**Тема 3. Закони збереження енергiї та iмпульсу.**

Основнi формули.

Повна механічна енергія не взаємодіючої частинки в полi консервативних сил

,

де  - кінетична енергія,  - потенціальна енергія частинки.

Потенціальна енергія тіла в полі тяжіння Землі:

.

де *h* - висота тіла над рівнем, прийнятим за початок вiдлiку потенціальної енергії.

Потенціальна енергія пружно деформованої пружини:

,

де *k* - жорсткість пружини, *x* - абсолютна деформація.

Робота, виконана зовнішніми силами:

.

Закон збереження імпульсу системи *N* тіл ( - імпульс одного тіла)

.

Швидкість двох куль після абсолютно не пружного центрального удару:

.

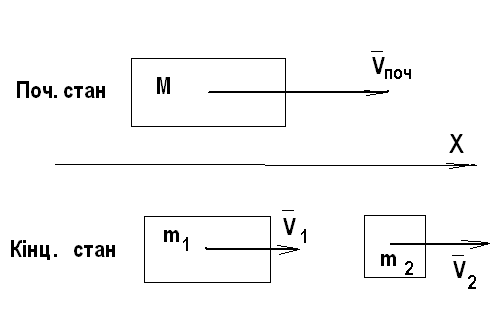
Швидкість двох куль після абсолютно пружного центрального удару:



де m1 і m2 - маси куль; - їх швидкості до удару.

Приклад розв’язування задач.

Приклад 1. Снаряд масою m=10 кг мав швидкість V=300 м/с в верхній точці траєкторії. В цій точці він розірвався на дві частини. Менша частина масою =2 кг набула швидкості U1=500 м/с. З якою швидкістю і в якому напрямку полетить більша частина, якщо менша полетіла горизонтально.



Напишемо вирази для початкового та остаточного стану системи в векторній формі:

Відповідно закону збереження імпульсу маємо: 

Обговорюємо напрямки всіх векторів.

Далі працюємо як і у випадку рішення задач на 2-й закон Ньютона.



Проекція на вісь «Х» дає: 

З останнього рівняння знаходимо шуканий параметр – швидкість руху більшої частини тіла 



Це і є відповідь задачі.

Приклад 2. Визначити коефіцієнт пружності пружини буферів залізничного вагона вагою 2,5106 Н, якщо він, рухаючись зі швидкістю 8 м/с, наштовхнеться на перешкоду, внаслідок чого пружина стискується на 10 см.

|  |
| --- |
|  |
|  |

Розв’язок

Класична задача на застосування закону збереження енергії в механічних явищах. Розглянемо фізичні процеси, що відбуваються в задачі.

Вагон, що рухається, володіє кінетичною енергією:

 - це слід вважати початковим станом системи.

Це енергія за результатом взаємодії перетворюється в енергію деформованої пружини двох буферів. Потенційна енергія такого стану, який будемо вважати кінцевим, можливо розрахувати за формулою для енергії деформованої пружини:



Закон збереження енергії для випадку, коли вся кінетична енергія вагона, що рухається, перетворилася в енергію 2-х деформованих пружин, має наступний вигляд:

; 

Множник «2» з’явився в наведеному рівнянні тому, що у вагона є дві пружини.

Останній вираз дозволяє знайти шукану величину коефіцієнту жорсткості пружин буфера:



Розрахунки виконайте самостійно та порівняйте отриману величину з типовими ( взяти з умов задач, що рекомендовано для самостійної роботи) )

Приклад 1. З пружинного пістолета вистрелили кулею, маса якої 5 г. Жорсткість пружини . Пружина була стиснута на . Якої максимальної висоти досягне куля, якщо кінець дула пістолета знаходиться на висоті  від поверхні Землі i розташований пiд кутом  до горизонту. Опором повітря знехтувати.

Дано:

|  |
| --- |
|  |
|  |

Розв’язок

Рух кулі зручно розглядати в плоскій декартовiй системі координат, початок якої співпадає з точкою вильоту кулi, вісь ОХ паралельна поверхні Землi, а вiсь OY перпендикулярна до неї. Як видно з рисунка, висота кулi над поверхнею Землi в довільний момент часу:

. (1.16)

Максимальна висота підйому:

. (1.17)

Значення  знайдемо, розглядаючи рух кулі як рух тіла, кинутого під кутом *a* до горизонту.

Складний криволінійний рух по параболі можна зобразити як суму двох незалежних прямолінійних рухів: рівномірного зi швидкістю  вздовж осi OX, і рівнозмінного вздовж осі OY, причому при пiдйомi кулi цей рух являється рiвносповiльненим з прискоренням *g.*

Проекція швидкості  в довiльний момент часу на вiсь OY:



(1.18)

а координата



 при .

Значення  знайдемо з умови, що в найвищий точці траєкторії :



(1.19)

звідки



(1.20)

Підставивши значення , знаходимо:



(1.21)

Тодi



(1.22)

Невідому початкову швидкість, що входить у вираз (1.22), знайдемо iз закону збереження енергiї, який полягає в тому, що потенціальна енергiя пружно деформованої пружини дорівнює кінетичній енергії кулi *U=T*

 (1.23)

звiдки

 (1.24)

Враховуючи (1.24), отримуємо кінцеву формулу:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.25) |

Пiдставляємо в формулу значення величин i виконуємо обчислення:

.

Вiдповiдь : Максимальна висота підйому кулі .

В цiй задачi, крiм закону збереження енергiї, вивчено рух тiла ,кинутого пiд кутом до горизонту, розглянуто пружнi властивостi твердого тiла.

Приклад 3. Бойок пальового молота масою  падає з деякої висоти на палю масою . Знайти ККД бойка, вважаючи удар непружним. Корисною вважати енергію, яка затрачується на забивання палі.

Цікава задача, але її розв’язок не дуже складний.

|  |
| --- |
|  |
|  |

Розв’язок

Обговоримо фізичні процеси, що відбуваються при такого типу ударній взаємодії. Головне ідентифікувати: що це за тип взаємодії – пружна чи не пружна. Відповідь є безпосереднє в умові задачи. Дійсно, в задачі питають за величину к.к.д. В такому випадку, зрозуміло, що втрати енергії є. Тому удар слід вважати не пружним.

Для не пружного удару виконується тільки закон збереження імпульсу, а закон збереження енергії порушується.

Нехай маса m2, що рухається зі швидкістю Vудара, б’є масу m1, яка знаходится в стані спокою. Після такого не пружного удару обидві маси рухаються сумісно зі швидкістю Vвіддачи

Перейдемо до математичної інтерпретації задачі. Для цього запишемо рівняння закону збереження імпульсу для цього удару:



Перейдемо до використання енергетичних співвідношень. Запишемо рівняння для к.к.д. процесу. Явище віддачи слід вважати процесом, що не іде на користі ударної взаємодії. Тому енергію, яка на його втрачається, і формує менший за одиницю к.к.д. удару. В такому випадку вираз для к.к.д. слід записати в наступному вигляді:



З рівняння закону збереження імпульсу ( перша формула ) можна знайти взаємозв’язок між швидкостям тіл до і після удару. Якщо підставити отримані результати в формулу для к.к.д , то отримаємо:



Дуже цікава відповідь. Його слід обговорити.

Приклад 4. ( самостійно, обговорення за мною) Куля масою  рухається зі швидкістю  і зіштовхується з кулею масою , що рухається їй назустріч зі швидкістю . Знайти швидкості куль після прямого центрального абсолютно пружного удару.

Задачи для самостійного контролю:

1. Визначити модуль Юнга матеріалу, якщо знайдено, що брусок поперечним перерізом 2 см2 під навантаженням 103 Н видовжується на 0,025% своєї початкової довжини.
2. Яку роботу треба виконати, щоб розтягнути на 0,5 мм латунний стержень довжиною 1 м та поперечним перерізом 4 см2 ?

**Розв’язуйте задачи, що надано в самостійній роботі.**

**Якщо виникають питання, зв’язуйтеся зі мною за адресою.**

**Моя E-mail** [**moskvinpavel56@gmail.com**](mailto:moskvinpavel56@gmail.com)