

Пролетно национално състезание по физика,

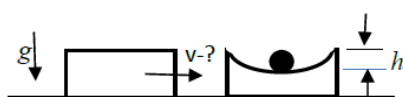
8-10.03.2024 г., гр. Кърджали

Тема за пета възрастова група (11. клас)

Задача 1.

Част 1. Стар вагон, пълен с тухли, се движи по хоризонтални гладки релси със скорост v . Масата на вагона с целия товар е равна на M , а масата на една тухла е m . По време на движение една от тухлите изпада от вагона през дупка в пода.

Намерете скоростта на вагона u след като тухлата е изпаднала от него. (0,5 т)



Фиг. 1

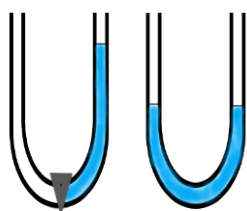
Част 2. Върху гладки релси, със скорост v и маса m , се движи вагон. Той се удря в неподвижна товарна платформа, която има маса M ($M = 2m$). В платформата е направена гладка сферична вдлъбнатина с дълбочина $h = 5$ mm. В платформата е поставена масивна топка с маса $m_1 = 0,1m$.

А) На колко е равна скоростта на топката v_1 , непосредствено след удара на вагона в платформата? (0,5 т)

Б) Изразете скоростта на платформата u (веднага след удара) чрез скоростта на вагона v . (3 т)

В) Намерете скоростта на вагона v , ако е известно, че това е минималната скорост, при която топката m_1 изскача от платформата. Триене няма. (5 т)

Част 3. Обяснете парадокса. Къде изчезна потенциалната енергия?

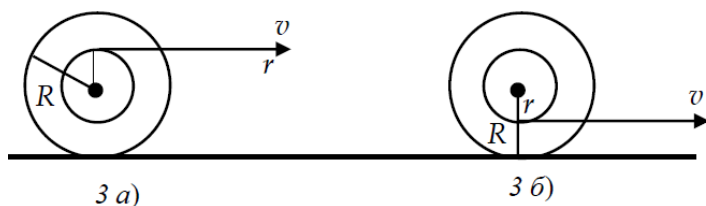


В U-образна тръба със затворен кран е налята течност в едното коляно до височина h . Ясно е, че потенциалната енергия на течността е $mgh/2$. След като се отвори крана, течността ще извърши няколко трептения в тръбата и най-накрая ще спре, като ще има една и съща височина $h/2$ в двете колена. Ясно е, че потенциалната енергия на водата в този случай ще бъде $mgh/4$. Къде е „изчезнала“ част от потенциалната енергия на течността? (1 т)

Задача 2. Пакостите на Том Сойер в час по физика

Част 1. Игра с макара и конец

Том Сойер е герой на Марк Твен, известен със своите пакости. Том си играе в час по физика с макара, върху която е намотан конец. Вътрешният радиус на макарата е r , а външният – R . Макаратата е поставена върху хоризонтална опора. Том дърпа конца в хоризонтална посока със скорост v и бързо пресмята скоростта u на оста на макаратата. При търкалянето си върху опората макаратата не приплъзва. Разгледайте и двата случая от фиг. 3а и 3б, показани на чертежа.

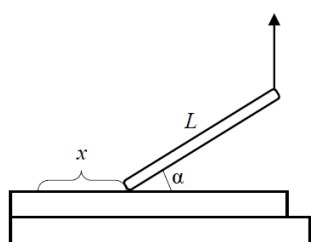


А) С каква скорост u и в каква посока ще се движи оста на макаратата? (2,5 т)

Б) Ще се навива или ще се развива конецът от макаратата? (1 т)

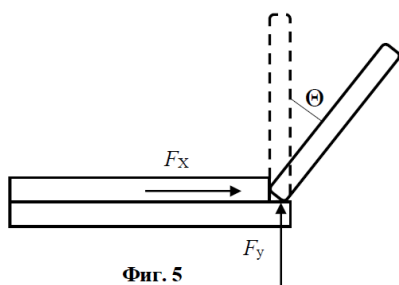
Част 2. Игра с тънка пръчка

Том Сойер пак си играе в часа по физика, но този път с еднородна тънка пръчка с дължина L .



Фиг. 4

А) Том поставя тънката пръчка върху гладкия чин. Единият край на пръчката е завързан за конец. Том започва бавно да вдига конца вертикално нагоре и по този начин повдига пръчката. Когато ъгълът между пръчката и повърхността на чина става равен на α вертикалният конец се скъсва. На какво разстояние x ще се отмести при падането си долния край на пръчката? Триене няма. (1 т)



Фиг. 5

Том Сойер решава да закрепил пръчката на ръба на чина. Профилът на ръба на чина и мястото на поставяне на пръчката са показани на чертежа. Той поставя пръчката почти вертикално и я пуска. При падането си пръчката образува променящ се ъгъл Θ спрямо вертикалата.

Б) Изразете чрез ъгъла Θ и L ъгловата скорост ω , нормалното a_n и тангенциалното ускорение a_t на центъра на масата на пръчката. Инерчният момент на пръчката около ос на въртене, минаваща през нейния край, е $I = mL^2/3$. (2,5 т)

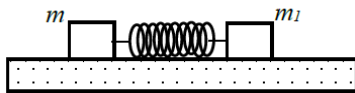
В) Ръбовете на масата действат върху пръчката с две сили – хоризонтална F_x и вертикална сила F_y . Изразете големините на двете сили чрез ъгъл Θ и намерете стойността на ъгъла Θ между пръчката и вертикалата в момента, в който пръчката се откъсва от ръба на масата. (3 т)

Задача 3. Пружини, ускорения и трептене

Част 1.

А) Ученик закача на единия край на пружина с коефициент на еластичност k теглилка с маса m , а на другия край – теглилка с маса $m_1 = 2m$. Той държи с ръка горната теглилка m_1 и по този начин теглилките и пружината са във вертикално положение. Намерете ускоренията a и a_1 на теглилките веднага след като се пуснат. (3 т)

Част 2.



Фиг. 6

Две теглилки с маси m_1 и m_2 са свързани с помощта на пружина с коефициент на еластичност k и са поставени върху гладка хоризонтална равнина (Фиг. 6). Теглилките малко се приближават една към друга, т.е. пружината се свива и после се пускат.

А) Намерете на какви разстояния x и y се намират от центъра на масите т.О съответно m_1 и m_2 , ако дължината на пружината е l . Определете характера на движението на т.О (в покой, равномерно, с постоянно ускорение, с променливо ускорение). (3 т)

Б) Изразете периодите T_1 и T_2 на трептене на теглилките чрез m_1 , m_2 и k . (4 т)

Жокер: Коефициентът на еластичност k на пружина е обратнопропорционален на дължината ѝ l .