



B

Alacsony frekvenciájú elektromágneses terek és az emberi környezet





BEVEZETÉS

Az elektromágneses terek gyakran megfigyelhető természeti jelenségek. A természetes elektromos és mágneses terek behálózzák a Földet, annak légkörét és az azt körülvevő világegyetemet. Az emberek maguk is más frekvenciájú elektromágneses mezők forrásai. A természetes eredetű források mellett léteznek mesterségesek is, amelyek állítólag nem ártalmasak az emberekre nézve. Az egység célja tudatosítani a tanulókat, hogy ezek a jelenségek gyakorta előfordulnak környezetünkben.

Megj.: a legújabb kutatási eredmények szerint az alacsony rezgésszámú elektromágneses sugárzás ártalmatlan az emberi testre, ellentétben a magas frekvenciájú sugárzással, mint például a röntgen és az MRI. Mindennek dacára a például mobiltelefonok által kibocsátott elektromágneses szmog továbbra is gyakori vitatéma a médiákban.

Kulcsfogalmak:

Fizika (mágnesesség, elektromágnesesség, generátor, Faraday-törvény, Maxwell-törvények, elektromágneses mezők, sugárzási spektrum), matematika (az egyenlőségek grafikus ábrázolása), környezettudomány (környezetszennyezés)

Korosztály:

Az egységet 12–19 éves tanulóknak ajánljuk.

- 12–14 évesek: kérdőíves felmérés a mágneses mezők indukciójáról, minőségi értékelés
- 15–19 évesek: kérdőíves felmérés a mágneses mezők indukciójáról, minőségi értékelés, grafikonok készítése

FORRÁSOK

A grafikonok és kérdőívek létrehozhatók táblázatok segítségével, pl. Microsoft Excelben vagy Open Officeban

A kérdőívek elkészítéséhez szabad hozzáférésű alkalmazások állnak rendelkezésre, pl. Google Docs (dokumentumokhoz és táblázatokhoz).

A mérések (elektromágneses mezőt mérő funkciókkal ellátott) okos telefonok vagy PDA-k segítségével végezhető el. Több ingyenes alkalmazás is rendelkezésre áll.

ALAPOK

A következő orvosi gyakorlatban alkalmazott diagnosztikai és terápiás eszközök lehetnek elektromágneses mezők forrásai: röntgenberendezések, komputertomográfok, mágneses rezonátor, valamint a magnetoterápiás és magnetostimulációs, illetve diatermiás műszerek. Egyéb mesterséges források: elektromos vezetékek, rádió- és TV-állomások, rádiónavigációs és rádiólokációs eszközök, mobiltelefonok és egyéb háztartási elektromos eszközök. E források összességét elektromágneses szmogoknak nevezik.

Annak érdekében, hogy felmérjük az átlag felhasználók alacsony frekvenciájú elektromágneses terekről szóló tudását, 1000 tanulót kérdeztünk meg egy felmérés keretében. Az eredmények figyelmeztetőnek bizonyultak. A megkérdezetteknek csupán 14%-a rendelkezett ismeretekkel az elektromágneses szmog mibenlétéről, ebből 5% volt képes pontos meghatározást adni a jelenségre. Az ismert elektromágneses sugárforrások megnevezésére irányuló kérdésre a megkérdezettek 36%-a nem volt képes bármiféle választ adni. A többi résztvevő pedig a kérdőívben szereplő listán feltüntetett eszközöket sorolta fel.

A kérdőívek alapján felállíthatunk egy rangsort az adott eszközök ártalmasságát értékelve. A rangsor helytállóságának igazolására megmérhetjük az egyes eszközök által keltett mágneses mezők erősségét. Ehhez okos telefonok és PDA-k mezőmérőjét alkalmaztuk. A mérési eredmények a tanulók által felállított rangsor helytelenségét igazolták.

Anyagfelhasználás

Az általános cél az emberi környezetben fellelhető elektromágneses mezők elemzése és téma tanulóknak való tudatosítása.

A tanulók egy kérdőívet töltenek ki a számítógépen. Az adatgyűjtés egyszerűsítése érdekében érdemes ezt egy szabadon hozzáférhető webes alkalmazással elvégezni. Ennek segítségével elkészíthető egy űrlap, melyet a tanulók egy link megnyitásával érhetnek el és tölthetnek ki. Az összegyűjtött adatokat be lehet táplálni egy táblázatba, amely a kívánt formátumban letölthető. A felmérés eredményei egy táblázatban azonnal százalékokká és grafikonokká változtathatók, melyben grafikonok is készíthetők.

Ezután a tanulók megméri a különféle háztartási eszközök mágneses mezőinek változását (lineáris és háromdi-



menziós formában) az okos telefonokban vagy PDA-ban található geometer alkalmazásával.

A mágneses indukciót 10 cm-es távolságonként ① méri meg és táblázatban rögzítik az eredményeket, mely a fő grafikon alapja.

Egy repülőgépen mért mágneses mező eloszlása (izovonalak). ② ③

Elemzés

A tanulók a felmérésekből kapott és mért adatokat grafikonok készítéséhez használják, melyeket azután megvitatnak és kiértékelnek.

Például amikor a „Soroljon fel példákat az Ön által ismertelektromágneses mező forrásokra” kérdésre adott lehetsé-

ges válaszok a következők: „ismerem a..”, „nem ismerem a..”. Az eredmények egy kördiagrammal ábrázolhatókt.

A „Hallott valaha az elektromágneses szmogról?” kérdésre több válasz is adható, melyhez oszlopdigramra lehet váltani.

A „Véleménye szerint milyen eszközök gyakorolnak negatív hatást az Ön egészségére?” kérdésre adott válaszok megjeleníthetők $y(x)$ diagramon (x – eszköz neve, y – válaszadók száma).

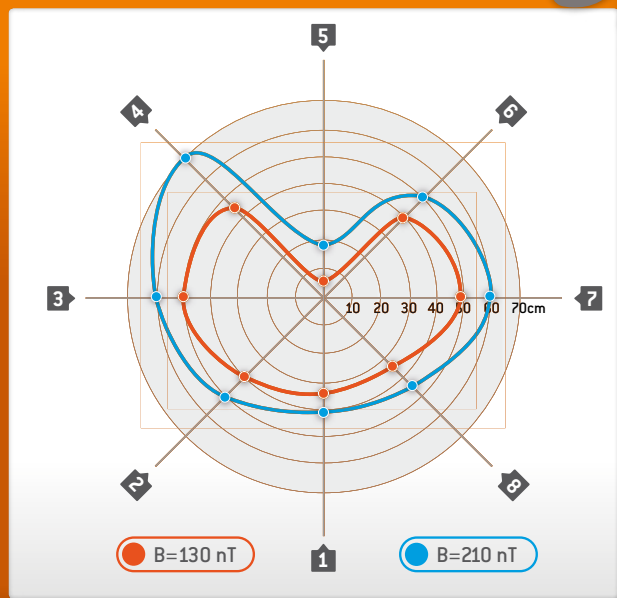
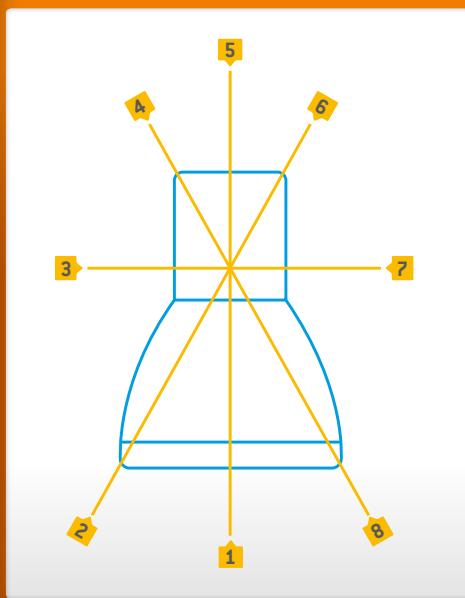
A tanulók ezután matematikai módszerekkel is feldolgozhatják a mérési eredményeket (a pontatlan mérőműszerek vagy emberi érzékek (pl. látás) bizonyos mérési pontatlanságokat okozhatnak). Az eredmények táblázatban állíthatók össze.

Példa: „Egy bizonyos elektromos eszköz mágneses indukciójának nagyságát [nT] (a tanulók saját mérési eredményeinek használatával) a színnel jelölt aktív távolsággal összehasonlítva. ④ ⑤

Az elemzés lezárásakor összevethetik a készülékek mágneses mezőjének erősségét és a besugárzás idejét (pl. $y(x)$ vonaldiagrammal ábrázolva, ahol x – a mágneses mező indukciója B [nT] és a besugárzás időtartama t [h] = heti dózis ; y – az eszköz neve).



② ③ A repülőn mért mágneses mező eloszlása (izo vonalak)



4 Egyes elektromos eszközök mágneses indukció magnitúdójának összehasonlítása

A forrástól számított távolság [cm] >	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Philips porszívó	19755	5695	2560	1,200	754	461	331	247	187	162	136	109	103
Számítógépes képernyő	666	225	109	63	50	41	30						
Braun hajszárító	3,940	1043	464	206	133	85	69	51					
Privileg borotva	19980	9450	3320	1432	844	500	341	232	180	127	102	78	67

Eredmények

Az egyes készülékek indukciós értéke (a gyártók általában megadják) és a besugárzási idő egyaránt fontos szerepet játszanak az elektromágneses mezők emberekre gyakorolt hatásának értékelésében.

Az egyes testrészek sugárzásnak való kitettségére vonatkozó információk is igen fontosak. A tanulók megvitathatják az elemzés eredményeit, poszttereket készíthetnek és bemutathatják azt a többi tanulónak, eredményeiket a többi osztállyal, vagy más iskolák tanulóival is megoszthatják. Ez egy közös wiki blog vagy az online kérdőív közzétételével is elvégezhető.

Ehhez kapcsolódóan az MRI besugárzás modellezése (phet.colorado.edu/en/simulation/mri) segíthet megérteni az erős elektromágneses mezők esetleges hatását az emberi testre.

KÖVETKEZTETÉS

Az elektromágneses mezők sok biológiai és élettani folyamatot befolyásolnak az emberi testben. Például hatást gyakorolnak a sejtmembrán ioncsatorna fehérje összetevőinek szerkezetére és az inonok elosztására. Hatással vannak a szervezetben található folyadék-kristályokra, különösen a biomembránok dolyadékkristály összetevőire.

Az alacsony frekvenciájú elektromágneses terek emberi környezetre gyakorolt lehetséges hatása igen fontos probléma, de ahogy a kérdőívek is megmutatták, nem túl jól ismert. Az első lépés az ismerethiány csökkentése a téma elektromos eszközöket használó átlagemberek részére történő bemutatásához. A lényeg, hogy ne féljünk az elektromágneses mezőktől és a problémát se becsüljük le, és megbizonyosodjunk azok megfelelő kezeléséről, pl. több elektromos eszköz, pl. TV, számítógép, audio berendezés egyidejű használatának elkerülése; az órákig tartó számítógéphasználattól és TV-nézéstől való tartózkodás, a WLAN használaton kívüli kikapcsolása stb.).

5 Az egyes eszközök esetében a mágneses mező indukciója b [nT] és a távolság [cm] között fennálló összefüggés diagramja

