

Rezgésidő és lengésidő – 11. B fizikafakt

Periodikus mozgások

A periodikus jelenségek időben szabályos ismétlődést mutatnak. Pl. évszakok váltakozása, körhinta, stb.

1. Sorolj fel további periodikus jelenségeket!

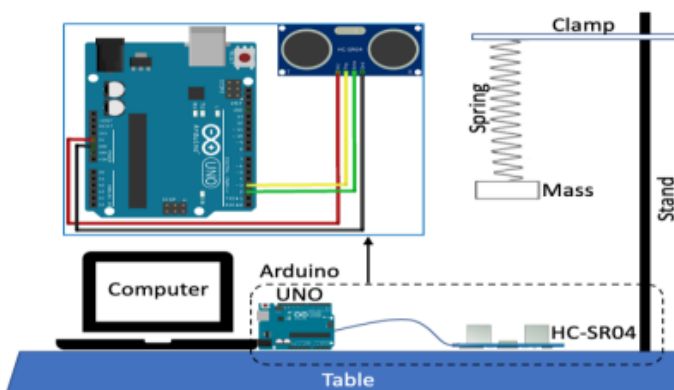
-
-
-



2. Vizsgáld meg a rugón rezgő test mozgását!

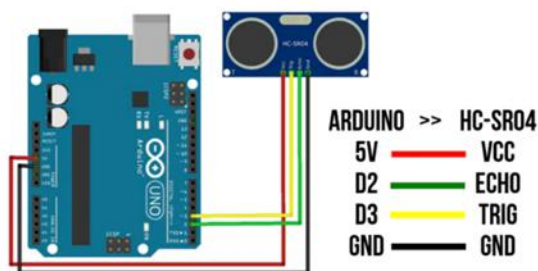
Ábrázold a rugóra akasztott test helyzetét az idő függvényében. Ehhez végezz kísérletet Arduinoval. Az ábrának megfelelően állítsd össze a kísérletet. A vizsgálathoz ultrahangos távolságmérőt használunk. Az adatfelvételt az Excel Data Streamer (Adatküldő) segítségével végezd.

Eszközök: rugó, rugóra akasztható tömeg a tömegsorozatból, állvány, kartonpapír, ragasztó, laptop, Arduino, kábelek, breadboard (dugaszolós panel), ultrahangos távolságmérő



Forrás: Hidayat, N. & Yulianti, E. (2021). Real Time Measurement for Spring-Mass System: The Graphical and Mathematical Representations. *JPPIPA* 7(1), 74-79.

Programozz be mérésre egy ultrahangos távolságmérő szenzort! Készítsd el az ábrán látható kapcsolást: a fekete kábelt csatlakoztasd az Arduino „Ground/GND” pinjéhez (csatlakozójához), az echo-t a 2-es, a trigger-t a 3-as pinhez, a szenzor „piros” felét (VCC) egy állandó 5 V-os pinhez.



Forrás: <https://create.arduino.cc/projecthub/abdularbi17/ultrasonic-sensor-hc-sr04-with-arduino-tutorial-327ff6>

A szenzort a következő kóddal működtetheted:

```
const int trigPin = 3;    // a 3-as pinhez a távolságmérő triggerje csatlakozik, trigPin-nek definiáltuk
const int echoPin = 2;
long duration;            // változó érték, a hangterjedés ideje
float distance;           // a mért távolság

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin (9600);

  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);    // jelbefogadás
}

void loop() { // itt kezdődik a hurok

  digitalWrite(trigPin, HIGH); // bekapcsoljuk a triggert
  delay(500);                  // adott ideig jelet bocsát ki
  digitalWrite(trigPin, LOW); // adott idő múlva kikapcsol a trigger
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH); // az az időtartam, ami alatt a jel visszaérkezik
  distance = duration * 0.0340 / 2; // a mért távolság

  Serial.println(distance); // a mért értékeket egymás alá íratjuk ki
}
```

A feladat leírása

Akasz rugót az állványra, válassz egy 50 g-os kis tömeget, és ragassz az aljára kartonpapírlemezt. Ezután a tömeget akaszd a rugóra. A rugó **egyensúlyi helyzetébe** kerül, ekkor a rugóra akasztott test nyugalomban van (a rugó nem rezeg).

Térítsd ki a testet egyensúlyi helyzetéből, ekkor a rugóra akasztott test két szélső helyzet között egy egyensúlyi helyzet körül rezeg. Az egyensúlyi helyzettől mért távolságot **kitérésnek** nevezzük, és többnyire y-nal jelöljük. A test maximális kitérése az **amplitúdó**. Jele A.

Kérdések és feladatok

1. Mérd meg Arduino segítségével, hogy egyensúlyi helyzetében milyen távol van a rugóra akasztott test az ultrahangos távolságmérőtől mérve.

x= cm

2. Csatlakoztasd az eszközt az Excel Data Streamerhez. Hozd rezgésbe a testet, és indítsd el az adatfelvételt.
Ábrázold a szenzortól mért távolságot az idő függvényében. Ne feledd, minden beérkező adat között 0,5 s telik el. Ha kiugró adatot látsz, azt töröld.

a) A kapott függvényt rajzold le ide is! (/az excelben felvett grafikont másold be)

b) Jelöld a grafikonon az egyensúlyi helyzetet és a maximális kitéréseket.

c) Mekkora a rezgés amplitúdója?

A=

d) Add meg egy teljes rezgés idejét! (**Rezgésidő**: Egy teljes rezgés megtételéhez szükséges idő. Ez idő alatt a rezgő test visszatér egyik szélső helyzetéből a másikon keresztül a kiinduló szélső helyzetbe.)

Jele: T

Mértékegysége: s

T=

Frekvencia (rezgésszám): Időegység alatt megtett rezgések száma, a rezgésidő reciproka.

Jele: f, Mértékegysége: 1/s

e) Mekkora a rezgés frekvenciája?

f=

3. Vizsgáld meg, hogy mitől függ a rezgésidő!

a) Végezz mérést Arduino segítségével a rezgésidő vizsgálatára. Mely paraméterektől függ?

- Tömeg
- Rugóállandó
- Amplitúdó

A vizsgálatához változtasd a rugóra akasztott testek tömegét, a rezgés amplitúdóját, és ábrázold grafikonon a mérési adataidat (szenzortól mért távolság az idő függvényében). Ezt követően cseréld ki a rugót, és végezz mérést azzal is.

- b) Eredményeidet hasonlítsd össze. Milyen eltérés mutatkozik a kapott rezgésidőkben? Fogalmazd meg, hogy milyen kapcsolat van a rezgésidő és a vizsgált paraméterek között.

Hogyan határozható meg a rezgésidő, ha ismerjük a rugó rugóállandóját és a ráakasztott test tömegét. Vezesd le a periódusidőt megadó összefüggést!

4. Az ismeretlen tömegű test tömegének meghatározása

A korábban hagyományos módon elvégzett emelt szintű érettségi mérést most Arduinóval fogjuk kivitelezni.

Végezz rezgésidő-mérést 5 különböző tömeggel (50 g-os tömegek a tömegsorozatból) és az ismeretlen tömeggel.

Ábrázold a mért rezgésidő értékeket $\sqrt{m}$ függvényében, kattints jobb egérgombbal egy adatpontra, és a „Trendvonal felvétele” (Add trendline) segítségével illessz egyenest az adatokra. Az „Egyenlet látszik a diagramon” (Display equation on chart) rubrikát pipáld ki, és az egyenes egyenlete alapján add meg az ismeretlen test tömegének értékét!

A grafikont másold be ide!

5. Tervezz egy olyan Arduino kísérletet, amellyel a közegellenállással csillapított rezgést vizsgálhatod. Vedd fel a kitérés-idő függvényt.
Hogyan változik az amplitúdó az időben? Milyen függvény írja le ezt a változást?

Grafikon:

6. Matematikai inga (fonálinga)

Hosszú, elhanyagolható tömegű fonál egyik végét rögzítjük, másik végére pontszerű, m tömegű testet rögzítünk. Egyensúlyi helyzetéből kis szögben (φ) kitérítjük az ingát, és magára hagyjuk.

1. Készíts ábrát az inga mozgásáról, jelöld az ingatestre ható erőket.

2. Igazold, hogy az inga periodikus mozgását előidéző erő harmonikus.

3. Kis kitérések esetén a fonálinga mozgása helyettesíthető egy harmonikus rezgőmozgással. Ezt figyelembe véve írd fel a fonálinga periódusidejét (lengésidő) megadó összefüggést!

4. Vizsgáld meg Arduino méréssel is, hogy mitől függ kis kitérések esetén az inga lengésideje!
 - Ráakasztott test tömeg
 - Ráakasztott test anyagi minősége
 - A fonál hossza

Változtasd a paramétereket, és vizsgáld meg, hogy közben hogyan változik a lengésidő.

Fogalmazd meg a tapasztalataidat!

5. Fonálinga lengésidejének mérésével határozd meg a nehézségi gyorsulás értékét. Akassz 50 g-os tömeget a fonál végére, és végezz lengésidő-mérést 5 különböző ingahossz (l) esetén.

A mért értékeket ábrázold grafikonon $\sqrt{l}$ függvényében. A pontokra illessz egyenest, írasd ki az egyenes egyenletét, amely meredekségéből következtethetsz g értékére.

A grafikont másold ide:

*** Bónusz elmélet: Jellemezd a fonálinga mozgását általánosan (nagyobb amplitúdók figyelembevételével is. Add meg a mozgást leíró mozgásegyenletet.

*** Bónusz tervező: Tervezz egy olyan Arduino-alapú kísérletet, amely segítségével meghatározhatod egy szögletes test (pl. vonalzó) tehetetlenségi nyomatékát.

Harmonikus rezgőmozgás gyakorló feladatok

Pörgetős gyakorlás (érettségi és középsikolai fgy – Fizika feladatgyűjtemény középiskolásoknak példák)

1. A harmonikus rezgőmozgást végző test kitérése az idő függvényében:

$y = 0,12 \sin(5\pi \cdot t)$, ahol a kitérést méterben, az időt másodpercben mérjük. Mekkora a következő mennyiségek?

- a) A rezgés amplitúdója c) A rezgés frekvenciája
b) A rezgés körfrekvenciája d) A rezgésidő

2. Egy test harmonikus rezgőmozgást végez 0,5 1/s frekvenciával. Egy adott pillanatban a test sebességének nagysága maximális. Mennyi idő múlva lesz megint ekkora a sebesség?

- A) 0,125 s B) 0,5 s C) 1 s

3. Egy harmonikus rezgőmozgást végző test maximális sebessége $20 \frac{m}{s}$, maximális gyorsulása $800 \frac{m}{s^2}$. Mekkora a rezgés amplitúdója?

- A) 0,5 m B) 5 cm C) 2,5 cm

4. Mekkora a harmonikus rezgőmozgást végző test kitérése az egyensúlyi helyzeten való áthaladás után $\frac{5T}{12}$ idő elteltével?

- A) $\frac{A}{2}$ B) $\frac{A}{6}$ C) $\frac{A}{8}$

5. Melyik igaz? Ha a harmonikus rezgőmozgást végző test kitérése az amplitúdó fele, akkor a sebesség hányad része a maximális sebességnek?

- A) fele B) $\sqrt{2}$ -ede C) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ -ede

6. A harmonikus rezgőmozgást végző test mozgásának amplitúdója 8 cm, a frekvenciája 2 Hz.

- a) Írd fel a test kitérését és sebességét az idő függvényében! A kitérést méterben, az időt másodpercben mérjük!
b) Mekkora lesz a kitérés és a sebesség értéke az egyensúlyi helyzeten való áthaladás után $1/24$ s elteltével?

7. Az alábbi, harmonikus rezgőmozgásra vonatkozó állítások közül melyek igazak?

- a) Amikor a kitérés 0, a sebesség maximális, a gyorsulás 0.

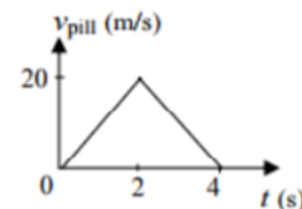
b) Amikor a kitérés 0, a sebesség 0, a gyorsulás maximális.

c) Amikor a kitérés maximális, a sebesség 0, a gyorsulás maximális.

8. Mikor kezdtük el vizsgálni a harmonikus rezgőmozgást végző test mozgását, ha $T/4$ idő alatt az elmozdulásra nullát kaptunk?

9. Az alábbi jelenségek közül melyikre vonatkozhat a grafikon?

- a) A feldobott kő eléri pályája tetejét, visszafordul, megáll.
b) Az autó elindul, felgyorsul, majd lefékez és megáll.
c) A rugón rezgő test két szélső helyzete között mozog.



Gondolkozós (Moór Ágnes példatár: 713 alapján)

10. A horgászat során használt úszó függőleges helyzetben úszik úgy, hogy a vége kiáll a vízből. Függőlegesen kicsit kimozdítjuk egyensúlyi helyzetéből, majd elengedjük. Milyen mozgást végez az úszó, ha a víz ellenállásától eltekintünk?

OKTV feladat

Vízszintes, egyenes sínpáron fékezés nélkül halad egy 200 méter hosszú, mozdony nélküli vasúti szerelvény, ami nagyszámú egyforma vasúti kocsiból áll. A szerelvény rövid, törésmentes szakasz megtétele után 10° -os hajlásszögű emelkedőn folytatja az útját. (Felülnézetből a vízszintes rész, az átmeneti szakasz és az emelkedő egy egyenesbe esik.) a) Mekkora sebességgel érkezik a szerelvény az emelkedőhöz, ha akkor áll meg, amikor a legutolsó kocsija éppen feljut az emelkedőre? b) A szerelvény megállását követően mennyi idővel gurul vissza teljes mértékben a szerelvény a vízszintes szakaszra?

(A súrlódást, közegellenállást, gördülési ellenállást hanyagoljuk el. A számolás során tekintsünk el a kerekek forgási tehetetlenségétől.)

KÖMAL

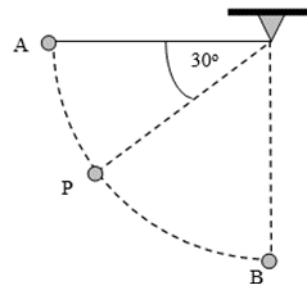
Az indiántábor lakói azonos nyílvevesszőket lőnek egy vastag deszkába. Eszes Medve megállapítja, hogy a piros színű nyíl kétszer olyan mélyen hatol be a deszkába, mint a kék színű. Feltételezi, hogy a deszka által a nyílvevesszőre kifejtett fékezőerő arányos a pillanatnyi behatolás mélységével. Ezek után több kérdésre is választ tud adni.

a) Hányszor volt nagyobb a piros nyílvevessző becsapódási sebessége, mint a kék színűé?

b) A piros vagy a kék színű nyílvevessző fékezési ideje a nagyobb?

Számolási feladatok az ingával

1. Egy vízszintesen kitérített fonálingát lökés nélkül elengedünk. Add meg a gyorsulását!
2. Fonálingát derékszögben kitérítünk, majd lökés nélkül elengedünk. Az ábra szerinti AP vagy PB szakaszt teszi meg rövidebb idő alatt? (333 Furfangos)
3. Függőleges hegyoldalról egy nagyon hosszú kötél lóg le a hegy tetejéről egészen a lábáig. Ismertess egy módszert (esetleg kettőt is 😊), amellyel meghatározhatod a hegy magasságát. (Forrás: <https://www.leifiphysik.de/>)
4. A vidámparkban különféle pályákat biztosítanak a görkorcsolyázók számára. A következőkben a korisokat tömegpontként kezeljük, amelyek súrlódás nélkül mozognak a pályák felületén. Az A jelű nyugalomból indul, majd periodikus mozgást végez az ábrának megfelelő csőpályában.



- a) Magyarázd, hogy a korcsolyázó mozgása kis kitérések esetén miért tekinthető harmonikus rezgőmozgásnak.
- b) Számítsd ki a periódusidőt ($r=3\text{m}$ sugarú pálya).
- c) Mennyi idő telik, míg az A és B jelű koris eléri a pálya legmélyebb pontját? Egyszerre indulnak, kezdősebesség nélkül. (Forrás: <https://www.leifiphysik.de/>)

