**7 клас**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | У скільки разів відрізняються маси суцільного кубика з довжиною ребра 8 см та порожнистого кубика таких самих розмірів, який виготовлено з того самого матеріалу, з товщиною стінок 2 см? |
|  | ***Розв’язок.*** Маси тіл, які виготовлено з одного матеріалу, відрізняються у стільки ж разів, як і їх об’єми:  . Об’єм суцільного кубика , об’єм порожнистого кубика менший на величину «вирізаного» з нього меншого кубика з довжиною ребра : . Отже, . |
|  | **5 балів** |
| 2 | Ранком, під час сніданку на кухні Катруся виявила несправність крану з холодною водою. Вона помітила, що склянка об’ємом 300 мл наповнилася водою за 5 хв.  Скільки дванадцятилітрових відер потрібно, щоб вмістити воду, яка накапає з крану за добу?  Скільки додатково заплатить сім’я Катрусі за втрачену воду, якщо не відремонтують кран протягом тижня? Вартість 1 кубометра холодної води 13,8 грн |
|  | Склянка об'ємом 300 мл наповнюється за 5 хв, отже, за 1хв з крану витікає 300:5=60 мл води, за годину 60\*60=3,6л, за добу 3,6\*24=86,4 л води.  Отже за добу витече 86,4:12=7 дванадцятилітрових відер води.  За тиждень витече 86,4\*7=…л=0,6048 м3  Тоді сім’я Катрусі за втрачену за тиждень воду додатково заплатить 0,6048\*13,8=8,35 грн |
|  | **5 балів** |
| 3 | Петрик хоче подарувати Іринці шоколадку на день народження. Тому під час п’ятнадцятихвилинної перерви буде бігти до магазину, який на відстані 810 м від школи. На дорогу з магазину до школи Петрик витрачає в 1,5 рази менше часу, ніж на дорогу із школи в магазин. При цьому до школи він біжить на 1,5 м/с швидше ніж зі школи. В магазині бувають і інші покупці – кожна людина (в тому числі і Петрик) купляють товар за 2 хв.  1. З якою швидкістю Петрик біжить в магазин?  2. Яка максимальна кількість покупців може бути в черзі перед Петриком, щоб він повернувся вчасно до початку уроку?  3. Коли Петрик забіг до магазину, то в черзі був 1 покупець, який скуплявся цілих 6 хв. Придбавши шоколадку, Петрик побіг до школи. З якою мінімальною швидкістю він має бігти, щоб встигнути на урок? |
|  | , t3=6хв     3. Час який залишився t" = t0- t1 -t3 – tчер = 2,5хв=150с   υ2 =S/t" = 5,4 м/с |
|  | **5 балів** |
| 4 | Як за допомогою терезів можна визначити площу будь-якої плоскої фігури, вирізаної з картону? |
|  | ***Розв’язок.*** 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, отримаємо площу фігури. |
|  | **5 балів** |
| 5 | **Винахідницька задача** |
|  | Треба виміряти температуру довгоносика. Як це зробити? |
|  | **Розв'язання**  Треба разом багато довгоносиків і виміряти температуру їх усіх. |
|  | **5 балів** |
|  |  |

**8 клас**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Дельфін випромінює короткі імпульси ультразвуку, проміжок часу між якими становить 200 мс. На якій максимальній відстані від дельфіна може бути у воді перешкода, яку він «почує»? Швидкість звуку у воді становить 1500 м/с.  S = 150 м. | | |
|  | **5 балів** | | |
| 2 | Інструментальний цех отримав завдання виготовити 150 різців. Скільки сталі на це потрібно, якщо 10 % її йде в стружку? Довжина стебла різця 270 мм, ширина 50 мм і висота 45 мм. Густина сталі 7,8 г/см3.  m = 789,75 кг. | | |
|  | **5 балів** | | |
| 3 | Автомобіль рухається зі швидкістю 60 км/год. Якщо велосипедист поїде назустріч автомобілю, то до зустрічі з ним він встигне проїхати 50 м, якщо від автомобіля – 100 м. Яка швидкість велосипедиста?  ***Розв’язок.*** Якщо початкова швидкість автомобіля = 60 км/год, велосипедиста , початкова відстань між ними , a=50 м, b =100 м, то при русі назустріч , при русі від автомобіля . Прирівнявши праві частини і розв’язавши одержане рівняння, одержимо . . | | |
|  | **10 балів** | | |
| 4 | Система складається із трьох сполучених посудин однакової площі S, які закрито легкими поршнями. На бокові поршні поклали легкі важки, а самі поршні з’єднали з дном пружинами жорсткістю k (при чому довжини пружин в нерозтягнутому стані не співпадають). Система знаходиться в рівновазі і поршні у бокових посудинах розташовані на одній висоті. Як зміниться рівень води в посудинах, якщо на середній поршень покласти важок масою m2? Густина води ρ, прискорення вільного падіння g. | |  |
|  | **Рівень води у центральній посудині зміниться на**  **а у бічних на** | | |
|  | **15 балів** | | |
| 5 | Семикласники Сашко та Дарина для дослідження умов плавання тіл використали плоску льодинку, яка плавала у посудині з водою з температурою 0 °С. На льодинку вини розміщували різні тіла. Під час досліду виявилося, що за вантажу масою 100 г льодинка повністю занурилася у воду. Сашко запропонував охолодили льодинку у морозильній камері і знову провести дослідження. Дарина швидко охолодила льодинку і поклала у посудину з водою, яка як і в першому досліді мала температуру 0 °С. Після встановлення теплової рівноваги у посудині дослід повторили. Тепер для повного занурення льодинки у воду необхідно було покласти на неї вантаж масою 110 г. Визначити температуру до якої охолодили льодинку? Питома теплоємність льоду 2100 Дж/(кг·°С), питома теплота плавлення льоду 340 кДж/кг.  Нехай М0 – початкова маса льодинки, а М1 – маса льодинки після її охолодження, повторного занурення у воду та встановлення теплової рівноваги у посудині. Охолоджена льодинка нагрівається у посудині до 0 °С за рахунок тепла, що виділяється при намерзанні на неї маси льоду ∆М= М1- М0. Рівняння теплової рівноваги    Умови плавання льодинки до і після охолодження:      Після математичних перетворень отримаємо    **10 балів** | | |
|  |  | | |
| 6 | У 9 годин 15 хвилин температура повітря на вулиці була +17°С. На малюнку зображено термометр, який показує температуру повітря у 10 годин 45 хвилин. Знайдіть середню швидкість зростання температури за вказаний проміжок часу. |  | |
|  | 10°С/год | | |
|  | **5 балів** | | |

**9 клас**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | У машині, призначеній для топлення снігу, з ККД 25 % спалено 2 т сухих дров. Яку площу можна звільнити від снігу за температури -5 °С при спалюванні такої кількості палива, якщо товщина снігового покриву 50 см? Густина снігу 300 кг/м3, питома теплота згоряння сухих дров 8,3, питома теплоємність снігу 1680 , питома теплота плавлення снігу 3,3.  ***Розв’язок.*** Кількість теплоти, отримана при згорянні дров, дорівнює , де q – питома теплота згоряння сухих дров. Маса снігу, що розтанув , де h – товщина снігового покриву, ρ – густина снігу.  Тепло, що пішло на нагрівання снігу до 0 °С і його плавлення, , де с – питома теплоємність снігу, λ – питома теплота плавлення снігу.  Складемо рівняння теплового балансу: .  Підставивши замість m1 його значення, отримаємо: ,  звідки ; **S ≈ 83 м2.** | | |
|  | **10 балів** | | |
| 2 | Два хлопці біжать по стерні по колу з однаковою швидкістю, вирушаючи з одного місця в протилежні сторони, і зустрічаються через 40 с. Через який час вони зустрінуться, якщо четверту частину кола переорють і швидкість на ній буде вдвоє меншою?  ***Розв’язок.*** Шуканий час не залежить від початкового положення хлопців. Розглянемо випадок, коли вони знаходяться на межі зораної ділянки. Цю ділянку один з них пробіжить за час . За цей час другий пробіжить шлях і їм далі лишається бігти по стерні час . Час до зустрічі . До переорювання час був рівним , . | | |
|  | **10 балів** | | |
| 3 | Опалення кухні розроблено за допомогою системи електричного підігріву підлоги. Спочатку система працювала в базовому режимі і температура на кухні встановилася 18℃. Потім потужність системи збільшили в 4 рази, і температура зросла до 21℃. Яка температура буде на кухні, якщо базову потужність збільшити в 9 разів? Яка температура повітря на вулиці? | | |
|  | **10 балів** | | |
| 4 | Калориметр з водою і льодом підігрівають за допомогою дротини опором 800 Ом, по якій пропускають струм силою 1 А. На графіку наведено залежність температури в калориметрі t від часу τ. Визначити початкову масу лбьоду і початкову масу води. Питома теплота плавлення льоду 336 кДж/кг, питома теплоємність води 4200 Дж/(кг·℃). |  | |
|  | **2кг** | | |
|  | **10 балів** | | |
| 5 | До однорідної масивної балки довжиною 8*l* прикріпили дві пружини жорсткістю k (довша) і 2k (коротша). За довжиною пружини відрізнаються на *l.* Балку з пружинамивстановлюють на легкі тонкі поршні сполучених посудин, які заповнені рідиною з густиною ρ, площі перерізу яких S та 2S відповідно. Балка перебуває горизонтально в рівновазі. Визначити масу балки | |  |
|  |  | | |
|  | **10 балів** | | |
| 6 | **Винахідницька задача**  Всюдихід на надутих величезних гумових колесах рухається по Марсу. Але величезне каміння, провалля зменшують стійкість. Що робити? | | |
|  | Можна низько підвісити важкий вантаж – стійкість збільшиться, але вантаж буде чіплятися за виступи – зменшиться швидкість. Ще можна спустити повітря в колесах, але прохідність, швидкість зменшиться.  В такому випадку для підвищення стійкості в колесах поміщають кульки, які, перекочуючись, будуть весь час залишатися внизу. | | |
|  | **10 балів** | | |

**10 клас**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Два точкові заряди q1 = q і q2 = -5q, що перебували на відстані см, після дотику розвели на таку відстань, на якій сила взаємодії зарядів не змінилася. Визначте цю відстань.  ***Розв’язок.*** Після дотику заряди тіл  стали однойменними й однаковими за величиною. За законом збереження заряду  або . Звідси .  До дотику різнойменні заряди притягувалися із силою .  Після дотику однойменні заряди відштовхувалися із силою .  За умовою . Тоді . Звідси ; **= 2 см.** | |
|  | **10 балів** | |
| 2 | За який найменший час жук може переповзти між найвіддаленішими кутками кімнати розмірами 5×4×3 м при швидкості 5 см/с?  ***Розв’язок.*** Жук має повзти по двох площинах, шлях має бути найкоротшим. Якщо розгорнути ці дві грані так, щоб їх площини співпали, то найкоротший шлях виявляється гіпотенузою трикутника, один з катетів є одним з розмірів кімнати, а другий – сумою двох інших. Тому . Шлях буде найменшим, коли добуток bc буде найменшим, тобто коли b і c – найменші розміри кімнати.  , **t = 20с.** | |
|  | **10 балів** | |
| 3 | Коник-стрибунець піднімається між двох вертикальних стін висотою 15 м, перестрибуючи з однієї на іншу (див.малюнок). Сидячи на стіні, він може стрибнути у будь якому напрямку з фіксованою за модулем швидкістю. Якщо швидкість стрибка коника є рівною 4 м/с, то йому знадобиться не менш ніж 20 стрибків щоб досягти верху. При яких швидкостях стрибка такий підйом взагалі можливий? Опором повітря знехтувати. Прискорення вільного падіння 10 м/с2. |  |
|  | при | |
|  | **15 балів** | |
| 4 | Під настільною лампою, що знаходиться на висоті *1 м* над поверхнею столу, розташовані прямі рейки (проходять чітко під лампою). По ним зі швидкістю *1м/с* котиться вагончик із горизонтально розташованим на даху люстерком. З якою швидкістю «біжить» по стелі світловий «зайчик»? Висота стелі над поверхнею столу *2м*. | |
|  |  | |
|  | **10 балів** | |
| 5 | Провідник довжиною 50 см був притиснутий з двох кінців валиком шириною 12 см так, що середня частина залишилася незміненою. При цьому провідник подовжився на 4 см, не змінивши свого об’єму. Площа поперечного перерізу провідника зменшилася лише у притиснутих ділянках. У скільки разів змінився опір такого провідника?      Після математичних перетворень отримуємо | |
|  | **10 балів** | |
| 6 | **Винахідницька задача**  Дві однакові дротини, по яким течуть однакові струми. Дротини нагріваються. Коли вони нагріваються до більшої температури, якщо вони паралельні між собою і: **а)** розташовані горизонтально чи **б)** вертикально. | |
|  | При протіканні по провіднику струму виділяється тепло. Це тепло передається шарам повітря, що лежать біля поверхні провідника й наступним шарам, що лежать за ними. Внаслідок цього відбувається конвекція. Тепло піднімається догори. Таким чином, користуючись попередніми міркуваннями, можна зробити висновок, що: **а)** при розташуванні провідників горизонтально, вони нагріваються менше, так як тепло від них піднімається догори, віддаляючись від провідника. **б)** коли ж провідники розташовані вертикально, нагріте від нижньої частини провідників повітря, піднімаючись догори, весь час нагріває верхні частини провідника. Таким чином, провідники розташовані вертикально нагріваються до більшої температури. | |
|  | **10 балів** | |

**11 клас**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Пластинку покривають золотом у вакуумі за допомогою напилювання. Атоми золота, що попадають на пластинку, мають однакову енергію  Дж і створюють тиск 0,15 Па. За який час товщина покриття зростає на  м, якщо атомна маса золота 197, а густина 19300 кг/м3?  ***Розв’язок.*** Запишемо вираз для маси золота, що осідає на пластинці за час Δt. Очевидно, за час Δt на пластинці осядуть всі ті атоми золота, які були в об’ємі стовпчика з основою, що дорівнює площі пластинки S, і висотою , тобто , де n – число атомів в одиниці їх потоку,  - швидкість атомів і m – їх маса. З іншого боку, маса золота, що осідає за час Δt нам пластинці, дорівнює hSρ, тоді , звідки . Отже, для розв’язання задачі необхідно виразити число атомів n, їх швидкість  і масу m через задані в умові дані і підставити у формулу для Δt.  Число атомів в одиниці потоку n визначимо через тиск, який чинять атоми, ударяючись об пластинку. Для цього врахуємо, що удар атомів золота є абсолютно непружним і кожен атом при ударі передає пластинці імпульс . Тоді , звідки . Швидкість атома  можна визначити з формули кінетичної енергії , звідки . Маса атома . Тоді . **Δt ≈ 508 с.** | | | |
|  | **10 балів** | | | |
| 2 | Два конденсатори ємністю 2 мкФ і 3 мкФ включені в коло (рис. 1), яке містить джерело струму з електрорушійною силою 8,4 В. Визначте напругу на конденсаторах, якщо внутрішній опір джерела 0,4 Ом, а опори R1, R2 і R3 відповідно дорівнюють 3 Ом, 1 Ом і 5 Ом. | |  | |
|  | ***Розв’язок.*** Закон Ома для повного кола (див. рис. 1) запишеться у вигляді: .  Напруга на опорі R3: .  Ця напруга прикладена між точками А і В і дорівнює сумі напруг на обох конденсаторах: .  Так як , , то .  Тоді , звідки , ;  **=3 В, =2 В.** | | | |
|  | **10 балів** | | | |
| 3 | Паперовий пакет з мукою падає без початкової швидкості з висоти *4см* на чашу пружинних ваг. При цьому стрілка відхилилась до мітки *6кг*, й після припинення коливань зупинилась на відмітці *2кг*. Жорсткість пружини *1,5кН/м*. Знайдіть масу чашки.  Прискорення вільного падіння 10м/с2. | | | |
|  |  | | | |
|  | **10 балів** | | | |
| 4 | Визначте модуль сили електростатичного відштовхування двох маленьких заряджених кульок однакової маси *m*. Одна з них висить на нитці довжиною *L*, друга – на нитці довжиною *2L*. Кут між нитками *60°*. | | |  |
|  |  | | | |
|  | **10 балів** | | | |
| 5 |  | Діаметр вхідного отвору теплової гармати *D1=20см*, вихідного *D2=22см*. При стаціонарній роботі вентилятора й нагрівача швидкість повітря на вході й виході виявилася при різних тисках *p1=105Па* й *p2=1,05\*105Па* однаковою – *1,5м/с.* Знайдіть температуру *t2* повітря на виході й споживану потужність гармати, якщо на вході температура повітря *t1=7°С*. | | |
|  | Робота гармати йде на внутрішню енергію  Й на виконання роботи | | | |
|  | **10 балів** | | | |
| 6 | **Винахідницька задача**  Визначте висоту сосни в похмурий день. Оцінити похибку результату для ситуації, якби день був сонячним. | | | |
|  | Розв'язання Знову таки, ця задача поділяється на дві проблеми. Одна досить проста і звичайна для сонячного дня, а друга для похмурого дня спочатку може дуже спантеличити, але, зрештою, вона прекрасно розв'язується за допомогою лінійки і плоского дзеркала.  Спочатку учні можуть розв'язати задачу, помістивши дзеркало, горизонтально, і це виявляється головною умовою успішного вирішення цієї проблеми. З подоби трикутників *,* тобто все спочатку здавалося елементарним.  Але. намагаючись оцінити точність результату і проводячи повторні експерименти з тим самим деревом. з'ясовується, що результати дуже сильно відрізняються один від одного. У результаті проведення експериментів виявляється, що дуже велику похибку дає негоризонтальність дзеркала. Наприклад, непомітне відхилення від горизонталі дзеркала на 5°, може дати абсолютну похибку у півметра при висоті дерева в 10 метрів і такій же відстані до експериментатора.  Але найбільш несподіваний підхід виявляється у випадку підвищення точності вимірів. Можна помістити дзеркало на поплавці у воді, хоча технічно здійснити цей спосіб виявляється неможливим, тому що через рух поплавця не видно верхівки сосни. Найідеальнішим вирішенням цієї проблеми виявляється розміщення на поверхні дзеркала звичайної кульки від пінг-понгу: кулька нерухома в центрі дзеркала – значить, дзеркало лежить горизонтально! Геніальне вирішення проблеми! | | | |
|  | **10 балів** | | | |