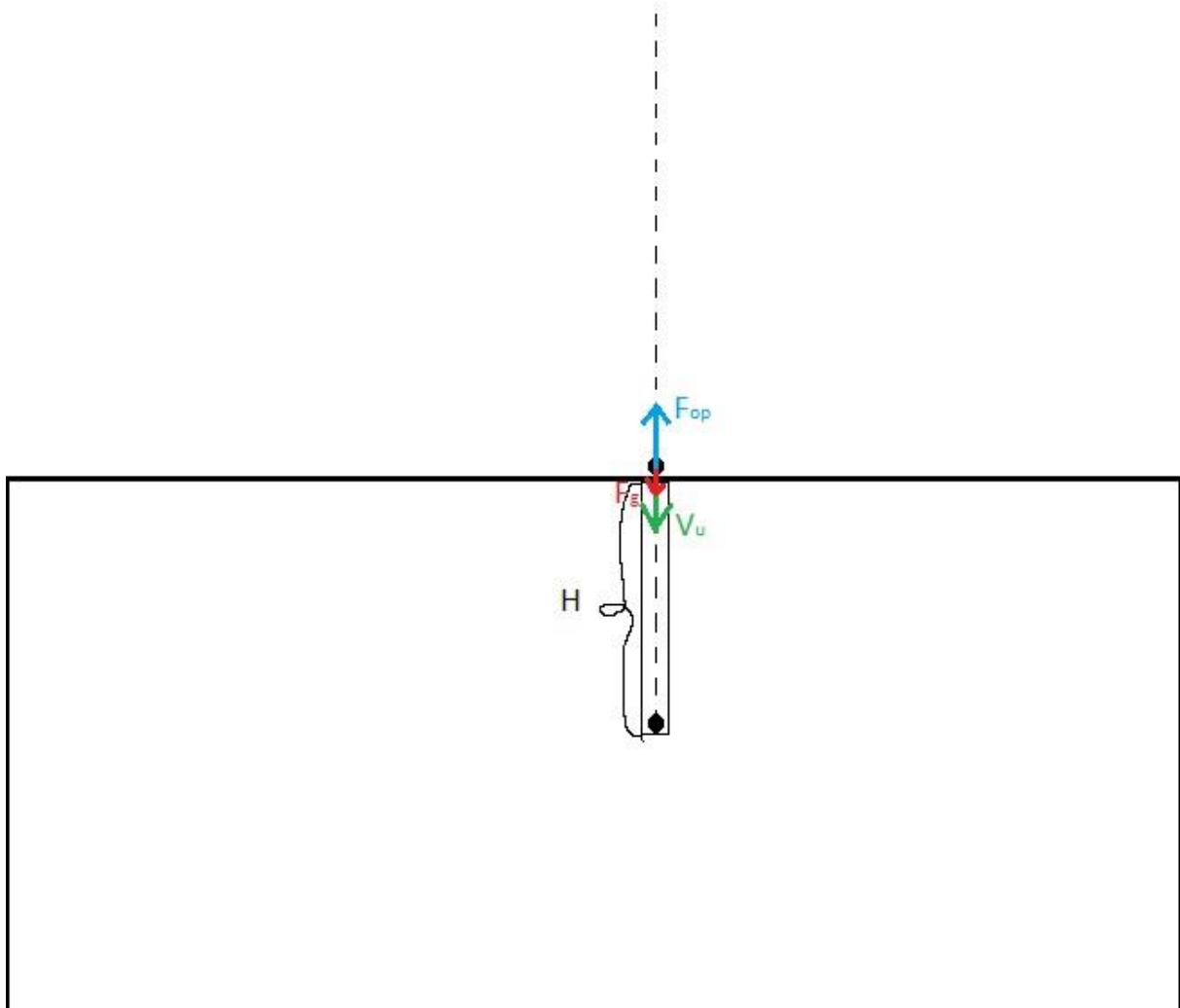


1. Pocisk o masie 6g przed uderzeniem w ziemny nasyp miał prędkość 500m/s. W ziemi utknął na głębokości 0,5m. Jaka była średnia siła oporu gruntu? Ile wynosił czas zagłębienia się pocisku w nasyp?

### I sposób



Ciało po uderzeniu porusza się ruchem jednostajnie opóźnionym. Opóźnienie to spowodowane jest tym, że siła oporu gruntu jest większa od siły grawitacji. Na skutek tego opóźnienia ciało wkońcu zatrzyma się na wysokości H poniżej poziomu ziemi.

Z drugiego prawa Newtona wiemy, że siła działająca na ciało jest równa

$$F = ma$$

Co jest siłą F w tym zadaniu? Wypadkowa sił grawitacji i oporu gruntu!

$$F = F_{op} - F_g$$

Czyli

$$ma = F_{op} - mg$$

$$F_{op} = ma + mg$$

$$F_{op} = m(a + g)$$

Znajdźmy teraz opóźnienie a

Wzór na drogę przebytą przez to ciało

$$S = V_u t - \frac{at^2}{2}$$

W czasie  $t_k$  przebywa drogę równą H

$$H = V_u t_k - \frac{at_k^2}{2}$$

Prędkość ciała wyrażona jest wzorem

$$V = V_u - at$$

W czasie  $t_k$  prędkość ciała jest równa 0

$$V_u - at_k = 0$$

$$t_k = \frac{V_u}{a}$$

Wstawiamy do równania na przebytą drogę H

$$H = \frac{V_u^2}{a} - \frac{V_u^2 a}{2a^2}$$

$$H = \frac{2V_u^2}{2a} - \frac{V_u^2}{2a}$$

$$H = \frac{V_u^2}{2a}$$

Wyznaczamy przyspieszenie a

$$a = \frac{V_u^2}{2H}$$

Wracamy do wzoru na siłę oporu

$$F_{op} = m(a + g)$$

$$F_{op} = m\left(\frac{V_u^2}{2H} + g\right)$$

Podstawiamy wartości liczbowe

$$F_{op} = 0,006[kg] \left( \frac{250\,000 \left[ \frac{m^2}{s^2} \right]}{2 * 0,5[m]} + 10 \left[ \frac{m}{s^2} \right] \right) = 1500,06[N]$$

Wracamy do wzoru na czas

$$t_k = \frac{V_u}{a}$$

Podstawiamy przyspieszenie  $a$

$$a = \frac{V_u^2}{2H}$$
$$t_k = \frac{V_u}{\frac{V_u^2}{2H}} = \frac{2H}{V_u}$$

Podstawiamy wartości liczbowe

$$t_k = \frac{2 * 0,5[m]}{500[\frac{m}{s}]} = \frac{1}{500} [s] = 0,002[s]$$

## II sposób (zasada zachowania energii)

Ciało w momencie uderzenia posiada energię kinetyczną i energię potencjalną (poziomym naszym odniesienia jest poziom, na którym zatrzyma się piłka, czyli poziom położony 0,5[m] poniżej poziomu ziemi, wiąże się to z tym, że energia potencjalna jest względna, wyobraźmy sobie dwupiętrowy dom, ludzik znajduje się na drugim piętrze, względem poziomu podłogi na drugim piętrze ma on zerową energię potencjalną, ale względem podłogi na pierwszym piętrze już jakąś energię posiada, tak samo tutaj względem powierzchni ziemi pocisk nie posiada energii potencjalnej ale względem poziomu, na którym się zatrzyma już ją posiada). Energie te zostaną rozproszone na skutek tego, że występują opory gruntu. Zadajemy sobie pytanie jaką pracę ( $W$ ) należy wykonać aby zatrzymać to ciało.

$$E_k + E_p = W$$

$$\frac{mV_u^2}{2} + mgH = F_{op}H$$

$$F_{op} = \frac{mV_u^2}{2H} + mg$$

$$F_{op} = m \left( \frac{V_u^2}{2H} + g \right)$$

Doszliliśmy do tego samego wzoru co w sposobie pierwszym.

Sposób na obliczenie czasu podany jest w sposobie pierwszym.