

Міністерство освіти і науки України
ХЛП Всеукраїнська олімпіада юних фізиків, м. Хмельницький, 2005
Теоретичний тур

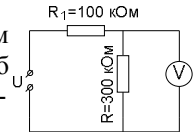
8 клас

1. На двох порожніх кубиках, що плавають у воді, лежить невагома паличка. Розміри ребер кубиків становлять $a_1=0,1$ м і $a_2=0,2$ м. Скільки води треба налити в один із кубиків, щоб паличка лежала горизонтально? Маса кубиків $m_1=0,05$ кг і $m_2=0,1$ кг. Товщиною стінок знехтувати. Густина води $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м³.



2. Два однакові теплоізоляовані калориметри висотою $h=75$ см заповнені на третину один – льодом, другий – водою при температурі $t = 10$ °С. Воду з другого калориметра переливають у перший, і при цьому калориметр виявляється заповненим на дві третини. Після того як температура в калориметрі встановилась, рівень його заповнення зріс на $\Delta h = 0,5$ см. Яка була початкова температура льоду в калориметрі? Густина льоду – $\rho_{\text{л}} = 0,9 \cdot 10^3$ кг/м³, густина води – $\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3$ кг/м³, питома теплоємність льоду – $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К), питома теплоємність води – $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К), питома теплота плавлення льоду – $\lambda = 3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг.

3. У схемі вольтметр вимірює напругу на резисторі опором $R = 300$ кОм. Яким має бути опір вольтметра для того, щоб його покази відрізнялись від дійсного значення U_R не більше ніж на 20%? Напруга U підтримується постійною.

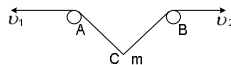


4. Першого разу в пробірку налили води при температурі t . Дно пробірки занурили у велику кількість води при температурі на Δt більшій. Вода в пробірці нагрілась до температури $t + \Delta t$ за час τ_1 . Другого разу в пробірку налили води при температурі t . Дно пробірки занурили у велику кількість води при температурі $t - \Delta t$. Вода в пробірці охолонула до температури $t - \Delta t$ за час τ_2 . Що більше: τ_1 чи τ_2 ? Вважати, що процес теплообміну здійснюється лише через дно пробірки.

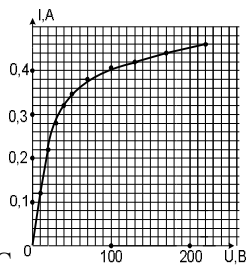
5. Пішохід пройшов $4/7$ вузького моста, коли він помітив машину, яка наближалась до нього спереду і з якою він не зміг би розминутися. Все-таки він продовжував іти й дійшов до кінця мосту одночасно з машиною. Виявилось, що коли б він повернувся назад, помітивши машину, то підійшов би до початку мосту також одночасно з машиною. Вважаючи, що пішохід і машина весь час рухалися із постійною швидкістю, знайти відношення їхніх швидкостей.

9 клас

1. Точкове тіло масою m підіймають за допомогою двох нерозтяжних і невагомих ниток, що перекинуті через нерухомі блоки A і B . Кінці ниток рухаються горизонтально зі сталими швидкостями $v_1 = 3,00$ м/с та $v_2 = 6,00$ м/с. Вважаючи блоки ідеальними, знайдіть натяги ниток у положенні, коли $AC = AB = BC = 10,0$ м.



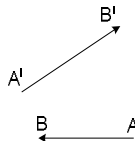
2. Опір електричної лампочки збільшується зі збільшенням температури нитки розжарювання. Залежність сили струму через нитку лампочки від прикладеної напруги подана на рисунку. Визначте найбільший і найменший опір лампочки. Оцініть середнє значення температурного коефіцієнта опору матеріалу нитки розжарювання, якщо відомо, що при напрузі 220 В температура нитки становить 2000°C .



3. У посудині містяться дві незмішувані рідини з густинами ρ_1 і ρ_2 і товщинами h_1 і h_2 відповідно. На поверхню рідини кладуть маленьке тіло обтічної форми, яке досягає дна якраз у той момент, коли його швидкість стає рівною нулеві. Визначте густину матеріалу, з якого виготовлено тіло.

4. У центрі днища прямокутної баржі з вертикальними бортами довжиною $a = 80$ м, шириною $b = 10$ м і висотою $c = 5$ м утворився отвір діаметром $d = 1$ см. Оцініть час, за який баржа затоне, якщо не відкачувати воду. Баржа відкрита, вантажу на ній немає, початкова висота бортів над рівнем води – $h = 3,75$ м.

5. На рисунку показано предмет AB і його зображення $A'B'$, одержане в лінзі. Визначити побудовою розміщення лінзи і її головних фокусів.



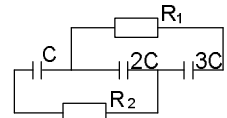
10 клас

1. Автомобіль скочується з вимкненим двигуном і постійною швидкістю v з гірки, кут нахилу якої дорівнює α . Відстань між осями коліс автомобіля L , а його центр мас знаходиться посередині між осями на висоті h над дорогою. Вважаючи силу тертя кочення прямо пропорційною навантаженню на вісь, визначити гальмівний шлях автомобіля після раптового гальмування з повним блокуванням задніх коліс, коефіцієнт тертя ковзання яких по дорозі дорівнює k .

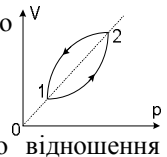
2. Стінки циркового льодового майданчика мають форму кола радіуса $r = 7$ м. Клоун - хокеїст б'є по шайбі і надає їй поступального руху в напрямку протилежної стінки майданчика. Шайба перетинає майданчик на відстані $d_0 = 4$ м від його центру, після удару відскакує від стінки, знову перетинає майданчик, знову відбивається, і так багато разів. Визначити, на якій відстані d від центру майданчика буде проходити шайба після великої кількості відбиттів. Шайбу вважати однорідним диском. Тертям об лід знехтувати. Вважати, що при ударі шайби об стінку нормальна складова швидкості не змінюється за величиною.

3. Три конденсатори ємностями C , $2C$ і $3C$ з'єднані послідовно і приєднані до джерела е.р.с. $\varepsilon = 30$ В.

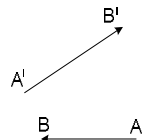
Після зарядки конденсаторів їх відключили від джерела і одночасно до них приєднали два резистори так, як показано на рисунку. Яка кількість теплоти виділиться на резисторах, якщо $C = 3$ мкФ.



4. Як робоче тіло в тепловій машині використовується постійна маса ідеального одноатомного газу, зміну стану якого зображено на pV -діаграмі. При належному виборі масштабів по осях цієї діаграми цикл зображається двома чвертями кіл, причому точки перетину дуг 1 і 2 лежать на бісектрисі кута, утвореного осями діаграми. Визначити ККД циклу, якщо відношення максимального і мінімального об'ємів газу в цьому циклі дорівнює $n = 3$.



5. На рисунку показано предмет AB і його зображення $A'B'$, одержане в лінзі. Визначити побудовою розміщення лінзи і її головних фокусів.

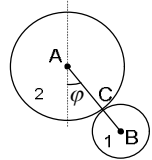


11 клас

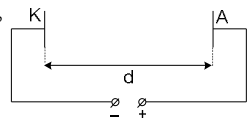
1. За повідомленням інформаційних агентств, у ніч на середу 16. 02. 2005р. російський центр керування польотами провів коригування орбіти Міжнародної космічної станції (МКС). Двигуни пристикованого до МКС космічного апарата працювали 456 с. В результаті операції орбіта станції була піднята на 3,3 км і збільшена до розрахункової висоти приблизно 360 км над Землею. Під час коригування орбіти екіпаж станції спав. На основі отриманої інформації оцініть, у скільки разів штучна сила тяжіння, що виникла на станції під час роботи двигунів, була менша від сили тяжіння на поверхні Землі.

2. Ізольована металева куля радіусом $R = 8$ см має заряд $q_1 = 1$ нКл. На відстані $d = 3R$ від поверхні кулі знаходиться точковий заряд $q_2 = -4$ нКл. Визначити: 1) силу взаємодії між зарядом q_2 і кулею; 2) відстань від центру кулі до точки A , в якій напруженість електричного поля дорівнює нулю; 3) потенціал φ_A поля в цій точці і форму екіпотенціальної поверхні $\varphi = \varphi_A$ поблизу точки A ; 4) прискорення точкового заряду $q_3 = 3$ нКл, який помістили в точку A , в момент часу, коли його відпустили. Маса заряду q_3 дорівнює $m = 4$ мг. Вважати, що потенціал, який створює заряд на нескінченності, дорівнює нулю. Для малих ε ($|\varepsilon| \ll 1$) можна користуватись наближеною формулою $(1 + \varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon + (1/2)n(n-1)\varepsilon^2$.

3. Центри двох дисків з'єднані стержнем AB довжиною L . Шарніри A і B допускають відносний обертальний рух між стержнем і дисками. Диски притиснуті один до одного. В точці C контакту ковзання циліндричних поверхонь відсутне. Система з нерухомим диском 2 використовується як фізичний маятник. Диск 1 зі стержнем коливається щодо осі A . Знайти період коливань маятника при малих відхиленнях стержня від положення стійкої рівноваги. Масою стержня та втратами енергії на тертя знехтувати.



4. Між катодом і анодом, розташованими на віддалі d , прикладена деяка напруга. Міжелектродний проміжок заповнений газом. Під дією ультрафіолетового випромінювання з катоду виходять електрони, які утворюють струм i_0 . Середня кількість актів іонізації атомів нейтрального газу, які здійснює один електрон на одиниці довжини шляху, дорівнює α ($\alpha d \gg 1$), так, що концентрація електронів у точках x_0 та x



пов'язані співвідношенням $n(x) = n(x_0)e^{\alpha(x-x_0)}$. Позитивні іони, що утворюються в результаті іонізації газу, падають на катод, вибивають із нього електрони і нейтралізуються, при цьому на один іон в середньому припадає $\gamma (\gamma \ll 1)$ вибитих вільних електронів. Як будуть розподілені по довжині міжелектродного проміжку струми електронів та іонів? За якої умови розряд стане самостійним? Вплив об'ємного заряду, що виникає в системі, на рух заряджених частинок не враховувати. Газ вважати слабо іонізованим (концентрації електронів та іонів значно менші від концентрації нейтральних атомів). Крайовими ефектами знехтувати.

5. Як робоче тіло в тепловій машині використовується постійна маса ідеального одноатомного газу, зміну стану якого зображено на pV - діаграмі. При належному виборі масштабів по осях цієї діаграми цикл зображається двома чвертями кіла, причому точки перетину дуг 1 і 2 лежать на бісектрисі кута, утвореного осями діаграми. Визначити ККД циклу, якщо відношення максимального і мінімального об'ємів газу в цьому циклі дорівнює $n = 3$. Як зміниться значення шуканої величини, якщо цикл провести в зворотньому напрямку?

