійкою вимірюють відстань до олівця l = CM. Знаючи довжину лінії на дошці D =AB, з подібних







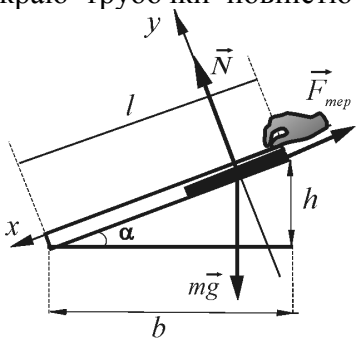
трикутників ABC і O_2O_1C можна записати $\frac{AB}{CK}=\frac{O_2O_1}{CM}$. Звідси $CK=\frac{AB\cdot CM}{O_2O_1}=\frac{D\cdot l}{d}$. Тоді шукана відстань *KM=CK+CM*.

10 клас

1. Електричний дзвінок складається з електромагніту, якоря з бойком і чашки. При натисненні на кнопку замикається коло живлення електромагніту, якір притягується і своїм бойком б'є по чашці дзвінка. Притягуючись, якір розмикає контакти в колі живлення електромагніту і під дією пружини повертається у вихідне положення, повторюючи описані дії.

2. Сила тиску з боку лінійки на пальці змінюється під час руху, а отже і змінюється сила тертя між пальцями і лінійкою. Якщо один палець розміститься ближче до центра, то сила тиску на нього стає більшою, ніж на інший палець, а отже між ним і лінійкою більша сила тертя. В цей момент починає переміщуватися інший палець, до тих пір поки сила тиску на нього, а отже сила тертя між ним і лінійкою не стане більшою за силу тиску на перший палець і процесс повториться.

3. Вставляють стержень в трубочку, щоб він перебував на краю трубочки повністю всередині неї і, піднімаючи цей кінець трубочки фіксують висоту, за якої стержень почне ковзати всередині трубочки. Виконують дослід кілька разів і визначають середнє значення висоти *h*.

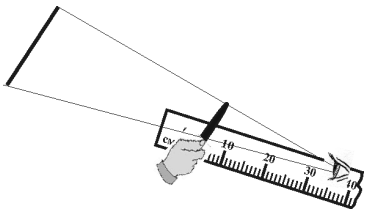


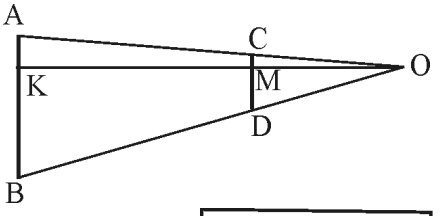
Умова рівноваги стержня на вісь *Ox*, паралельну трубочці:
$mg\cdot\sin\alpha-F_{тер}=0$.

Умова рівноваги стержня на вісь *Oy*, перпендикулярну трубочці:
$N-mg\cdot\cos\alpha=0$.

Оскільки $F_{тер}=\mu N$, то $mg\cdot\sin\alpha=\mu mg\cos\alpha$. Звідси $\mu=\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}=\operatorname{tg}\alpha$. З прямокутного трикутника $\operatorname{tg}\alpha=\frac{h}{b}=\frac{h}{\sqrt{l^2-h^2}}$, де *l* – довжина трубочки, яку вимірюють лінійкою. *l* ≈ 15,6 см, *h* ≈ 5,6 см. μ = tg α ≈ 0,4.

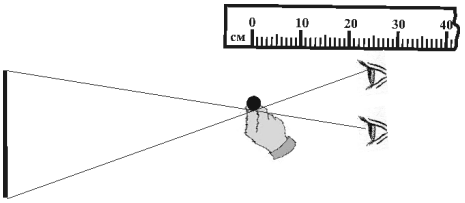
4. 1 спосіб. Взявши в руку олівець горизонтально, дивимось на нього одним оком. Наближаючи (віддаляючи) його від ока та корегуючи його довжину (закривши частину пальцем), добиваються щоб олівець (частина олівця) точно закривав лінію, намальовану на дошці. Вимірюють відстань від олівця до ока *l* =OM та довжину частини олівця *d* =CD. Знаючи довжину лінії на дошці *D* =AB із подібних трикутників OAB і OCD можна записати $\frac{AB}{CD}=\frac{OK}{OM}$. Звідси шукана відстань $OK=\frac{AB\cdot OM}{CD}=\frac{D\cdot l}{d}$.

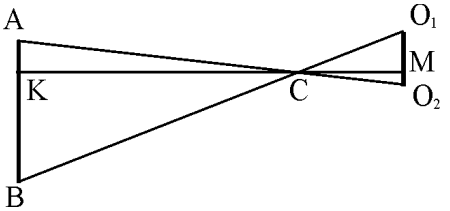




2 спосіб

За допомогою дзеркала і лінійки вимірюють відстань між очима *d* = O_1O_2. Дивляться на лівий або правий край вертикального олівця по черзі кожним оком. Переміщуючи олівець добиваються, щоб при спостереженні лівим оком вибраний край олівця закривав правий кінець намальованої лінії, а при спостереженні правим оком – закривав лівий край цієї лінії. Лінійкою вимірюють відстань до олівця *l* = CM. Знаючи довжину лінії на дошці *D* =AB, з подібних





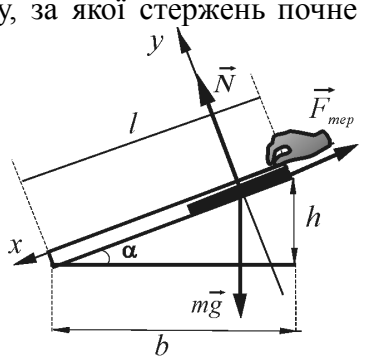
трикутників АВС і O_2O_1C можна записати $\frac{AB}{CK}=\frac{O_2O_1}{CM}$. Звідси $CK=\frac{AB\cdot CM}{O_2O_1}=\frac{D\cdot l}{d}$. Тоді шукана відстань *KM=CK+CM*.

11 клас

1. Сила тиску з боку лінійки на пальці змінюється під час руху, а отже і змінюється сила тертя між пальцями і лінійкою. Якщо один палець розміститься ближче до центра, то сила тиску на нього стає більшою, ніж на інший палець, а отже між ним і лінійкою більша сила тертя. В цей момент починає переміщуватися інший палець, до тих пір поки сила тиску на нього, а отже сила тертя між ним і лінійкою не стане більшою за силу тиску на перший палець і процесс повториться.

2. У лампи меншої потужності опір більший, а отже згідно закону Джоуля-Ленца при однаковій силі струму в ній буде виділятися в стільки разів більша кількість теплоти, в скільки разів її опір більший. Оскільки при послідовному з'єднанні сила струму однакова, то лампа меншої потужності горить яскравіше.

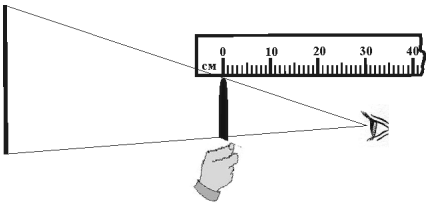
3. Вставляють стержень в трубочку, щоб він перебував на краю трубочки повністю всередині неї і, піднімаючи цей кінець трубочки фіксують висоту, за якої стержень почне ковзати всередині трубочки. Виконують дослід кілька разів і визначають середнє значення висоти *h*. Умова рівноваги стержня на вісь Ox, паралельну трубочці: $mg\cdot\sin\alpha-F_{тер}=0$.



Умова рівноваги стержня на вісь Oy, перпендикулярну трубочці: $N-mg\cdot\cos\alpha=0$.

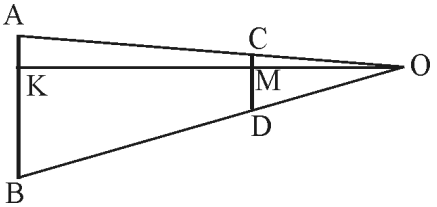
Оскільки $F_{тер}=\mu N$, то $mg\cdot\sin\alpha=\mu mg\cos\alpha$. Звідси $\mu=\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}=\operatorname{tg}\alpha$. З прямокутного трикутника $\operatorname{tg}\alpha=\frac{h}{b}=\frac{h}{\sqrt{l^2-h^2}}$, де *l* – довжина трубочки, яку вимірюють лінійкою. *l* ≈ 15,6 см, *h* ≈ 5,6 см. μ = tg α ≈ 0,4.

2. Вимірюють температуру повітря в кімнаті t_c. Змочивши смужку серветки водою, обгортають резервуар термометра. Коливним рухом аркуша паперу утворюють конвекційні потоки повітря біля термометра і визначають температуру вологого термометра $t_в$, коли його покази перестануть змінюватися. Використовуючи психрометричну таблицю визначають відносну вологість повітря ϕ. Скориставшись таблицею залежності тиску і густини насиченої пари від температури, визначають тиск насиченої пари $p_н$ при температурі, яка відповідає показам сухого термометра. За формулою $\varphi=\frac{p}{p_н}\cdot 100\%$ визначають тиск водяної пари *p*. Маса пари в класі $m=\rho\cdot V$, де *V* – об'єм класу. $V=a\cdot b\cdot h$, де *a* – довжина класу, *b* – ширина класу, *h* – висота класу, яка відома.



Взявши в руку олівець вертикально, дивимось на нього одним оком. Наближаючи (віддаляючи) його від ока та корегуючи його довжину (закривши частину пальцем), добиваються щоб олівець (частина олівця) точно закривав висоту передньої стіни. Вимірюють відстань від олівця до ока *l* =OM та довжину частини олівця *d* =CD. Знаючи висоту стіни *h* =AB із подібних трикутників OAB і OCD можна записати $\frac{AB}{CD}=\frac{OK}{OM}$. Звідси шукана відстань $s=OK=\frac{AB\cdot OM}{CD}=\frac{D\cdot l}{d}$.

Повернувшись до задньої стіни, аналогічно знаходять відстань до неї *c*. Тоді довжина класу *a=s+c*.



Тепер, знаючи відстань до передньої чи задньої стіни можна знайти її ширину *b*. Роблять аналогічні дії, розміщуючи олівець горизонтально і закриваючи повністю ширину стіни. Вимірюють відстань від олівця до ока l_1 =OM та довжину частини олівця d_1 =CD. Знаючи відстань до стіни *s* =OK із подібних трикутників OAB і OCD можна записати $\frac{AB}{CD} = \frac{OK}{OM}$.

Звідси шукана ширина $b = AB = \frac{CD \cdot OK}{OM} = \frac{d_1 \cdot s}{l_1}$.