

# LABORATORYJNY EKSPERYMENT

## SYMULUJĄCY POWSTAWANIE

### 12 KRATERÓW NA PLANETACH

### I KSIĘŻYCACH, WSKUTEK UDERZEŃ

### METEORYTÓW

#### 1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- spadek swobodny;
- zasada zachowania energii i pędu;
- zderzenia sprężyste i niesprężyste.
- logarytm dziesiętny

#### 2. POMIARY

Stalowe kulki upuszczane są z uchwytu magnetycznego zamocowanego na statywie do kuwety wypełnionej suchym piaskiem. Zadanie polega na zmierzeniu średnic kraterów powstałych na skutek spadku kulek z różnych wysokości.

1. Wybrać i zważyć trzy kulki o różnych średnicach.
2. Ustawić kuwetę z piaskiem w linii toru upuszczanej kulki.
3. Dla danej kulki ustawić uchwyt na odpowiedniej wysokości (patrz tabelka w wysokościach).
4. Przyłożyć kulkę do uchwytu magnetycznego (magnes działa przy wciśniętym przycisku).
5. Wyłączyć magnes (puścić przycisk), aby kulka mogła swobodnie upaść z danej wysokości.
6. Zmierzyć średnice powstałego krateru (min. 3 krotnie) z użyciem suwmiarki, zmieniając kierunek jej przyłożenia do brzegu krateru. W tym celu można korzystać z obserwacji cienia wytwarzanego przez brzegi krateru przy bocznym oświetleniu powierzchni piasku lampą biurową.
7. Pomiary wykonać zgodnie z parametrami umieszczonymi w tabelce.

nazwa kulki	wysokości [m]
MAŁA	0,25 ; 0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,0
ŚREDNIA	0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,0
DUŻA	1,5 ; 2,0

W ten sposób uzyskujemy 11 różnych wartości energii potencjalnych kulek.

### 3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

1. Dla każdego spadku obliczyć energię potencjalną  $E_p$  względem poziomu piasku. Mogą one zmieniać się od ok.  $1 \cdot 10^{-2}$  J do ponad 1 J, więc o ponad dwa rzędy. Z tego powodu dla każdego wyniku policzyć  $\log(E_p)$ .
2. Dla każdego spadku wyznaczyć wartość średnią  $D$  zmierzonych średnic kraterów. Dla każdej wartości średniej policzyć  $\log(D)$ .
3. Zebrane wyniki przedstawić na wykresie  $\log(D) = f(\log(E_p))$ , tj.  $\log(D)$  umieścić na osi pionowej a  $\log(E_p)$  na osi poziomej. Skala na obu osiach jest liniowa. [Wersja trudniejsza: Wykres można sporządzić w układzie podwójnie logarytmicznym, tj. na obu osiach użyta jest skala logarytmiczna (patrz Rys. 1). Można to zrobić korzystając z papieru o skali podwójnie logarytmicznej albo użyć komputerowego programu graficznego].
4. Korzystając z wykresu wyznaczyć wykładnik potęgi (sprawdzenie, czy do eksperymentu lepiej pasuje wzór 4 czy wzór 5 z części teoretycznej, tj. wykładnik potęgi równy 3 albo 4). W tym celu znaleźć wartość współczynnika kierunkowego uzyskanej prostej a następnie policzyć jego odwrotność.
5. Przez ekstrapolację uzyskanych wyników zależności  $\log(D)$  od  $\log(E_p)$  oszacować, jaką energię miał wspomniany we wstępie meteoryt, który spadł w Arizonie:
  - a) średnica powstałego krateru wynosi 1200 m, co daje punkt na osi  $x$  równy  $\log(1200) = 3,079$ . W związku z tym należy przedłużyć uzyskaną w eksperymencie krzywą w stronę większych energii, tak aby linia obejmowała obszar w pobliżu punktu na osi  $x = 3,079$  (aby to zrobić, trzeba narysować drugi wykres ze zmienioną skalą) i odczytać odpowiadającą wartość z osi  $y$ .
  - b) Znając wartość  $y = \log(E_p)$ , odczytaną z wykresu po ekstrapolacji, obliczyć samą energię potencjalną  $E_p$  meteorytu.
6. Obliczyć energię kinetyczną  $E_k$  meteorytu, który spadł w Arizonie. Do obliczeń  $E_k$  należy przyjąć:

masę meteorytu  $M_m = 3 \cdot 10^8$  kg;

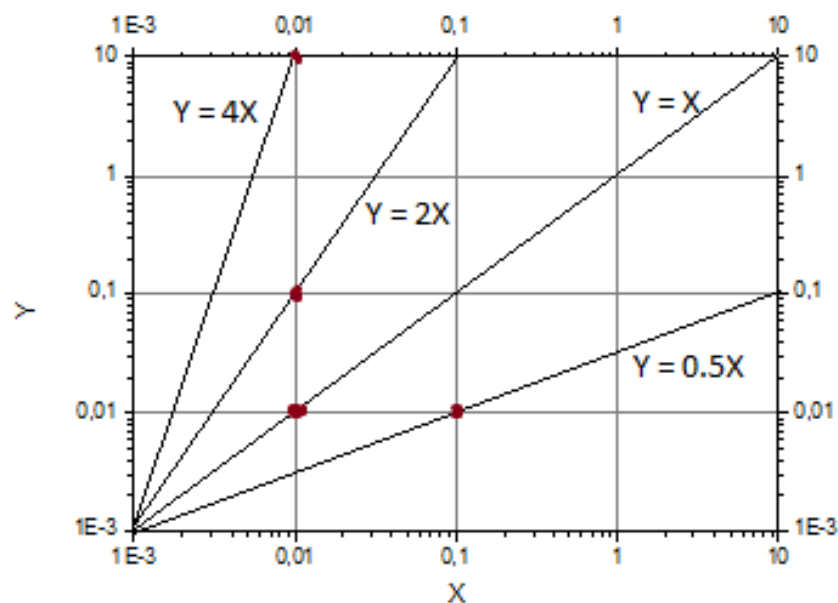
prędkość meteorytu  $v_m = 12000$  m/s

(dane ze strony <https://www.barringercrater.com/the-crater>, wejście 27.02.2023 r.)

7. Porównać energię meteorytu z Arizony wyliczoną na podstawie powyższych danych z energią odczytaną z wykresu. W przypadku wystąpienia różnicy tych energii – podać możliwe jej przyczyny.

### 4. LITERATURA

- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki Tom 1, PWN, Warszawa 1993
- W. Sawieliew, Kurs Fizyki, tom 1, PWN Warszawa 1987



**Rysunek 1.** Zależności potęgowe  $Y = X^n$  w skali podwójnie logarytmicznej. Tutaj  $X = \log(x)$  oraz  $Y = \log(y)$ . Przykładowo  $Y = 2X$  oznacza  $\log(y) = 2\log(x)$ , czyli  $y = x^2$ .