

# EGY EGYSZERŰ KÍSÉRLET A COULOMB-TÖRVÉNY BEMUTATÁSÁRA

*DULLIEN TAMÁS intézeti tanársegéd*

Az oktatás bármely területén tagadhatatlanul fontos szerepe van a szemléletességnek. A szemléltetés mértéke azonban tantárgyanként, tananyagoként más és más.

Intézetünkben, ahol nem anyanyelven folyik az oktatás, különösen nagy súlyt kell erre fektetni.

A szemléltetésnek különböző formái lehetségesek. Ilyenek például az ábrázolás, kísérleteknek filmen történő bemutatása, ill. az élő kísérlet. Bár jelentős filmanyaggal rendelkezünk, bőségesnek korántsem mondható. Filmeken elsősorban olyan kísérleteket célszerű bemutatni, amelyek egyrészt bonyolultak és időigényesek, másrészt - és ez a lényegesebb - olyanokat, amelyeket csak laboratóriumi körülmények között lehetne elvégezni.

Mint említettem, jelentős filanyag van a birtokunkban. A film azonban nem pótolhatja a tanulók által végzett kísérlet élményét és hatékonyságát. Erre azonban jórészt időhiány miatt nem tudunk sort keríteni. Marad tehát a film és a tanár által bemutatott kísérlet. Célunk, hogy az utóbbiak legyenek egyszerűek, ne igényeljenek sok időt, és lehetőleg nagyban járuljanak hozzá egy-egy új fogalomkör kialakításához.

A mechanikában és az elektrosztatikában szerepel két, formailag azonos törvény. Ezek: Newton gravitációs törvénye, ill. a Coulomb-törvény. Mind a kettőben olyan erő szerepel, amely centrális és a távolság négyzetével fordítottan arányosan változik. A két tulajdonság jelentősége között nagy különbség van. Az erő centrális jellegéből következik, hogy az erőternek van potenciálja. A potenciál létezésének semmilyen kapcsolata sincs az erő távolságfüggésével. Bármely centrális erő erőterének - ha az gömbszimmetrikus - van potenciálja. (A fenti erők ilyenek.)

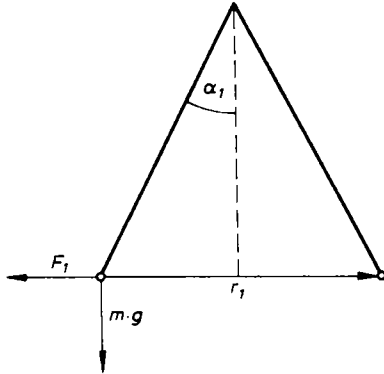
Az inverz négyzetes jelleg hordereje "csupán" abban nyilvánul meg, hogy a törvényt egyszerűbb, alkalmazhatóbb alakban is meg lehet fogalmazni. (Gauss törvény)

Az alább leírt kísérlet azért lehet jelentős, mert - bármennyire is egyszerű módon - egy természeti törvényt demonstrál.

## A KÍSÉRLET LEÍRÁSA

Két egyenlő tömegű bodzabél golyót elhanyagolható tömegű, két egyenlő hosszúságú fonálra függesztünk. Tegyük fel, hogy mind a két golyónak egyenlő nagyságú, azonos minőségű töltése van ( $Q$ ). Mind a két golyóra két erő hat: az elektrosztatikus és a nehézségi erő. Egyensúlyi helyzetben (l: az ábrát)

$$F_1 = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha_1$$



5. ábra

A Coulomb-törvény felhasználásával:

$$F_1 = Q^2 / 4 \pi \epsilon_0 r_1^2$$

Ha most az egyik golyó töltését eltávolítjuk (pl. a kezünkkel), és utána összeérintjük a golyókat, azoknak megint egyenlő töltésük lesz, nevezetesen  $Q/2$ . A most kialakuló egyensúlyi helyzetre felírva az egyenletet:

$$F_2 = (Q/2)^2 / 4 \pi \epsilon_0 r_2^2$$

illetve

$$F_2 = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha_2$$

A két erő hányadosát képezve:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{1}{4^{-1}} \cdot \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

Ennek az összefüggésnek az az előnye, hogy nem tartalmazza sem a töltés nagyságát; sem  $\epsilon_0$ -t; tehát nem szükséges ezeket ismerni.

Ha megmérjük az  $\alpha_1$ ;  $\alpha_2$  szögeket, valamint az  $r_1$  és  $r_2$  távolságokat; bizonyítani tudjuk, hogy kiindulási egyenletünk helyes. Egy gyengéssége van csak az összefüggésnek: szögeket kell mérni, ami elég nehéz. Ha azonban a felfüggeszhető fonal hossza jóval nagyobb, mint a két töltés távolsága, akkor egy közelítéssel élhetünk:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 \approx \sin \alpha_1 = (r_1/2)/L$$

és hasonlóan,

$$\operatorname{tg} \alpha_2 \approx \sin \alpha_2 = (r_2/2)/L$$

(Ez 5°-os szög esetén 0,3%-os hibát eredményez.)  
Felhasználva a fenti közelítéseket:

$$(r_1/r_2) = 4^{1/3} = 1.5874$$

Tehát egyenletünk helyességének "igazolását" egyszerű távolságméréssel megtehetjük.

Egy másik, konstruktívabb lehetőség is van. A diákok elég könnyen el tudják képzelni, hogy az erő egyenes arányosan függ a testek töltésétől, valamint azt is, hogy ez a távolsággal fordítottan arányos.

Kiindulási összefüggésünk most tehát a következő:

$$F \sim \frac{Q_1 Q_2}{r^x} \quad \text{ahol } x \text{ tetszőleges szám.}$$

Innen (két mérést végezve):

$$x = \frac{\ln 4}{\ln(r_1/r_2)} - 1$$

A kísérlethez kb. 1,5 m hosszúságú, elhanyagolható tömegű fonál szükséges. Nehézséget okozhat a két golyó távolságának pontos megmérése. Ezen úgy lehet segíteni, hogy a golyókat megvilágítjuk, és árnyékuk távolságát mérjük meg.

## ПРОСТОЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ ДЕМОСТРАЦИИ ЗАКОНА КУЛОНА

Тамаш Дулиен, ассистент

(резюме)

В статье речь идёт о простом эксперименте, который можно показывать в условиях аудитории. Цель эксперимента - продемонстрировать студентам действия закона Кулона. Для эксперимента нужны простые инструменты, мало времени, и ошибка в измерениях является минимальной (приблизительно 2 процента).

## A SIMPLE EXPERIMENT TO DEMONSTRATE THE COULOMB- LAW

Tamás Dullien, assistant teacher

The article is about a simple experiment that can be shown in the classroom as well for demonstrating the Coulomb-law. It requires simple equipments, does not take much time and the level of fault in measuring is very low, approximately 2 per cent.

## EIN EINFACHER VERSUCH ZUR VORFUHRUNG DES COULOMBSCHEN GESETZES

Tamás Dullien, Assistent

Im Artikel wird ein Versuch, der auch im Klassenraum unter einfachen Umständen gezeigt werden kann, dargestellt. Es handelt sich um die Demonstration des Coulombschen Gesetzes. Die Demonstration kann mit einfachen Instrumenten durchgeführt werden, sie ist nicht zeitaufwendig und auch der Meßfehler ist sehr gering, er liegt bei etw. 2%.