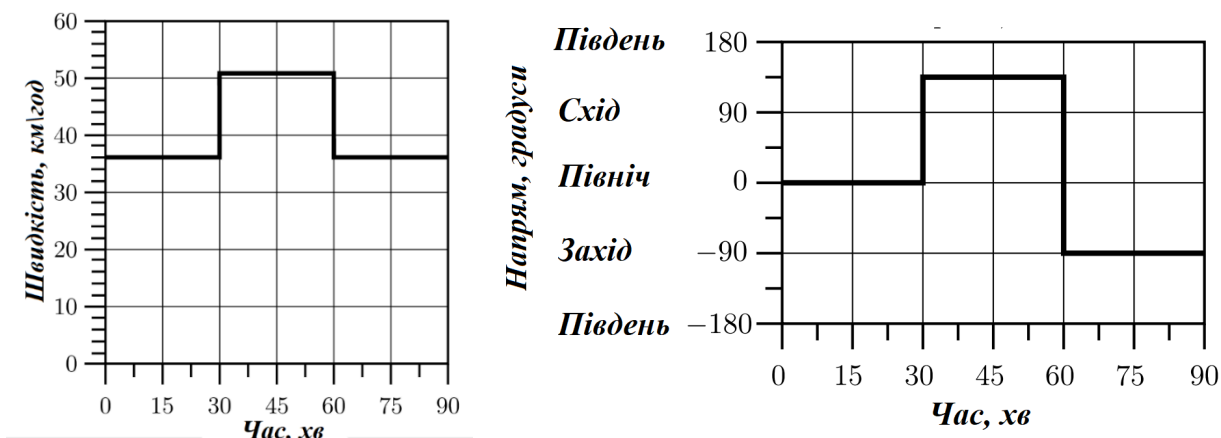


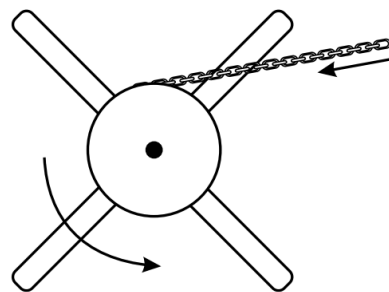
Завдання III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

8 Клас

1. На всюдиході встановлений курсограф — самописець, який записує залежність від часу миттєвої швидкості (верхній графік) і напрямку руху цього всюдихода (нижній графік). На малюнку показані такі записи деякого маршруту, пройденого всюдиходом. Визначте з точністю до кілометра, де (щодо початку шляху) всюдихід опинився наприкінці маршруту.



2. На старовинних кораблях для підйому якоря використовувався кабестан - що являє собою циліндричну колоду, до якої прикріплені однакові довгі ручки (див. рисунок). Матроси, що відповідали за підйом якоря (якірна команда), прикладали силу на кінці ручок, внаслідок чого механізм обертався, і якірний ланцюг намотувався на колоду.



Капітан, збираючись у далеке плавання, наказав збільшити масу якоря, після чого з'ясувалося, що колишня якірна команда піднімає новий якір тільки до поверхні води. Щоб виправити ситуацію, капітан розпорядився збільшити довжини ручок пристрою. Не враховуючи тертя і масу ланцюга, знайдіть, у скільки разів потрібно подовжити ручки кабестану, щоб колишня якірна команда змогла підняти новий якір на палубу корабля. Густини води та матеріалу якоря 1 г/см^3 та 8 г/см^3 відповідно.

3. Дві однакові сполучені посудини наповнені водою і встановлені на горизонтальній поверхні стола. В одну із посудин поміщають вантаж масою 100 г і об'ємом 120 см^3 . На скільки після цього відрізняться сили тиску обидвох посудин на стіл? Масою гнучкої сполучної трубки з рідиною можна знехтувати.

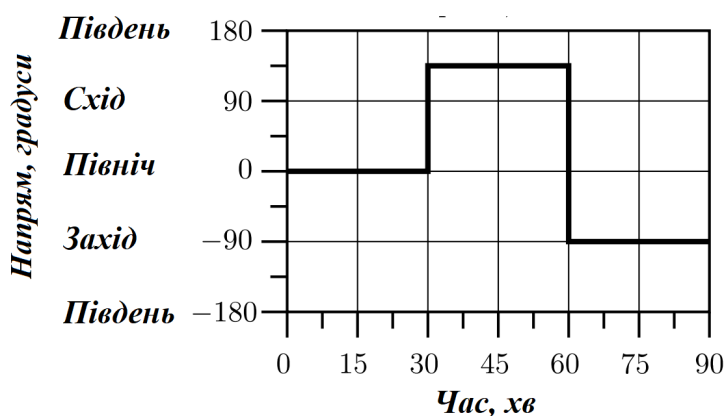
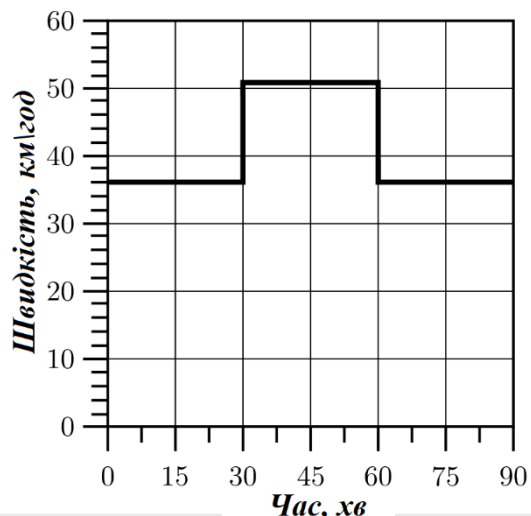
4. До калориметра, де перебуває 200 г води за 20°C , поклали шматок льоду масою 80 г за -10°C . Яка температура встановиться в калориметрі після завершення теплообміну? Тепловими втратами знехтуйте

5. Як за допомогою барометра-анероїда та лінійки визначити силу тиску атмосферного повітря на поверхню парти?

Завдання III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

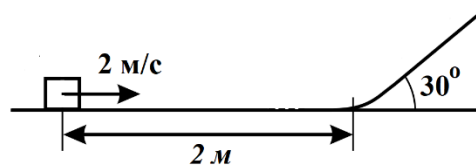
9 Клас

1. На всюдиході встановлений курсограф — самописець, який записує залежність від часу миттєвої швидкості (верхній графік) і напрямку руху цього всюдихода (нижній графік). На малюнку показані такі записи деякого маршруту, пройденого всюдиходом. Визначте з точністю до кілометра, де (щодо початку шляху) всюдихід опинився наприкінці маршруту.



2. М'яч, кинутий вертикально вгору, за першу секунду польоту проходить шлях 10 м. Який шлях пройде камінь за другу секунду польоту? Прискорення вільного падіння дорівнює $g = 10 \text{ м/с}^2$. Опір повітря не враховувати.

3. На горизонтальній площині, що плавно переходить у похилу площину на відстані 2 м від похилої площини знаходиться маленька шайба. Коефіцієнт тертя шайби та площини дорівнює 0,1. Шайбі поштовхом надали швидкість у бік похилої площини. На якій відстані від початкового положення шайба остаточно зупиниться?



4. Визначте (у дециметрах) довжину тіні на дні озера глибиною 2 м опори мосту, яка піднімається над водою на 1 м. Висота Сонця над горизонтом — 45°. Абсолютний показник заломлення світла у воді становить $4/3$.

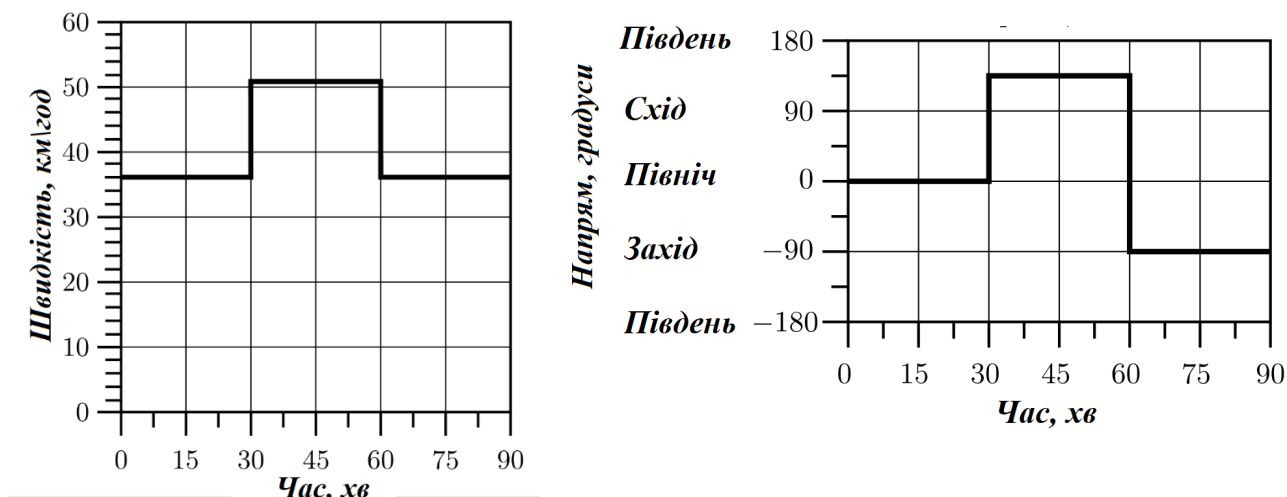
5. Запропонуйте кілька способів визначення опору куска нікелінового дроту за допомогою амперметра, вольтметра, акумулятора, олівця та лінійки.

6.

Завдання III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

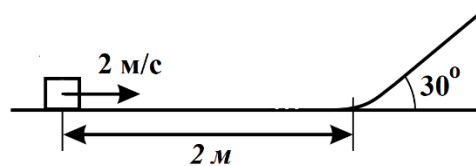
10 Клас

1. На всюдиході встановлений курсограф — самописець, який записує залежність від часу миттєвої швидкості (верхній графік) і напрямку руху цього всюдихода (нижній графік). На малюнку показані такі записи деякого маршруту, пройденого всюдиходом. Визначте з точністю до кілометра, де (щодо початку шляху) всюдихід опинився наприкінці маршруту.



2. М'яч, кинутий вертикально вгору, за першу секунду польоту проходить шлях 10 м. Який шлях пройде камінь за другу секунду польоту? Прискорення вільного падіння дорівнює $g = 10 \text{ м/с}^2$. Опір повітря не враховувати.

3. На горизонтальній площині, що плавно переходить у похилу площину на відстані 2 м від похилої площини знаходиться маленька шайба. Коефіцієнт тертя шайби та площини дорівнює 0,1. Шайбі поштовхом надали швидкість у бік похилої площини. На якій відстані від початкового положення шайба остаточно зупиниться?



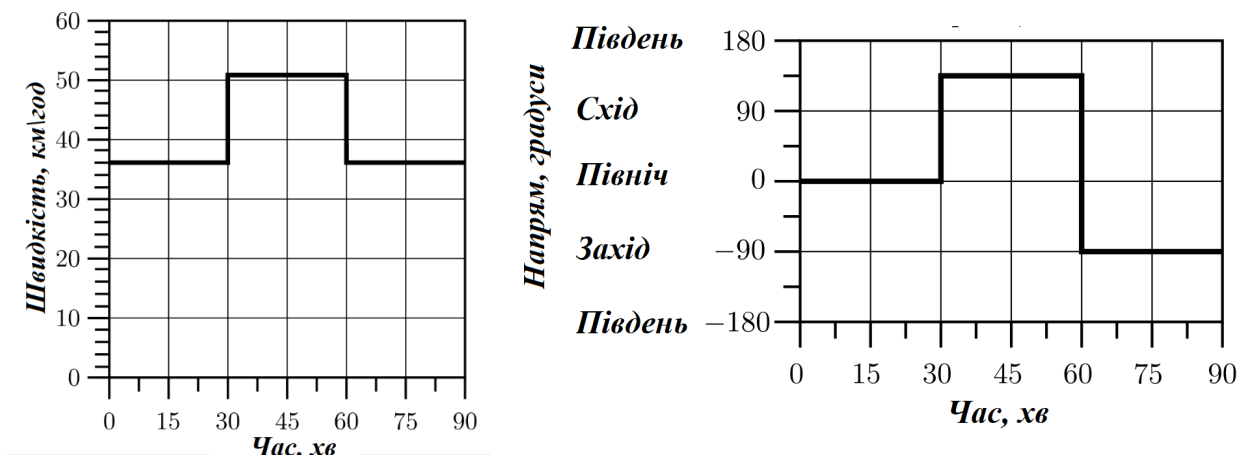
4. Визначте (у дециметрах) довжину тіні на дні озера глибиною 2 м опори мосту, яка піднімається над водою на 1 м. Висота Сонця над горизонтом — 45°. Абсолютний показник заломлення світла у воді становить 4/3.

5. Як за допомогою динамометра і посудини з водою визначити об'єм тіла неправильної геометричної форми, що тоне у воді?

Завдання III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

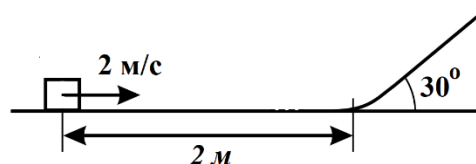
11 Клас

1. На всюдиході встановлений курсограф — самописець, який записує залежність від часу миттєвої швидкості (верхній графік) і напрямку руху цього всюдихода (нижній графік). На малюнку показані такі записи деякого маршруту, пройденого всюдиходом. Визначте з точністю до кілометра, де (щодо початку шляху) всюдихід опинився наприкінці маршруту.

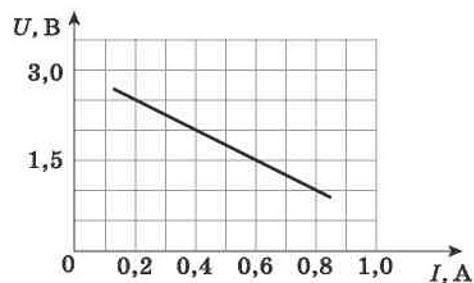


2. Горизонтальний провідник, масою 20 г підвішено за кінці на двох дротах. Середня частина провідника довжиною 25 см знаходиться у вертикальному однорідному магнітному полі з індукцією 0,2 Тл. У провіднику протікає струм 4 А. Визначте (у градусах) кут, на який відхиляються дротини від вертикалі.

3. На горизонтальній площині, що плавно переходить у похилу площину на відстані 2 м від похилої площини знаходиться маленька шайба. Коефіцієнт тертя шайби та площини дорівнює 0,1. Шайбі поштовхом надали швидкість у бік похилої площини. На якій відстані від початкового положення шайба остаточно зупиниться?



4. Під час виконання роботи фізичного практикуму учень отримав вольт-амперну характеристику джерела струму та побудував відповідний графік (див. рис.). Визначте за графіком ЕРС джерела струму (у вольтах).



5. Як за допомогою термометра, терез із важками, калориметра та посудини з водою визначити коефіцієнт корисної дії спиртівки?

Завдання III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

Завдання
III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади
з фізики

8 клас

22 січня 2025 року

Завдання
III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади
з фізики

9 клас

22 січня 2025 року

Завдання
III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади
з фізики

10 клас

22 січня 2025 року

Завдання
III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади
з фізики

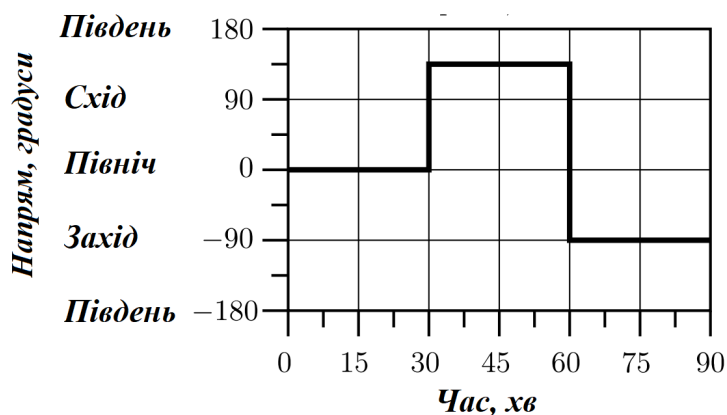
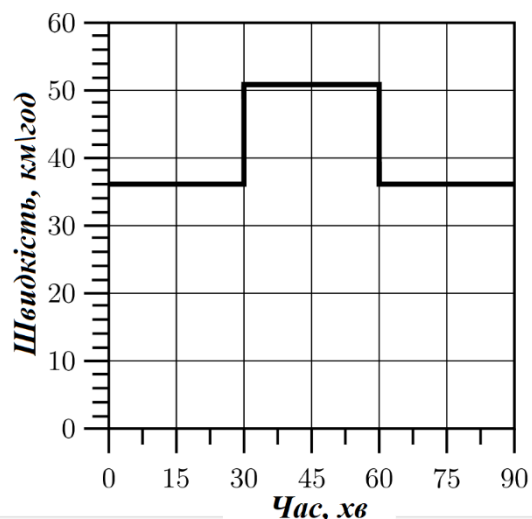
11 клас

22 січня 2025 року

22 січня 2025 року

Завдання III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

6. На всюдиході встановлений курсограф — самописець, який записує залежність від часу миттєвої швидкості (верхній графік) і напрямку руху цього всюдихода (нижній графік). На малюнку показані такі записи деякого маршруту, пройденого всюдиходом. Визначте з точністю до кілометра, де (щодо початку шляху) всюдихід опинився наприкінці маршруту.



Розв'язок

З верхнього графіка за умови завдання випливає, що швидкість всюдихода на початковій і кінцевій ділянках маршруту дорівнює 36 км/год, але в середній ділянці шляху — 51 км/год, тобто у $51/36 \approx 1,41 \approx \sqrt{2}$ разів більше. Час руху на всіх трьох ділянках однаковий і становить по 0,5 години. Тому, як випливає з нижнього графіка за умови завдання, всудихід спочатку проїхав 18 км на північ, потім 25,5 км на південний схід, і, нарешті, ще 18 км на захід. Таким чином, траєкторія його руху є рівнобедреним прямокутним трикутником, і в кінці шляху всудихід повернувся у вихідну точку.

7. М'яч, кинутий вертикально вгору, за першу секунду польоту проходить шлях 10 м. Який шлях пройде камінь за другу секунду польоту? Прискорення вільного падіння дорівнює $g = 10 \text{ м/с}^2$. Опір повітря не враховувати.

Завдання III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

Тогда, аналогично первому случаю, $v_0 = \frac{2S + gt_0^2}{2t_0}$, и, с учётом написанного выше условия для v_0 , получим: $gt_0^2/2 = 5 \text{ м} < S < 3gt_0^2/2 = 15 \text{ м}$.

Камень остановится через время $\tau = \frac{v_0}{g} = \frac{S}{gt_0} + \frac{t_0}{2}$. При этом $t_0 = 1 \text{ с} < \tau < 2t_0 = 2 \text{ с}$. К концу промежутка времени τ вертикальная координата камня будет равна

$$y_{\text{макс}} = v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{(2S + gt_0^2)^2}{8gt_0^2},$$

а к концу второй секунды полёта координата камня будет равна

$$y_{\text{кон}} = v_0 \cdot 2t_0 - (g/2) \cdot (2t_0)^2 = 2S - gt_0^2.$$

Таким образом, за вторую секунду камень пройдёт путь

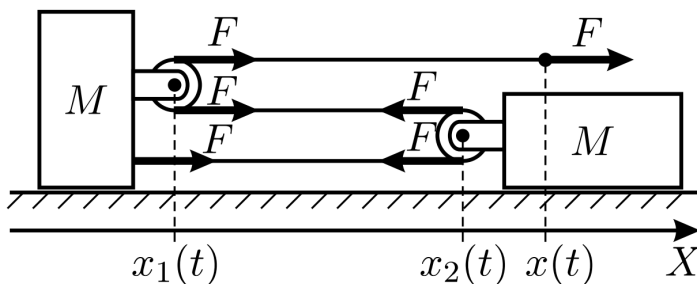
$$\Delta S = (y_{\text{макс}} - S) + (y_{\text{макс}} - y_{\text{кон}}) = 2y_{\text{макс}} - S - y_{\text{кон}} = \frac{5g^2t_0^4 - 8gt_0^2S + 4S^2}{4gt_0^2},$$

и с учётом неравенства, написанного выше для S , получим

$$2,5 \text{ м} < \Delta S < 5 \text{ м}.$$

При этом если камень останавливается строго в начале или в конце второй секунды полёта, то $\Delta S = 5 \text{ м}$, а если остановка происходит в середине второй секунды, то путь минимален: $\Delta S = 2,5 \text{ м}$.

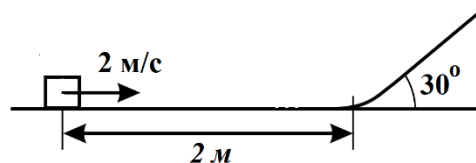
8. У системі, зображених на малюнку, блоки мають малі маси, нитка невагома і нерозтяжна, ділянки нитки горизонтальні. Маси вантажів, що лежать на горизонтальній площині, однакові й рівні 2 кг. Нитку тягнуть за вільний кінець у горизонтальному напрямку із силою F . З яким прискоренням рухається кінець нитки, до якого прикладена ця сила? Тертя немає, рух вантажів вважайте поступальним.



Завдання III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

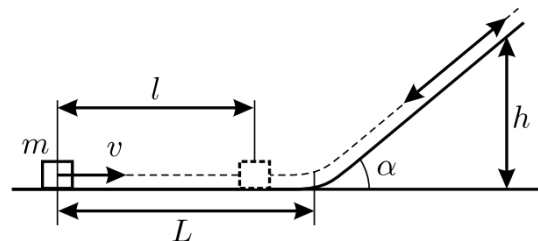
9. На горизонтальній площині, що плавно переходить у похилу площину на відстані 2 м від похилої площини знаходиться маленька шайба. Коефіцієнт тертя шайби та площини дорівнює 0,1.

Шайбі поштовхом надали швидкість у бік похилої площини. На якій відстані від початкового положення шайба остаточно зупиниться?



Розв'язок.

Зрозуміло, що початкова кінетична енергія шайби дорівнює за величиною роботі, яку здійснює сила тертя від початку руху шайби до повної зупинки: $W = |A_{\text{тр}}|$. Шайба в момент досягнення похилої площини буде мати деяку швидкість і тому не зупиниться, а почне підніматися по площині вгору. З іншого боку, оскільки $\tan \alpha > \mu$, то шайба, зупинившись на похилій площині, почне зісковзувати по ній назад. Таким чином, шайба до повної зупинки пройде відстань L , рухаючись від свого початкового положення до похилої площини, потім підніметься похилою площиною на деяку висоту h , спуститься з похилої площини і, нарешті, пройде відстань $(L - l)$ від похилої площини до свого кінцевого становища (див. рис.). Тому



$$W = mv^2/2 = |A_{\text{тр}}| = \mu mgL + 2\mu mg \cos \alpha \cdot h \sin \alpha + \mu mg(L - l).$$

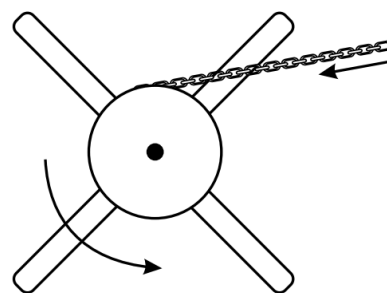
Висота h визначається за умови зупинки шайби: $mv^2/2 = \mu mgL + \mu mg \cos \alpha \cdot h \sin \alpha + mgh$,

$$\text{Звідки } h = (v^2/(2g)) - \mu L / (1 + \mu \cot \alpha).$$

Підставляючи вираз для h у попереднє рівняння, скорочуючи на m і ділячи обидві частини на μg , отримуємо: $v^2/2 = 2L - l + 2 \cot \alpha \cdot v^2/2 - \mu L / (1 + \mu \cot \alpha)$.

$$\text{Звідси остаточно маємо: } l = L / (2 \cot \alpha - \mu) + v^2/2 \cdot \cot \alpha - \mu \cot \alpha + \mu$$

10. На старовинних кораблях для підйому якоря використовувався кабестан - що являє собою циліндричну колоду, до якої прикріплені однакові довгі ручки (див. рисунок). Матроси, що відповідали за підйом якоря (якірна команда), прикладали силу на кінці ручок, внаслідок чого механізм обертався, і якірний ланцюг намотувався на колоду.



Капітан, збираючись у далеке плавання, наказав збільшити масу якоря, після чого з'ясувалося, що колишня якірна команда піднімає новий якір тільки до поверхні води. Щоб виправити ситуацію, капітан розпорядився збільшити довжини ручок пристрою. Не враховуючи тертя і масу ланцюга, знайдіть, у скільки разів потрібно подовжити

Завдання III етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

ручки кабестану, щоб колишня якірна команда змогла підняти новий якір на палубу корабля. Густини води та матеріалу якоря 1 г/см^3 та 8 г/см^3 відповідно.

Розв'язок.

Нехай r – радіус колоди кабестану, R – відстань від осі старого кабестану до кінців його ручок, M – маса нового якоря, $V_{\text{я}}$ – його об'єм. З умови відомо, що якірна команда піднімає новий якір тільки до рівня води. Отже, в цьому положенні момент сили F , з якою матроси діють на кінці ручок ворота, дорівнює моменту сили натягу ланцюга, який, у свою чергу, дорівнює сумі сил тяжіння і Архімеда, що діють на якір. Запишемо рівняння моментів:

$$RF = r(Mg - \rho_{\text{в}}gV_{\text{я}}) = r \left(Mg - \rho_{\text{в}}g \frac{M}{\rho_{\text{я}}} \right) = Mgr \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{я}}} \right).$$

Тут

$\rho_{\text{в}}$ і $\rho_{\text{я}}$ — густини води та якоря відповідно.

Після подовження ручок кабестану матроси, прикладаючи колишню силу F , можуть повністю витягнути якір із води. Це означає, що для нової брами при повністю піднятому якорі справедливе рівняння моментів

$$R_1F = Mgr,$$

де R_1 - Довжина нових ручок ворота. З отриманих рівнянь легко знайти відношення довжин ручок нового та старого кабестанов:

$$k = \frac{R_1}{R} = \frac{1}{1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{я}}}} = \frac{8}{7} \approx 1,14 \text{ раза.}$$

11. Дві однакові сполучені посудини наповнені водою і встановлені на горизонтальній поверхні стола. В одну із посудин поміщають вантаж масою 100 г і об'ємом 120 см^3 . На скільки після цього відрізняться сили тиску обидвох посудин на стіл? Масою гнучкої сполучної трубки з рідиною можна знехтувати.

Розв'язок.

Вантаж плаває в рідині, і оскільки її рівень в обох сполучених посудинах однаковий, то тиск рідини на дно посудин однаково, і сили тиску судин на стіл також однакові.

Задача 2.9