

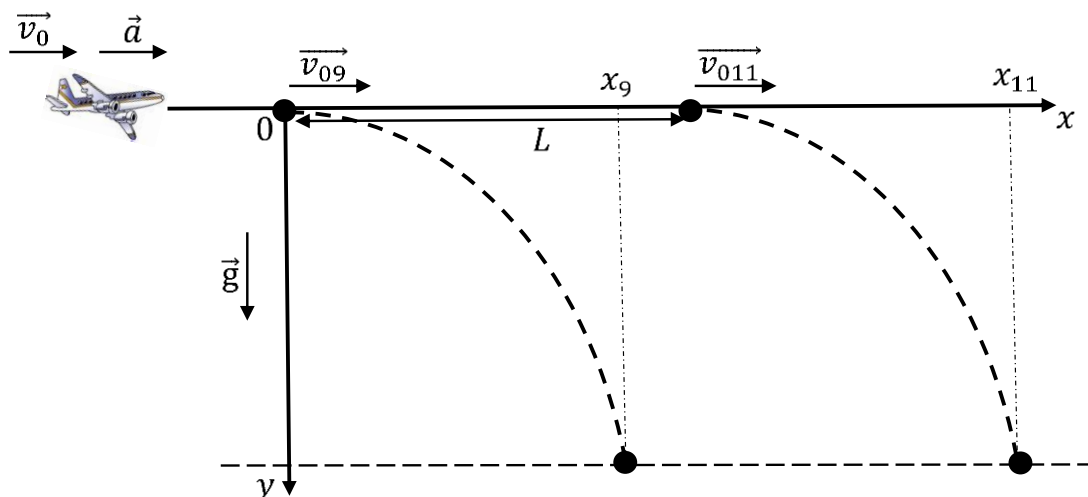
Розв'язки завдань
II етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (2016 рік)
10 клас

Задача 1

Для розмітки території використовують радіомаяки, розміщені в спеціальних контейнерах, які скидають з літака. Літак летить горизонтально на висоті 500 м з постійним прискоренням 2 м/с^2 . Через рівні проміжки часу в $0,5 \text{ с}$ викидається контейнер. Знайдіть відстань між місцями падіння 9 та 11 контейнерів, якщо перший контейнер був скинутий на швидкості літака 100 м/с . Опором повітря можна знехтувати.

Розв'язок

Розглянемо рух контейнерів у системі відліку, початок якої в точці простору, де знаходився літак в момент скидання дев'ятого контейнера.



Відстань між місцями падіння 9-ого та 11-ого контейнерів $S = x_{11} - x_9$ (1)

Дев'ятий контейнер в момент скидання мав швидкість $v_{09} = v_0 + 8a\tau$, де τ – час між скиданнями; одинадцятий – $v_{011} = v_0 + 10a\tau$.

Час падіння обох контейнерів однаковий: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Координата падіння дев'ятого контейнера:

$x_9 = v_{09}t = (v_0 + 8a\tau)\sqrt{\frac{2h}{g}}$ (2). Одинадцятого – $x_{11} = L + v_{011}t$,

де L – відстань, яку пролетів літак між скиданнями контейнерів:

$$L = v_{09}2\tau + \frac{a(2\tau)^2}{2} = (v_0 + 8a\tau)2\tau + a2\tau^2 = v_02\tau + 18a\tau^2.$$

$$\text{Тоді } x_{11} = v_0 2\tau + 18a\tau^2 + (v_0 + 10a\tau) \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3).$$

Підставивши вирази (2), (3) у вираз (1), отримаємо:

$$S = v_0 2\tau + 18a\tau^2 + 2a\tau \sqrt{\frac{2h}{g}} = 129 \text{ м.}$$

Задача 2

Куля масою 9 г, яка летить з швидкістю 825 м/с, має температуру 150 °С. Куля потрапляє в кучугуру снігу з температурою 0 °С й застряє в ній. При цьому частина снігу перетворюється у воду. Скільки води утворилося в кучугурі? Питома теплота плавлення снігу дорівнює $3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг, питома теплоємність свинцю 130 Дж/(кг·°С).

Розв'язок

Після того як куля потрапила в кучугуру її кінетична енергія змінюється від $\frac{mv^2}{2}$ до нуля. Кінетична та теплова енергії кулі витрачаються на плавлення снігу $\frac{mv^2}{2} + mc\Delta t = \lambda m_c$.

$$\text{Звідси } m_c = \frac{\frac{mv^2}{2} + mc\Delta t}{\lambda} = 9,5 \text{ г.}$$

Задача 3

По краю каруселі радіусом 5 м, яка обертається з кутовою швидкістю 0.1 рад/с, йде хлопець. Визначити прискорення, з яким рухається хлопець відносно землі, якщо відомо, що, повертаючи назад і йдучи по каруселі з попередньою швидкістю, хлопець перестав переміщатися відносно землі.

Розв'язок

Коли хлопець, змінивши напрям свого руху, перестав переміщатися відносно землі, швидкість v' його руху по каруселі стала дорівнювати лінійній швидкості ωR переферійних точок каруселі відносно землі: $v' = \omega R$ (названі швидкості протилежно спрямовані). Швидкість хлопця відносно землі до того, як він змінив напрям свого руху, дорівнювала ωR , отже, $v = \omega R + v' = \omega R$. Хлопець рухався по колу радіуса R з доцентровим прискоренням $a = \frac{v^2}{R} = 4\omega^2 R = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ відносно землі.

Задача 4

Електрична плитка має три спіралі. За вмикання тільки першої спіралі чайник закипає за 15 хвилин, за вмикання лише другої – за 30 хвилин, а за вмикання лише третьої – за 40 хвилин. Як з'єднати спіралі, щоб за їх вмикання чайник закипів за найменший час? Чому цей час дорівнює? За якого з'єднання спіралей час закипання буде найбільшим? Чому він дорівнює?

Розв'язок

Якщо спіралі з'єднати паралельно, чайник закипить за найменший час 8 хвилин. Якщо спіралі з'єднати послідовно, час закипання чайника буде найбільшим – 85 хвилин.

Задача 5

Згідно з моделлю Бора, ядро атома водню утворює протон (заряд $+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), навколо якого вздовж кола радіусом $5,3 \cdot 10^{-11}$ м зі швидкістю $2,2 \cdot 10^6$ рухається електрон (заряд $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл). Оскільки електричний струм – це напрямлений рух заряджених частинок, орбіту електрона можна вважати як маленьке коло зі струмом. Визначте напрямок і величину відповідної сили струму. Уявіть тепер, що атом водню перебуває в магнітному полі. Зробіть рисунок і поясніть, як до напрямку магнітного поля повинна розташовуватися площина орбіти електрона в атомі водню.

Розв'язок

За період уздовж кола проходить один заряд електрона. Оскільки заряд електрона від'ємний, струм буде спрямований протилежно напрямку руху електрона. Сила струму $I = \frac{q}{T} = \frac{qv}{2\pi r} \approx 1$ мА. Унаслідок магнітної дії струму магнітне поле має обернути контур так, як зображено на рисунку.

