Завдання й розв’язки ІІ етапу олімпіади з фізики у 2018-2019 навчальному році

**7 клас**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | У шприц налили воду і вкинули маленькі кульки. Розгляньте малюнок і визначте середній об’єм однієї кульки. | шприц_кульки |
|  | V=2•10-7м3 | |
| 2 | Лисиця доганяє зайця, а собака – лисицю. Відстань від зайця до лисиці 100 м, а від лисиці до собаки 120 м. Швидкість зайця 8 м/с, лисиці 9 м/с, собаки 11 м/с. Чи дожене лисиця зайця? | |
|  | Розв’язок  догнати зайця: 𝑡л=𝑆л/(𝑣л−𝑣з)=100 с.  догнати лисицю, собаці наобхідний час 𝑡с=𝑆с/(𝑣с−𝑣л)=60 с.  Лисиця не наздожене зайця, оскільки через 60 с її дожене собака. | |
| 3 | Хлопчик йде зі швидкістю 5 км/год, а його собака Рекс бігає навколо нього по колу радіуса R= 10 метрів зі швидкістю 5 м/с відносно хлопчика. Скільки кіл зробить Рекс, поки хлопчик пройде 1 км? | |
|  | З точки зору нерухомого спостерігача Рекс рухається зі змінною по модулю швидкістю по складній траєкторії з колами, а з точки зору хлопця Рекс рухається рівномірно по колу, тому пов’яжемо систему відліку з хлопцем.  Число кіл  n=t/T , де t = 0,2 години = 12 хв = 720 с – повний час руху  T – період «кружляння» собаки, який треба розрахувати. | |
| 4 | Кулька на нитці (нитяний маятник) коливається, маючи період коливань 2,4с. Інша кулька на нитці коливається, маючи період коливань 2,7с. Учень помітив, що кульки одночасно пройшли положення рівноваги, рухаючись зліва направо. Через який мінімальний проміжок часу вони знову одночасно пройдуть положення рівноваги, рухаючись зліва направо? | |
|  | Кульки знову пройдуть положення рівноваги тоді, коли перша кулька зробить рівно на одне коливання більше, ніж друга кулька. Отже, нехай друга кулька зробить *N* коливань за час *t*. Тоді перша кулька за цей же час зробить *N*+1 коливання. Можна записати дві рівності: *t*=*T*2⋅*N* і *t*=*T*1⋅(*N*+1). Тоді *T*2⋅*N*= *T*1⋅(*N*+1). Звідси . *t*=*T*2⋅*N*=21,6 с. | |
| 5 | Трактор тягне сінокосарку із середньою швидкістю 6,28 км/год. Яку площу трави можна прибрати за 8 годин роботи, якщо тракторист обідав 30 хвилин, а ширина захвату сінокосарки 14,5 м? | |
|  |  | |

**8 клас**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Довести, що сосиска при варінні частіше розривається вздовж, а не впоперек. Вважати, що оболонка сосиски має однакову міцність у різних напрямках. | |
|  | Розв’язування:  Рішенням задачі є розрахунок і порівняння сил, що діють на одиницю довжини периметра перерізу вздовж і впоперек сосиски (див. рис.)  d  d  d    Сила, що діє на одиницю довжини периметра поздовжнього перерізу визначається: .  Сила, що діє на одиницю довжини периметра поперечного перерізу визначається: .  Співвідношення цих сил:  .  Якщо >d, то сосиска (труба під тиском)розірветься вздовж, що і відбувається на практиці. За іншого співвідношення між  і d лінія розриву може бути інакшою. | |
| 2 | Дві електрички довжиною L = 200 м кожна рухаються назустріч одна одній. Швидкість першої електрички менша, ніж другої, і дорівнює υ1 = 40 км/год. Відстань між точкою зустрічі перших вагонів електричок і точкою розходження останніх вагонів електричок дорівнює d = 40 м. Визначити швидкість υ2 другої електрички. | |
|  | Розв’язування:  d  L      Протягом часу від моменту зустрічі електричок до моменту їх розходження перша електричка пройшла відстань (L – d), а друга – (L + d). Час руху першої електрички від моменту зустрічі з першим вагоном другої до моменту зустрічі останнього вагону першої електрички з останнім вагоном другої дорівнює t1 =  t2 =  Так як t1 = t2, то = , отримаємо: | |
| 3 | У теплоізольованій посудині з водою плаває кусочок льоду масою 1 кг, у який вмерзла свинцева дробинка. Коли кусочку льоду надали 32 кДж теплоти, він почав тонути. Яка маса дробинки? Густина льоду 0,9 г/см3, питома теплота плавлення льоду 340 кДж/кг, густина свинцю 11,3 г/см3. | |
|  | Розв’язок  Після того, як лід отримав теплоту, його маса стала 𝑚л=𝑚−𝑄𝜆.  Коли кусочок льоду починає тонути, він повністю занурюється в воду, тому сила тяжіння, яка діє на лід з дробинкою, повинна урівноважуватися силою Архімеда: (𝑚л+𝑚д)g=𝜌вg(𝑉л+𝑉д), 𝑉л=𝑚л𝜌л, 𝑉д=𝑚д𝜌с. → 𝑚д=(𝑚−𝑄𝜆)(𝜌в−𝜌л)𝜌с𝜌л(𝜌с−𝜌в) | |
| 4 | До дна басейну, заповненого водою, прив’язана дитяча гумова кулька, наповнена воднем. Як зміниться потенціальна енергія води в басейні, якщо кулька лопне? Відповідь обгрунтуйте. | |
|  | Розв’язок  Після того, як кулька лопне, водень вийде з води, а його місце заповниться водою, яка буде мати об’єм, такий же як і кулька. Потенціальна енергія цієї води при русі з поверхні води до місця розташування кульки зменшиться на величину ΔЕ=𝑚вgℎ=𝜌в𝑉кgℎ, де 𝜌в – густина води, 𝑉к – об’єм кульки, ℎ – глибина басейну. | |
|  | Одного разу у відомого американського ілюзіоніста Девіда Блейна зламалися терези. Для зважування він використав гідравлічний прес. Він наніс сантиметрові позначки висоти на ліву, вузьку трубку гідравлічного пресу; вантаж розміщував на великому поршні справа. По зміні рівня води у вузькій трубці Девід визначив масу кішки, вона рівна 5 см. Знайти масу кішки в кілограмах, якщо площа поршнів 0,1 м2 і 100 см2 відповідно, густина води 1000 кг/м3. |  |
|  |  | |

**9 клас**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | натягПровідник довжиною 0,5 м і масою 0,5 г підвішений горизонтально на двох невагомих нитках в однорідному магнітному полі з індукцією 24,5мТл. Який струм і в якому напрямку треба пропустити через провідник, щоб одна з ниток розірвалася, якщо нитка витримує навантаження 39,25 мН? | | |
|  | 6А, вліво | | |
|  | Якщо температура на вулиці t0 = -20 ºC, батарея опалення підтримує в кімнаті температуру t1 = 16 ºC. Коли крім батареї увімкнули електроплитку потужністю Р1 = 1 кВт, то в кімнаті встановилася температура t2 = 22 ºC. Визначити теплову потужність батареї опалення. Врахувати, що теплопередача від одного тіла до другого пропорційна різниці температур цих тіл. | | |
|  | Розв’язування:  За умовою задачі теплопередача від одного тіла до другого пропорційна різниці температур цих тіл, тому потужність батареї опалення Р2 пропорційна різниці температур: Р2 = k (t1 – t0). Також Р1 + Р2 = k (t2 – t0).  Отримаємо: | | |
|  | Собачка Фібі біжить по квадратній доріжці з стороною 2𝑎 навколо вертикальної квадратної дзеркальної колони з стороною 𝑎. Який шлях пройшли в сумі всі його уявні зображення? Відстань між доріжкою й колоною постійна. |  | |
|  | Розв’язок  Дзеркала плоскі, тому уявні зображення собачки Фібі в дзеркалі розміщуються на такій же відстані від поверхні дзеркала, як і сама Фібі. Отже, шлях, який пройде уявне зображення дорівнює шляху собачки. Розглянемо, скільки уявних зображень Фібі утворюється в даній оптичній системі та коли ці зображення існують. Дзеркало створює зображення не лише тоді, коли собачка знаходиться безпосередньо перед ним, але й поки вона не зайде за дзеркало.  На малюнку світло-сірим кольором помічені області, у яких у Фібі існує лише одне уявне зображення, а темно-сірим – області, де цих зображення два. Отже, існують 4 області одного типу та 4 області іншого. Оскільки сторона доріжки дорівнює 2𝑎, а сторона колони – 𝑎, то в середині любої області Фібі проходить шлях 𝑎. Таким чином, сумарний шлях усіх уявних зображень Фібі під час одного обходу навколо дзеркальної колони 𝑆=4𝑎+4∙2𝑎=12𝑎 |  | |
|  | За лисицею, що біжить прямолінійно та рівномірно зі швидкістю υ1, женеться собака, швидкість якої υ2 постійна за абсолютною величиною і спрямована весь час на лисицю. В той час, коли швидкості υ1 і υ2 стали взаємно перпендикулярними, відстань між собакою та лисицею дорівнювала . Яким було прискорення собаки у цей момент? | | |
|  | Розв’язування:  Відповідно до умови задачі прискорення руху лисиці дорівнює 0. Протягом малого проміжку часу Δt собака біжить по дузі кола радіусом R. Прискорення руху собаки – доцентрове і дорівнює  Розглянемо ΔCAD та ΔCPO, вони прямокутні. В ΔCPO  В ΔCAD  маємо  Отже:  α  α      D  A  C  O  R      Р | | |
|  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | № | U, В | А1, мА | А2, мА | | 1 | 2 | 1 | 0 | | 2 | 14 | 3 | 2 |   Петрик зібрав електричну схему з ідеальних амперметрів й легкоплавких резисторів. Потім почав збільшувати напругу прикладену до схеми. Внаслідок експерименту розплавився резистор R3. У приведеній таблиці вказані значення напруги й покази амперметрів до розплавлення резистора R3 (№1) й після (№2). Знайдіть опори всіх резисторів.  Примітка: Після розплавлення, резистор перестає проводити струм | |  |
|  |  | | |

**10 клас**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | По краю каруселі радіусом 5 м, яка обертається з кутовою швидкість 0.1 рад/с, йде хлопець. Визначити прискорення, з яким рухається хлопець відносно землі, якщо відомо, що, повертаючи назад і йдучи по каруселі з попередньою швидкістю, хлопець перестав переміщатися відносно землі. | |
|  | Розв’язок  Коли хлопець, змінивши напрям свого руху, перестав переміщатися відносно землі, швидкість 𝑣′ його руху по каруселі стала дорівнювати лінійній швидкості 𝜔𝑅 переферійних точок каруселі відносно землі: 𝑣′= 𝜔𝑅 (названі швидкості протилежно спрямовані). Швидкість хлопця відносно землі до того, як він змінив напрям свого руху, дорівнювала 𝜔𝑅, отже, 𝑣=𝜔𝑅+𝑣′=𝜔𝑅. Хлопець рухався по колу радіуса 𝑅 з доцентровим прискоренням 𝑎=𝑣2/𝑅=4𝜔2𝑅=0,2 м/с2 відносно землі. | |
|  | На двох колодах, закріплених на горизонтальній поверхні, лежить широка дошка довжиною *l* = 10 м і масою *m* = 40 кг. На кінці дошки стають два хлопчики масами *m*1 = 50 кг і *m*2 = 60 кг і починають одночасно рухатися назустріч один одному зі швидкостями *υ*1 = 1 м/с і*υ*2 = 1,5 м/с відповідно. Через деякий час після початку руху хлопчиків сили, що діють на дошку з боку колод, стають однаковими. Визначити цей час і ці сили. Деформацією дошки знехтувати | |
|  | Розв’язок  За час *t* хлопчики пройдуть по дошці відстані  і . Запишемо правило моментів для точок О1 і О2, в яких дошка спирається на колоди:  (1) і  (2), де *N*1 і *N*2 – сили, що діють на дошку з боку колод. Оскільки за умовою вони повинні стати однаковими *N*1 = *N*2, то  . Звідси час .;  *t*=1,25 с.; *N*=750 Н. | |
|  | Згідно з моделлю Бора, ядро атома водню утворює протон (заряд +1,6∙10−19Кл), навколо якого вздовж кола радіусом 5,3∙10−11 м зі швидкістю 2,2∙106 рухається електрон (заряд – −1,6∙10−19 Кл). Оскільки електричний струм – це напрямлений рух заряджених частинок, орбіту електрона можна вважати як маленьке коло зі струмом. Визначте напрямок і величину відповідної сили струму. Уявіть тепер, що атом водню перебуває в магнітному полі. Зробіть рисунок і поясніть, як до напрямку магнітного поля повинна розташовуватися площина орбіти електрона в атомі водню. | |
|  | Розв’язок | За період уздовж кола проходить один заряд електрона. Оскільки заряд електрона від’ємний, струм буде спрямований протилежно напрямку руху електрона. Сила струму 𝐼=𝑞/𝑇=𝑞/𝑣2𝜋𝑟≈1 мА. Унаслідок магнітної дії струму магнітне поле має обернути контур так, як зображено на рисунку. |
|  | Тонка збиральна лінза з фокусною відстанню F впритул прикладена до плоского дзеркала. Зображення прямокутника МАВС (точки М і С лежать на головній оптичній осі ML лінзи) в цій оптичній системі є трапеція МА′В′С′ з основами МА′ і С′В′. Знайти відстань від точки М до лінзи, а також довжини основ МА′ і С′В′ і висоту С′М трапеції МА′В′С′. Довжини сторін прямокутника АВ = ɑ і МА = b, при . | |
|  | Дві невагомі пластини притулені до паралельних вертикальних стінок. До центру кожної з пластин невагомими нерозтяжнимими нитками довжиною **ℓ** прив´язали вантаж. Пластини розташовані із зовнішнього боку стінок на одній висоті, в стінках зроблені отвори для ниток. На якій мінімальній відстані повинні знаходитися стінки, щоб система перебувала у стані рівноваги? Коефіцієнт тертя пластин об стінки дорівнює **µ** |  |
|  |  | |

**11 клас**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. | У калориметр помістили суміш води й льоду і рівномірно нагрівають її. Графік залежності температури від часу зображено на рисунку. Визначте початкове співвідношення мас води і льоду. Коли температура знову почне змінюватися?  св = 4,2·103 Дж/(кг·К), λ = 3,35·105 Дж/кг, r = 2,3·106 Дж/кг. | | |
|  |  | | |
| 2. | У запаяній трубці, що стоїть вертикально відкритим кінцем догори, під стовпчиком ртуті заввишки 4 см міститься повітря, відносна вологість якого 70 %. Якою стане відносна вологість, якщо трубку повернути відкритим кінцем донизу? Ртуть із трубки не виливається. Атмосферний тиск дорівнює 760 мм.рт.ст., густина ртуті 13,6 г/см³. | | |
|  | Розв’язок  Відносна вологість у І та ІІ станах: 𝜑1=𝜌1/𝜌н=𝑚/(𝑉1𝜌н), 𝜑2=𝜌2/𝜌н=𝑚/(𝑉2𝜌н). Тоді 𝜑1/𝜑2=𝑉2/𝑉1.  За законом Бойля-Маріота 𝑝1𝑉1= 𝑝2𝑉2 → 𝑉2/𝑉1=р1/р2. → 𝜑1/𝜑2=р1/р2 .  У першому випадку тиск повітря урівноважується тиском стовпчика ртуті та атмосферним тиском 𝑝1=𝜌𝑔ℎ+𝑝𝑎.  У другому – тисками стовпчиків ртуті та повітря, тому 𝑝2=𝑝𝑎−𝜌𝑔ℎ.  𝜑2=𝜑1(𝜌𝑔ℎ+𝑝𝑎)/(𝑝𝑎−𝜌𝑔ℎ)=78%. |  | |
| 3. | Кульку масою *m* і зарядом +*q* утримують в однорідному електричному полі напруженістю *Е* на висоті *h* над горизонтальною поверхнею. Силові лінії електричного поля напрямлені горизонтально зліва направо. Кульку відпускають. Який шлях вона пройде до першого удару об поверхню? Яка відстань вздовж плити між точками першого та другого відскоку? Вважати, що кулька відбивається від поверхні без втрат енергії. Схематично зобразити траєкторію кульки від початку руху до другого відскоку. | | |
|  | Нехай початок системи координат знаходиться на горизонтальній поверхні, напрямок осі О*х* збігається з напрямком напруженості електричного поля, вісь О*y* напрямлена вертикально вгору і проходить через початкову точку руху кульки. До першого відскоку кулька рухається рівноприскорено як у горизонтальному так і у вертикальному напрямках.  (1). (2).  Прискорення кульки визначимо з ІІ закону Ньютона . Звідси .  Отже . Час падіння . Підставимо в (1). (3).  Як бачимо, залежність координати *y* від координати *x* лінійна, отже траєкторія руху пряма лінія. Щоб знайти шлях знайдемо координати точки падіння. В момент падіння *y*=0, тоді з рівняння (3) . Отже шлях .  траекторыяПісля пружного відбивання кулька у вертикальному напрямку рухається рівносповільнено. Її вертикальна складова швидкості зменшується, досягнувши нуля у верхній точці траєкторії через час *t* (час падіння кульки з початкового положення) після першого відскоку і за цей же час кулька знову впаде на горизонтальну поверхню. Отже від початку руху до другого відскоку пройде час 3*t* і в горизонтальному напрямку кулька пройде відстань . Тоді відстань між точками першого і другого відскоку *s*=8*х*=. | | |
| 4. | До батареї з ЕРС і невідомим внутрішнім опором підключені послідовно амперметр і вольтметр з деякими невідомими внутрішніми  опорами. Якщо паралельно вольтметру включити деякий опір, то покази амперметра збільшилися в 2 рази, а вольтметра в 2 рази зменшилися. Знайти показання вольтметра до включення в коло опору. | | |
|  | Легка циліндрична посудина з рідиною стоїть на двох симетричних опорах. Над однією з них в середині посудини прив´язана до дна цілковито занурена у рідину кулька об´ємом 10 см3 і густиною 500 кг/м3. Густина рідини 1200 кг/м3.  Знайдіть модуль різниці сил реакції опор. | |  |
|  |  | | |