

8.4 Hullámok: Meteorit-becsapódások keltette szeizmikus hullámok amplitúdójának vizsgálata



Az 2018-ban elindult űrmisszió során egy szeizmométert terveznek lerakni a Mars felszínére. A majdnem hét hónapos utazás után a tudósok arra számítanak, hogy szeizmikus hullámokat tudnak detektálni, amiket a vörös bolygóra becsapódó meteoritok okoznak. A Marsról készült műholdképek felhasználhatók az új kráterek azonosítására. Ha sikerül megtalálni ezeket az új krátereket, és a tudósok képesek lesznek a szeizmikus jeleket felhasználni arra, hogy kiszámítsák mekkora energiával csapódtak be, akkor egyre többet fogunk megtudni a Mars belsejéről.

Ebben a feladatban képzeletben az egyik missziós projektsoporthoz csatlakozunk. A csapat feladata, hogy megmérje a meteorit által okozott szeizmikus hullámok amplitúdóját.

FELADAT: AZ AMPLITÚDÓ MÉRÉSE

A BECSAPÓDÓ METEORIT MODELLJE

A vizsgálat során különböző felületekkel és testekkel fogunk kísérletezni. A becsapódó test mérete és tömege nagyban befolyásolja az eredményt. A leghatékonyabb becsapódó testnek egy krokett készletből származó, az alábbi ábrán látható nehéz műanyag golyó bizonyult.

BECSAPÓDÁSI TERÜLET

A becsapódási területet gondosan meg kell tervezni és ki kell próbálni a kísérletek megkezdése előtt. Nagyon kemény felületek, például padlók kiválóak erre a célra. Az alábbi képen látható mozgatható tudományos bemutatópult nagyon hatékonyan bizonyult. Az oldalszegélyek lehetővé tették, hogy a terület puhább anyaggal, mint például homokkal kitölthető legyen, ez által az eltérő tulajdonságú talajok hatása összehasonlíthatóvá vált.



Telefon, vagy Tablet

A SZEIZMOMÉTER ALKALMAZÁS

Számos ingyenesen letölthető alkalmazás található az interneten, amelyek a táblagépek vagy okostelefonok gyorsulásmérő szenzorját használják fel. Az ebben a feladatban használt alkalmazás: Seismometer 6th (SkyPaw Co. Ltd) volt (<https://apkpure.com/seismometer-6th/com.skypaw.seismometer>). A szeizmométert úgy állították be, hogy a z-tengely irányában gyűjtsön adatokat, miközben az amplitúdó mérését végezzük. Az alkalmazásban használt egyéb beállítások az alábbi ábrán láthatók:

(A <https://play.google.com/store/search?q=seismometer%20app&c=apps&hl=hu> helyről számos más alkalmazás is kipróbálható.)

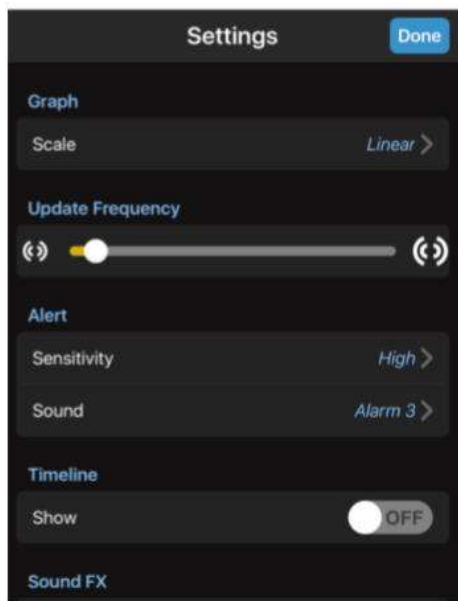
TANULÁSI CÉL

- a becsapódó test szerepe a szeizmikus hullámok keltésékor
- a hullámok amplitúdója
- a változók (kontroll paraméterek) jelentősége annak érdekében, hogy megbízható adatokat kapjunk
- adatok felvétele távérzékelővel
- pontos grafikon készítése a felvett adatokból
- mintázatok és összefüggések feltárása az adatok és a grafikonok elemzéséből

KELLÉKEK

- különböző méretű golyók
- szegélyezett becsapódási terület
- telefon vagy táblagép
- szeizmométer alkalmazás
- mm-papír a grafikonok felvételéhez





A GYAKORLAT

3 féle módon kísérletezhetünk

1. A rezgés amplitúdójának függése a becsapódás távolságától

Dobjuk le a labdát 50 cm magasról, majd ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy 20 cm-es lépésekben növeljük a becsapódás tablettől való távolságát



2. A rezgés amplitúdójának függése a becsapódó test sebességétől

Dobjuk le a labdát a tablettől kb. 1 m-re, majd ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy 20 cm-es lépésekben növeljük az ejtés magasságát



3. A rezgés amplitúdójának függése a felszín anyagától

Ismételjük meg a kísérleteket úgy is, hogy a tartályt különböző anyagokkal, mint pl. homok, liszt, üvegyöngyök, ... töltjük fel.

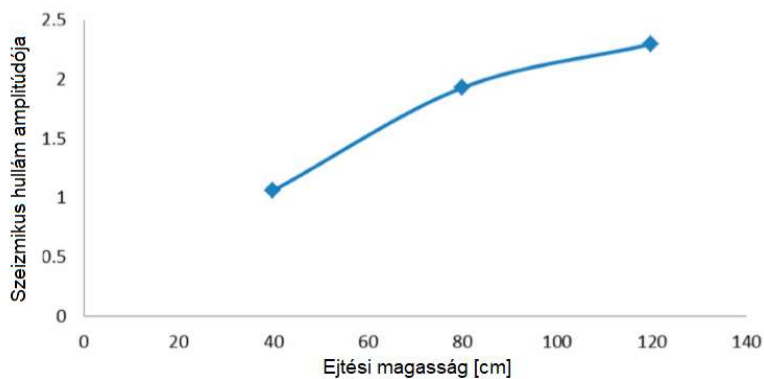


Elemzés és következtetések

Az elvégzett kísérletek eredményét a mellékelt diagram mutatja. Bár az applikációnak van egy skálája, a hullám méretét a szerzők egy vonalzóval mérték meg, mm-es egységekben. Itt kell megjegyezni, hogy a hullám amplitúdója az egyensúlyi helyzettől való maximális kitérés. (lásd ábra). A nagyobb megbízhatóság érdekében az amplitúdó kétszeresét (a nyílak hosszát) mérték meg.

A jobb oldali képen látható három jelet ugyanazon „meteorit” okozta, mindhárom esetben ugyanaból a magasságról, és a tablettól ugyanolyan a távolságban leejtve. Ez jól szemlélteti a véletlen hibát. Ezért kell a mérési eredményeket átlagolni, amit a szerzők meg is tettek.

Egy jellemző mérési eredményt mutat az alábbi grafikon.



A becsapódás sebessége a $v = \sqrt{2gh}$ összefüggésből számítható, ahol h az ejtés magassága méterben, $g=9,81 \text{ m/s}^2$ pedig a gravitációs gyorsulás értéke.

