

День 5

1. Імпульс. Закон збереження імпульсу.

№ 1. М'яч масою $m = 300$ г впав з висоти $H = 1.23$ м на асфальт і підскочив на ту ж висоту. Тривалість удару об асфальт $t = 0.1$ с. Визначте середню силу удару F_{cp} . Як зміниться середня сила удару, якщо м'яч вдариться об тверду поверхню, нахилену під кутом $\alpha = 30^\circ$ до горизонту? Якою буде F_{cp} , якщо в обох випадках м'яч замінити пластиліновою кулею тієї ж маси? Тривалість удару та сама.

№ 2. На гладкій горизонтальній поверхні розташовані дві однакові маленькі шайби. У початковий момент часу першій шайбі надали деяку швидкість уздовж лінії, що з'єднує центри шайб. Виявилося, що за час t перша шайба пройшла шлях S_1 , а друга — шлях S_2 . Чому можуть бути рівні початкова швидкість першої шайби і початкова відстань між шайбами? Тертя відсутнє, удар не обов'язково абсолютно пружний.

2. Робота. Потужність. Енергія

№ 3. Потяг рухається по прямій ділянці шляху зі швидкістю v . На дах вагона, що проїжджає під мостом, опускають ящик масою m . Ящик ковзає по даху і зупиняється, пройшовши відстань L відносно вагона. Визначте повну роботу A сили тертя:

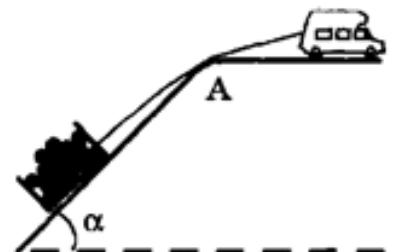
- а) у системі відліку, пов'язаною з поїздом;
- б) у системі відліку, пов'язаною з Землею.

Коефіцієнт тертя між ящиком і дахом вагона дорівнює μ .

№ 4. Автомобіль масою $M = 2$ т розганяється з місця вгору по схилу з нахилом 0.02 . Коефіцієнт тертя $\mu = 0.05$. Автомобіль набрав швидкість $v = 97.2$ км/год на відрітку $s = 100$ м. Яку середню корисну потужність P_{cp} розвиває двигун?

№ 5. Одного разу мені знадобилося витягти на пагорб ящик з гарматними ядрами (див. рисунок). Я причепив цей ящик тросом до свого автомобіля, який рухався з вантажем досить повільно. На мій подив, швидкість не змінилася і після того, як ящик пройшов край схилу (точку А) і став рухатися горизонтально. Який коефіцієнт тертя μ між ящиком і землею?

Потужність двигуна весь час залишалася незмінною. Схил пагорба утворює кут $\alpha = 45^\circ$ з горизонтом. Тертям між тросом і дорогою можна знехтувати.



3. Закон збереження енергії

№ 6. Відомо, що при абсолютно пружному нелобовому зіткненні кулі, що рухається, з такою ж, що знаходиться у стані спокою, кулі розлітаються під якимось кутом. Знайдіть умови, при яких після абсолютно пружного нелобового зіткнення двох однакових рухомих куль одна з них зупиниться.

№ 7. Мавпа розгойдувалася на довгій тонкій ліані так, що максимальний кут відхилення ліани від вертикалі становив α . Коли мавпа перебувала в нижній точці траєкторії, ліана зачепилась серединою за гілку дерева. Яким став максимальний кут β відхилення ліани від вертикалі, якщо $\alpha < 60^\circ$? Що зміниться, якщо $60^\circ < \alpha < 90^\circ$?

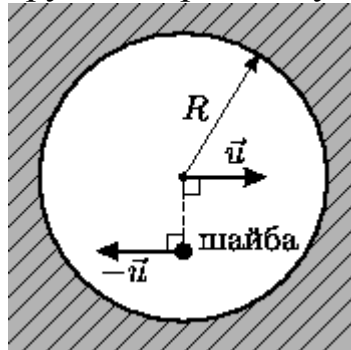
№ 8. На горизонтальній площині лежить півсфера радіусом R (опуклою стороною вгору). З точки, що знаходиться над центром півсфери, кидають горизонтально маленьке тіло, яке падає на площину, не торкаючись півсфери. Знайдіть мінімально можливу швидкість тіла в момент його падіння на площину. Опір повітря не враховуйте.

№ 9. По горизонтальній площині може переміщатися без тертя гладка гірка висотою H і масою M (див. рисунок). На нерухому гірку налітає невелике тіло масою m , яке ковзає по площині. Як залежить результат зіткнення від початкової швидкості тіла, що налітає? Вважаємо, що при русі по гірці тіло не відривається від неї.



Домашнє завдання 5

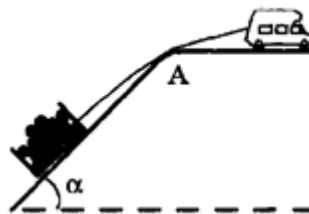
№ 1. У циліндричній коробці радіусом R , що стоїть на горизонтальному столі знаходиться маленька шайба, маса якої збігається з масою коробки, причому відстань від центру коробки до шайби становить половину радіуса коробки. В деякий момент часу коробці надали швидкість, спрямовану вправо, а шайбі — таку ж по модулю швидкість, спрямовану вліво (див. рис. — вид зверху). Визначте траєкторію руху центру коробки по столу. Удари абсолютно пружні, тертя відсутнє (3 бали).



№ 2. Струмінь перерізом $S = 6 \text{ см}^2$ вдаряє з брандспойта в стінку під кутом $\alpha = 60^\circ$ до нормалі і під тим же кутом пружно «відбивається» від неї. Швидкість течії води в струмені $v = 15 \text{ м/с}$. З якою силою F він тисне на стіну? (1 бал)

№ 3. Одного разу у відкритому космосі на ракеті Валерія закінчилися запаси палива і йому довелося розганяти її, випльовуючи назад через люк вишневі кісточки масою m зі швидкістю V відносно ракети. Визначте швидкість ракети U_n після випльовування n -ої кісточки. Початкова маса всієї ракети M , початкова швидкість дорівнює нулю (2 бали).

№ 4. Перед самою посадкою ракета масою M з працюючим двигуном нерухомо «зависла» над землею. Швидкість газів, що вилітають з ракети u . Яка потужність N двигуна? (2 бали).



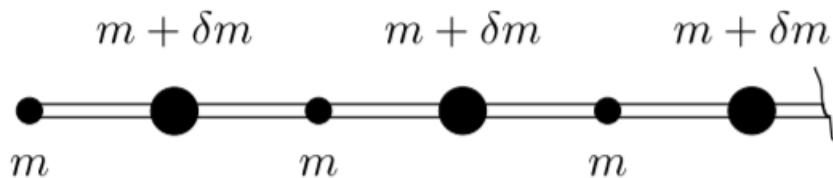
№ 5. Басейн, який має площу $S = 100 \text{ м}^2$, розділений навпіл рухомою вертикальною перегородкою і заповнений водою до рівня $h = 2 \text{ м}$. Перегородку повільно пересувають так, що вона ділить басейн в співвідношенні 1 : 3. Яку роботу A довелося зробити? Вода не проходила через перегородку і не переливалася через край басейну (2 бали).

№ 6. Потенціальна енергія частинки в деякому полі має вигляд $U = \frac{a}{r^2} - \frac{b}{r}$, де a і b — додатні сталі, r — відстань від центру поля. знайти:

а) значення r_0 , що відповідає рівноважному стану частинки; з'ясувати чи є це положення стійким (1 бал);

б) максимальне значення сили тяжіння (1 бал).

№ 7. На напівнескінченний гладкий стрижень нанизано нескінченно багато маленьких кульок. Маса кульок з непарними номерами m , з парними — $m + \delta m$, причому $\delta m \ll m$ (див. рисунок). У початковий момент часу, коли першу кульку запустили у напрямку до другої зі швидкістю v_0 , відстань між сусідніми кульками дорівнювала l_0 , а всі кульки, крім першої, знаходились в стані спокою. Через який час швидкість найшвидшої з кульок стане менше $\frac{3}{4}v_0$? Всі удари абсолютно пружні (3 бали).



№ 8. На вбитому у стіну цвяху на нитці довжиною L висить маленька кулька. Під цим цвяхом на одній вертикалі з ним на відстані $l < L$ вбитий другий цвях. Кульку відводять уздовж стіни так, що нитка приймає горизонтальне положення, і відпускають без поштовху. Знайдіть відстані l , при яких кулька перелетить через нижній цвях. Нитка невагома і не розтягується, тертя немає (2 бали).

№ 9. Куля масою m_1 налітає на нерухому кульку масою m_2 . Відбувається лобове пружне зіткнення. Як залежить частина α переданої при зіткненні енергії від відношення мас куль $k = \frac{m_1}{m_2}$? Побудуйте графік $\alpha(k)$ (1 бал) .

№ 10. Ракета потрапила в пилову хмару. Порошинки виявилися липкими і тому зіштовхувалися з ракетою непружно. Щоб швидкість руху відносно хмари не падала, довелося включити двигун, що розвиває силу тяги F . Як потрібно змінити силу тяги двигуна, щоб:

а) рухатися зі швидкістю $2v$;

б) зберегти швидкість v незмінною при попаданні в область, де концентрація частинок у три рази більша? (1 бал).