**7 клас**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | За добу молодий бамбук може вирости на 86,4 см. На скільки він виросте за одну секунду? | | |
|  |  | | |
| 2 | Із шприца витекло 50 крапель води у столову ложку. Рівень води у шприці за цих умов змінився так, як показано на малюнку 1. Визначити об’єм однієї краплини. Відповідь запишіть в см3. |  | |
|  | 0,02 | | |
| 3 | На малюнку зображено графік залежності  швидкості руху тіла від часу. Використовуючи графік, визначити скільки було зупинок під час руху. Який шлях пройшло тіло від початку руху до першої зупинки? | |  |
|  | Під час зупинки швидкість тіла рівна нулю. На графіку є дві такі ділянки: від 30 до 60 та від 80 до 100 секунди руху. До першої зупинки тіло рухалося 30 с з швидкістю 15 м/с. Тоді з формули визначаємо пройдений шлях. Після підстановки значень отримаємо: *.* | | |
| 4 | Куб складено з великої кількості добре припасованих один до одного дерев’яних кубиків однакового об’єму, виготовлених з різних порід дерева: корка (ρ=200 кг/м3), дуба (ρ=700 кг/м3), кедра (ρ= 550 кг/м3) і чорного дерева (ρ=1200 кг/м3). Яка середня густина куба, якщо кількість кубиків з цих матеріалів узяті відповідно у відношенні 3:4:2:1? | | |
|  | ρс = 570 кг/м3 | | |
| 5 | Як за допомогою терезів можна визначити площу будь-якої плоскої фігури, вирізаної із жесті? | | |
|  | Спочатку треба визначити масу кусочка матеріалу, площа якого дорівнює одиниці. Для цього досить зважити квадратик, виготовлений з того самого матеріалу. Поділивши масу всієї фігури на масу вибраної одиниці площі, дістанемо площу фігури. | | |

**8 клас**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Подорожуючи Україною, турист Максим, запізнився лише на 5 хв на свій теплохід, який відправлявся вниз по річці. Але йому повезло: на причалі був катер, команда якого вирішила допомогти Максиму. Коли катер наздогнав теплохід та висадив туриста, то він відразу ж вирушив у зворотній шлях.  Скільки хвилин пройшло з моменту відбуття катеру до його повернення? Відповідь дайте у хвилинах.  Вважайте, що швидкість теплоходу відносно води в 3 рази більша за швидкість течії річки, а швидкість катеру – в 5 разів. |
|  | **Розв’язання:**  *В момент, коли катер наздожене теплохід, теплохід пройде відстань за течією річки:*  *Такий самий шлях пройде і катер:*  *– час руху катера до теплохода.*  *– час запізнення пасажира*  *Враховуючи ,що , а , маємо*  *Шлях катера назад:*  *– час руху катера назад.*  *Прирівнюючи шлях катера до теплоходу і назад маємо:*  *Повний час катеру до теплохода і назад:* |
|  | **5 балів** |
| 2 | Цеглину кладуть на горизонтальну поверхню почергово трьома різними гранями. В першому випадку вона чинить тиск 4 кПа, в другому – 2 кПа, в третьому – 1 кПа. Визначити масу цеглини. Густина цегли 1600 кг/м3. *g* = 10 Н/кг. |
|  | Нехай сторони цегли *а*, *b*, *с*. Запишемо співвідношення для визначення тиску в кожному випадку: ; ; . Перемножимо ці три рівняння.  (1). Об’єм цеглини . Тоді . Підставимо в (1)  . Оскільки , то . Звідси .  Після підстановки *m* = 3,125 кг. |
|  | **5 балів** |
| 3 | У спекотній літній день Оленка відпочивала на дачі. Було дуже жарко – термометр, встановлений у будинку, показував 35 0С. Тому дівчинка вирішила з’їсти морозиво. Вона дістала відерце з 2 кг морозива з морозилки, з’їла лише 350 г, як почула що її кличуть друзі.  Оленка вийшла до них, забувши про відерце з морозивом. Через деякий час, коли половина морозива розтанула, вона згадала, що залишила морозиво на столі. Прийшовши додому дівчинка поставила морозиво знову у морозилку.  Через який час морозиво охолоне до -10 0С, якщо потужність відведення тепла постійна та становить 100 Дж/с.  Відповідь подайте в секундах.  Температура плавлення морозива – 00С, питома теплота плавлення морозива – 300 кДж/кг, питома теплоємність твердого морозива 2000 Дж/кг 0С, рідкого – 4000 Дж/кг 0С. |
|  | **Розв’язання.**  *Маса морозива, яке не з’їла дівчинка:*  *Оскільки морозиво розтануло лише на половину, то його температура все ще залишається* ***.***  *Для того, щоб заморозити половину потрібно затрати кількість теплоти:*  *Для того, щоб морозиво повністю охолодилося до -10 0С*  *Загальна кількість теплоти:*  *Час – відношення кількісті відданої теплоти до потужності* |
|  | **5 балів** |
| 4 | На Таємничому острові є підземне озеро площею 0,35 км2 і середньої глибини 20 м. На дні озера лежить підводний човен капітана Немо. Об’єм човна 7 000 м3. Коли човен затонув, озеро було прісним, але кожен рік через те, що в озеро потрапляла морська вода, воно ставало все більш солоним.  При цьому рівень води в озері залишився постійним: з поверхі озера вода випаровувалася повільно. Скільки кубометрів морської води має потрапити в озеро, щоб човен сплив?  Густина морської води – 1035 кг/м3, густина човна Немо – 1020 кг/м3. |
|  | **Розв’язання.**  *– об’єм морської води, що потрапила в озеро.*  *Оскільки рівень озера не змінився, то випарувалося і стільки ж прісної води (сіль практично не випаровується).*  *Густина прісної води 1000 кг/м3, тому озера стало важче на різницю мас солоної та прісної води.*  *На момент, коли підводний човен спливе, густина озера буде рівною густині човна:*  ***V*** *– об’єм води озера*  *З врахуванням місця, яке займає підводний човен:*  *Тоді,*  ***V1=3 996 000 м3*** |
| 5 | Відкривши банку із згущеним молоком, Тарас зміг з’їсти лише половину. Тоді він подумав, що непогано було б зварити решту. Опустивши банку в кип’ячу воду, хлопчик помітив, що банка занурилася у воду лише на 5/6 свого об’єму.  Минав час, а згущене молоко так і залишалося білого кольору. Тоді Тарас з’їв ще 1/4 молока. Тепер банка плавала, зануривши наполовину.  Визначити масу повної банки, якщо її об’єм рівний 300 мл? Відповідь подайте в кілограмах. |
|  | **Розв’язання.**  *Оскільки, спочатку було 1/2 банки згущеного молока, а потім – 1/4, то закон Архімеда:*  *Віднімемо від першого рівняння друге:*  *Звідси знайдемо густину згущеного молока:*  *З першого рівняння для закону Архімеда знаходимо масу пустої банки:*  ***Маса повної банки*** |

**9 клас**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Потяг, який відправляється з вокзалу Кінс-Кросс 1/8 свого шляху пройшов зі швидкістю 52 км/год. Середня швидкість потягу на всьому шляху виявилася 34 км/год. З якою постійною швидкістю потяг рухався на шляху, що залишився, якщо відому, що 1/10 всього часу руху потягу потяг стояв, пропускаючи експрес з Хогвартса? Відповідь подайте в кг/год. | |
|  | **Розв’язання**  *Загальний час шляху складається з часу руху зі швидкістю очікуваня і руху зі швидкістю*  *Із визначення середньої швидкості:* | |
|  |  | |
| 2 | Дві експериментальні наномашини конкуруючих компаній-розробників беруть участь у гонці. Розмір машин не дозволяє спостерігати за ними візуально, тому в них встановлені наноакселерометри, які відстежують швидкості у кожний момент часу.  Відповідні графіки залежності швидкості від часу 𝑣(𝑡) зображені на малюнку.  На скільки секунд перша машина проїхала перші 1000 метрів швидше, ніж друга? | |
|  | **Розв’язання**  *При рівномірному русі шлях шукаємо за формулою 𝑆 = 𝑣𝑡. Рух обох машин можна розбити на кілька ділянок, на кожній з яких він було рівномірним.*  *Розглянемо рух першої машини.*  *На першій ділянці вона рухалася зі швидкістю 5 м/с протягом 10 c, тому пройдений шлях:*  *На другій ділянці — зі швидкістю 8 м/с протягом 20 с*  *При цьому загальний шлях до кінця другої ділянки:*  *Аналогічно*  *Відмітка в 1000 м була досягнута нею на п'ятій ділянці шляху, між 80-ю та 100-ю секундами. Тепер знайдемо точний час. Зауважимо, що на початку п'ятої ділянки (на 80-й секунді) машина вже пройшла 860 м, до "фінішу" їй залишалося 𝑆з = 140 м:*  *Тепер розглянемо рух другої машини*  *Позначка 1000 м була досягнута нею на четвертій ділянці колії. На момент початку ділянки їй залишалося 𝑆зал = 220 м:*  *Тобто, перша машина перетнула кілометрову межу на 94-й секунді, друга — на сотій. Значить, перша машина проїхала 1000 м на 𝑡2 − 𝑡1 =* ***6 с швидше.*** | |
|  |  | |
| 3 | Є два вітряних млина однакової форми, що відрізняються тільки розмірами: розмах лопатей більшого з млинів у 1,5 рази перевищує розмах меншого (ширина лопатей при цьому однакова). Обидва млини використовують для підйому води з колодязя. За деякої швидкості вітру менший млин може піднімати відро з 8 л води. Відро з якою кількістю літрів води зможе піднімати при такому ж вітрі більший млин? Масу відер вважати дуже малою. | |
|  | **Розв’язання**  *1) Момент сили тяжіння відра:*  *m – маса відра з водою*  *r – радіус центральної частини колеса вітряка*  *2) Момент сили тиску вітра*  *Те, що відро може бути піднятим лише силою вітру означає, що М1>М2 і найбільше значення маси, яку зможе підняти вітряний млин, можливе при М1=М2*  *Розглянемо, як зміниться момент сили тиску вітра при зміні лопатей вітряка в 1,5 рази.*  *p – тиск вітру*  *S – площа лопатей*  *l – плече сили тиску*  *Тиск вітру залишилося тим самим (оскільки колишньої залишилася його швидкість). Так як розмах лопатей збільшився в 1,5 рази, те й плече сили тиску вітру збільшилося в 1,5 раза. Площа лопатей збільшилася також у 1,5 рази (бо довжина більша в 1,5 раза, а ширина залишилася тією самою).*  *Таким чином, момент сили тиску вітру збільшився у 1,52 = 2,25 разів, а отже, цей вітряк може підняти у 2,25 разів важче відро, тобто відро з 8·2,25 = 18*  *літрами води* | |
|  |  | |
| 4 | Шість резисторів з’єднані послідовно і замкнені кільцем.  До двох контактів отриманого кола (чорні крапки на рисунку) підключили джерело постійної напруги так, що опір між цими контактами максимальний. Напруга джерела – 36 В.  Визначити потужність Р3, яка виділяється на резисторі R3. |  |
|  | **Розв’язання.**  *Між будь якою парою контактів є дві паралельні вітки резисторів. Опір такої схеми*  *При будь якому підключенні сума опорів обох віток однакова – 21 Ом.*  *Добуток максимальний для випадку 1011=110. Тому опрі всієї схеми максимальний при підключені до такої пари контактів, коли в одній вітці зєднані послідовно резистори 1 Ом+2 Ом+3 Ом+4 Ом=10 Ом, а в іншій вітці – резитсори 5 Ом +6 Ом=11 Ом.*  *Струм в першій вітці*  *Потужність, що виділяється на третьому резисторі*  ***R=39 Вт*** | |
|  | Запропонуйте спосіб визначення густини налитої в посудину рідини, маючи динамометр і латунну гирю відомої маси. | |
|  | Прикріплюємо гирю до динамометру, наливаємо невідому рідину в мірну склянку. Опускаємо гирю повністю в рідину. Заміряємо її обсяг по зміні рівня рідини.  За другим законом Ньютона:  P = mg (до опускання)  Таким чином ми дізнаємося масу гирі.  Після опускання:  P1 = mg - Fa, де Fa - сила Архімеда  P1 = mg - pgV, де p - щільність невідомої рідини.  Отже, p = (P - P1) / (gV)  Примітка: P - показання динамометра до занурення гирі, P1 - його показання після занурення гирі. | |

**10 клас**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | П’ятачок з корковою рушницею рівномірно з’їжджає з гірки зі швидкістю 5 м/с, намагаючи врятуватися від злих бджіл. Розуміючи, що ситуація критична, і йому негайно потрібно прискоритися, він стріляє з рушниці в бджіл під кутом 300 до площини гірки (тим самим відлякує бджіл та додає собі швидкості)  Якої швидкості набуває П’ятачок, якщо швидкість корку відносно землі при вильоту з рушниці 20 м/с?  Маса пятачка, рушниці та карку – 1 кг, в тому числі маса корку – 0,1 кг, кут нахилу гірки – 𝛼 = 300 | |
|  | **Розв’язання.**  *На П'ятачка діють сила тертя ковзання, сила реакції опори та сила тяжіння. Причому векторна сума перших двох сил спрямована по вертикалі і компенсує силу тяжіння як до, так і після пострілу. Це пов'язано з тим, що рівнодіюча сили тертя та сили реакція опори спрямована строго вертикально, компенсуючи дію сили тяжіння, оскільки П’ятачок рухається з постійною швидкістю.*  *У момент пострілу змінюється як сила реакції опори* 𝑁*, так і сила тертя* 𝐹тр, *але так як вони один одному пропорційні, тобто* 𝐹тр = 𝜇𝑁, *то їх рівнодійна, як і раніше, буде спрямована вертикально.*  *Таким чином, імпульс системи «П'ятачок-рушниця-куля» зберігається в горизонтальному напрямі, оскільки всі вищезгадані сили в сумі дають нульову проекцію на горизонталі*  *Отже, запишемо закон збереження імпульсу в проекції на напрямок, перпендикулярний силі тяжіння:*  *– швидкість П’ятачка до вистрілу*  *– швидкість П’ятачка після вистрілу*  *- швидкість кулі*  *М =0,9 кг– маса П’ятачка з пустою рушницею*  *m – маса кулі*  *Звідси, швидкість П’ятачка* | |
|  |  | |
| 2 | Жабеня сидить на краю великої стрічки довжиною 𝐿 = 1 , маса якої в 9 разів більша за масу жабенятка. Яку мінімальні кількість стрибків повинно зробити жабенятко, щоб потрапити на протилежний кінець стрічки, якщо в момент стрибку його швидкість становить 𝑣0=0,5 м/с? Тертя між стрічкою та підлогою відсутнє, прискорення вільного падіння 10 м/с2. | |
|  | **Розв’язання**  *Для початку зауважимо, що жабі слід стрибати під кутом 45∘ до горизонту, щоб розвивати стрибки з найбільшою дальністю польоту. Оскільки стрічка*  *має свою масу, і тертя між стрічкою і підлогою відсутня, то, поки жабка летить, внаслідок закону збереження імпульсу стрічка ковзає в протилежну*  *бік зі швидкістю*  *Перейдемо до системи відліку стрічки. У цій системі відліку жаба за один стрибок пролітає відстань*  *Таким чином, мінімальна кількість стрибків жаби буде рівна* | |
|  |  | |
| 3 | Компанія друзів-фізиків пішла в похід. Під час привалу було вирішено приготувати чай. Одному з фізиків стало цікаво, як ККД системи «багаття-чай» залежить від кількості дров, які підкладаються в секунду. Після серії акуратних вимірювань він побудував графік (див. рисунок).  За який найменший час можна на такому багатті нагріти до 100 0C п'ять літрів (20 0C) чаю?  Питома теплота згоряння дров 𝑞 = 107 Дж/кг, питома теплоємність чаю - 4200 Дж/кг 0С.  Вважайте, що дрова підкладаються з деякою обраною постійною швидкістю. |  |
|  | **Розв’язання**  *ККД у цьому випадку визначається за формулою*  *де* 𝑐ч *- теплоємність чаю,* 𝑚ч *- маса чаю,* Δ𝑇 *= 80∘C - зміна температури чаю,*  𝑚д *- загальна маса дров, які необхідно підкласти в багаття, щоб нагріти чай*  *на* 𝑇*.*  *Позначивши за* 𝐺 *швидкість підкладання дров (кг/с), можемо записати*  𝑚д = 𝐺𝑡,  *де 𝑡 - час, протягом якого дрова кидали в багаття. Таким чином:*  *Для того щоб час 𝑡 був мінімальним, потрібно за графіком підібрати значення* 𝜂 *і* 𝐺 *так, щоб їхній добуток* 𝐺𝜂 *був максимальним. З графіку видно, що цьому*  *відповідає точка* 𝜂 *=0,04,* 𝐺 *=40 г/c. Переводячи всі чисельні величини у систему СІ, знайдемо 𝑡min = 105 с* | |
|  |  | |
| 4 | Для виготовлення провідника юні експериментатори вирішили взяти мідний провід вагою 0,1 Н. Під час досліджень вони з’ясували, що провідник має опір 1мОм. Також ними був визначений діаметр поперечного перерізу провідника. Яке значення отримали експериментатори, якщо густина міді 8,9·103 кг/м3, а її питомий опір 1,7·10-8 Ом·м. | |
|  |  | |
| 5 | **Винахідницька задача** | |
|  | Визначити центр мас однорідної пластинки у вигляді букви Г. Фігуру перемалювати в зошит, порахувавши кількість клітинок. Побудову виконати в зошиті і описати процес виконання. | |
|  | Розбивають фігуру на два прямокутники і визначають центр мас кожного. Він знаходиться на перетині діагоналей. Сполучають їх лінією. Потім розбивають фігуру на два прямокутники іншим способом і роблять аналогічну побудову. Перетин двох ліній дає центр мас фігури. | |

**11 клас**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Провідник лежить нерухомо на двох горизонтально розміщених стрижнях перпендикулярно до них. Стрижні розміщені на відстані 10 см у вертикальному магнітному полі з індукцією 0,02 Тл. Який струм слід пропустити по провіднику, щоб на шляху 40 см він набув швидкості 0,4 м/с? Маса провідника 5 г. Тертя не враховувати. | |
|  | . На провідник діє сила Ампера . Під дією цієї сили він набуває прискорення . Із законів кінематики.. Прирівнюємо вирази: . Звідси . *І*=0,5 А. | |
|  |  | |
|  | Пружинний маятник вивели з положення рівноваги і відпустили. Через який мінімальний час, починаючи від початку коливань, його потенціальна енергія буде дорівнювати кінетичній, якщо маса маятника 0,1, а жорсткість пружини 10 Н/м. | |
|  |  | |
|  |  | |
|  | Турист, вийшовши з палатки, йшов рівниною, піднявся на гору й одразу повернувся тією ж дорогою. При цьому турист пройшов 12 км, а вся подорож зайняла 3 год 30 хв. Яка довжина спуску, якщо рівниною турист йшов зі швидкістю 4 км/год, вгору – зі швидкістю 2 км/год, а вниз – зі швидкістю 6 км/год? Чи можна було б знайти довжину спуску, якби вся подорож зайняла 4 год, швидкість руху туриста рівниною була 3 км/год, а решта даних лишилася б такою самою? | |
|  |  | |
|  |  | |
|  | Два студенти, Сергій та Святослав, які живуть у сусідніх кімнатах, вирішили зекономити, з’єднавши свої світильники послідовно. Вони домовились, що встановлять лампочки по 100 Вт і будуть платити за електроенергію порівну. Однак, кожен з них вирішив отримати краще освітлення за рахунок іншого: Сергій встановив лампочку потужністю 200 Вт, а Святослав – лампочку потужністю 50 Вт. Котрий із студентів отримає краще освітлення і який з них платитиме за іншого? | |
|  |  | |
| 5 |  | Для визначення індуктивності котушки *L* учень склав коло, як показано на малюнку і, замкнувши ключ, визначив значення сили струму *I*. Під час розмикання кола він зафіксував значення напруги *U* на конденсаторі ємністю *С*. Чому при замкнутому ключі покази вольтметра дорівнюють нулю, а під час розмикання вольтметр фіксує значення напруги відмінне від нуля? Використовуючи результати експерименту, відображені на шкалах приладів, визначити значення індуктивності котушки. |
|  | На першому малюнку при замиканні кола струм проходить лише через котушку, оскільки діод ввімкнений в зворотному напрямі, тому покази вольтметра дорівнюють нулю. При цьому сила струму в колі котушки *І* =1,6 А. Після розмикання кола (другий малюнок) струм самоіндукції заряджає конденсатор і тому напруга на ньому відмінна від нуля. В даному випадку *U* = 4 В. Із закону збереження енергії . , де *С* – ємність конденсатора. З малюнка *С* = 4 мкФ. Підставивши значення *L*=25⋅10-6 Гн. | |
|  |  | |