

Теоретичний тур 10-й клас

1. Два циліндри котяться без проковзування по горизонтальному столу. Згори на них лежить дошка (мал.1). Осі циліндрів паралельні. Визначте швидкість дошки щодо стола в момент, коли модуль відносної швидкості найближчих одна до одної точок циліндрів дорівнює v , а площа дошки утворює з площиною стола кут α .

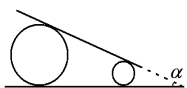
2. Однорідний стрижень, що лежить на нерухомій циліндричній поверхні, утримується в горизонтальному положенні з допомогою нитки (мал. 2). Після перерізання нитки стрижень починає перекочуватись без ковзання по нерухомій циліндричній поверхні і здійснює повільно затухаючі коливання. Знайти кут α_0 , на який врешті-решт повернеться стрижень відносно початкового горизонтального положення, якщо максимальний кут повороту дорівнює α . Визначте області значень кутів α та α_0 , що задовольняють умову задачі.

3. Відчуття об'ємності виникає внаслідок відмінності зображення того самого предмета для лівого і правого ока. На плоскому екрані одночасно створюються два зображення, одне з яких призначене для лівого ока, а друге для правого. Для розділення зображень одягають спеціальні окуляри. Уявіть, що Ви сидите в таких окулярах перед 3D-монитором і спостерігаєте модулювання обертання Місяця навколо Землі. Земля розташована в центрі монітора, навкруги неї в площині, перпендикулярній екрану, яка проходить через Ваші очі, обертається двосантиметрова кулька Місяця, то виходячи за площину екрана і наближаючись до Вас, то йдучи вглиб екрана і віддаляючись. Вважаючи, що радіус орбіти Місяця 20 см, а віддаль від екрана до Ваших очей 60 см, схематично в масштабі 1:4 побудуйте зображення на плоскому екрані монітора, що формують у глядача три об'єми рівновіддалені положення Місяця при її русі по орбіті, починаючи з моменту, коли Місяць максимально віддалений. Оцініть, у скільки разів максимальна швидкість плоского зображення на екрані більша від швидкості колового руху Місяця, а швидкість колового руху Місяця більше середньої (за період обертання) швидкості плоского зображення на екрані. Чи зміниться сприйняття руху Місяця, якщо дивитися на екран збоку? Якщо зміниться, то як саме? Вважайте, що віддаль між зіницями дорівнює 6 см.

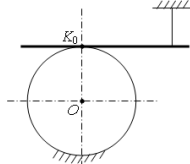
4. Проаналізуйте наведені у таблиці дані і спробуйте знайти закономірність. Запропонуйте гіпотезу* щодо молярної теплоємності** C_m твердих тіл. Розрахуйте значення теплоємності, яка припадає на один атом. Вважаючи, що у твердому стані кінетична енергія кожного атома твердого тіла дорівнює потенціальній, запропонуйте гіпотезу щодо молярної теплоємності одноатомного ідеального газу, частинки якого вільно літають у наданому об'ємі і не взаємодіють між собою. Знайдіть температуру, яка встановиться у теплоізолюванні барокамері, заповненій 8 кг гелію при температурі 0°C , якщо в неї помістити титанову деталь масою 5 кг, нагріту до 300°C . Внутрішня тонкостінна оболонка барокамери також виготовлена з титану масою 5 кг. Молярні маси гелію і титану відповідно 4 г/моль і 48 г/моль. *Гіпотеза – припущення, здогадка; **молярна теплоємність – це теплоємність одного моля речовини, який складається з $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ атомів чи молекул.

5. На гладенький довгий горизонтально розташований стержень надіто три кульки масою m кожна та одна кулька масою $2m$ (мал. 1) У початковий момент всі кульки ковзають вздовж стержня ліворуч із деякими невідомими за величиною швидкостями (відомо, що $v_1 < v_2 < v_3$). Після зіткнення важка кулька отримує швидкість v , а всі легкі зупиняються. Нехтуючи тертям кульок об стержень і вважаючи всі зіткнення абсолютно пружними, визначте швидкість кожної легкої кульки до зіткнення.

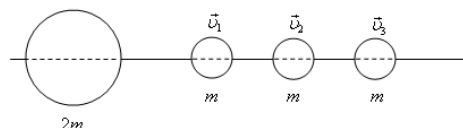
Задачі запропонували С.У.Гончаренко (1), А.П.Федоренко (2), О.Ю.Орлянський (3-4), В.Ф.Заболотний (5).



Мал. 1.



Мал. 2.



Мал. 3.

Теоретический тур, 10-й класс

1. Два цилиндра катятся без проскальзывания по горизонтальному столу. Сверху на них лежит доска (рис.1). Оси цилиндров параллельны. Определите скорость доски относительно стола в момент, когда модуль относительной скорости ближайших друг к другу точек цилиндров равен v , а плоскость доски образует с плоскостью стола угол α .

2. Однородный стержень, лежащий на неподвижной цилиндрической поверхности, удерживается в горизонтальном положении с помощью нити (рис. 2). После перерезания нити стержень начинает перекачиваться без проскальзывания по неподвижной цилиндрической поверхности и совершает медленно затухающие колебания. Найти угол α_0 , на который в конце концов повернется стержень относительно начального горизонтального положения, если максимальный угол поворота равен α . Определите области значений углов α и α_0 , удовлетворяющие условию задачи.

3. Ощущение объемности возникает вследствие различия изображения одного и того же предмета для левого и правого глаза. На плоском экране одновременно создаются два изображения, одно из которых предназначено для левого глаза, а другое для правого. Для разделения изображений надевают специальные очки. Представьте, что Вы сидите в таких очках перед 3D-монитором и наблюдаете моделирование вращения Луны вокруг Земли. Земля расположена в центре монитора, вокруг нее в плоскости, перпендикулярной экрану и проходящей через Ваши глаза, вращается двухсантиметровый шарик Луны, то выходя за плоскость экрана и приближаясь к Вам, то уходя вглубь экрана и удаляясь. Считая, что радиус орбиты Луны 20 см, а расстояние от экрана до Ваших глаз 60 см, схематически в масштабе 1:4 постройте изображения на плоском экране монитора, которые формируют у зрителя три объемные равноотстоящие положения Луны при ее движении по орбите, начиная с момента, когда Луна максимально удалена. Оцените, во сколько раз максимальная скорость плоского изображения на экране больше скорости кругового движения Луны, а скорость кругового движения Луны больше средней (за период вращения) скорости плоского изображения на экране. Изменится ли восприятие движения Луны, если смотреть на экран сбоку? Если да, то как именно? Считайте, что расстояние между зрачками равно 6 см.

4. Проанализируйте приведенные в таблице данные и попробуйте найти закономерность. Предложите гипотезу* о молярной теплоемкости** C_m твердых тел. Рассчитайте значение теплоемкости, приходящейся на один атом. Считая, что в твердом состоянии кинетическая энергия каждого атома твердого тела равна потенциальной, предложите гипотезу о молярной теплоемкости одноатомного идеального газа, частицы которого свободно летают в заданном объеме и не взаимодействуют между собой. Найдите температуру, которая установится в теплоизолированной барокамере, заполненной 8 кг гелия при температуре 0°C , если в нее поместить титановую деталь массой 5 кг, нагретую до 300°C . Внутренняя тонкостенная оболочка барокамеры также изготовлена из титана массой 5 кг. Молярные массы гелия и титана соответственно 4 г/моль и 48 г/моль. *Гипотеза – предположение, догадка; **молярная теплоемкость – это теплоемкость одного моля вещества, состоящего из $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ атомов или молекул.

5. На гладкий длинный горизонтально расположенный стержень надето три шарика массой m каждый и один шарик массой $2m$ (рис. 1) В начальный момент все шарики скользят вдоль стержня влево с некоторыми неизвестными по величине скоростями (известно, что $v_1 < v_2 < v_3$). После соударений тяжелый шарик приобретает скорость v , а все легкие останавливаются. Пренебрегая трением шариков о стержень и считая все соударения абсолютно упругими, определите скорость каждого легкого шарика до соударения.

Задачи предложили С.У.Гончаренко (1), А.П.Федоренко (2), О.Ю.Орлянський (3-4), В.Ф.Заболотний (5).

	Алюміній	Залізо	Мідь	Срібло	Золото
Молярна маса, г/моль	27,0	55,8	63,5	108	197
Питома теплоємність, Дж/(кг·град)	900	443	385	237	129