

KÍSÉRLETEK ÉS FELADATOK ÖSSZEKAPCSOLÁSA FOTÓK SEGÍTSÉGÉVEL

CONNECTING EXPERIMENTS AND EXERCISES BY MEANS OF PHOTOS

Teiermayer Attila

Karolina Gimnázium, Szeged; ELTE Fizika Doktori Iskola

ÖSSZEFOGLALÁS

A fizika tanítása során gyakran halljuk diákjaink, kollégáink véleményét, hogy a tantárgy szép, a kísérletek érdekesek, de a számításos feladatok túlságosan elvonttá, nehezzé teszik. A tantárgy megítélésének javítására fontos lenne a feladatmegoldást jobban összekapcsolni a mindennapi jelenségekkel, kísérletekkel. Sajnos az osztályterembe kevés jelenség vihető be, a kísérletezés pedig időigényes. Jó alkalmi segítséget kínál azonban a kvalitatív és kvantitatív feladatokhoz a fényképes vagy filmes illusztráció. Sőt a jól készült fotó és a film több mint illusztráció – a jelenséget rögzítő dokumentum. Írásomban néhány példával szeretném illusztrálni a fotó és a film felhasználását a feladatmegoldásban.

ABSTRACT

In physics education we often hear the opinion of our students and colleagues, that our subject is fine, the experiments are interesting, but numeracy exercises make it too abstract and difficult. To make the judgement of the subject better, we had to connect problem solving with everyday phenomena and experiments. Unfortunately in the classroom we can demonstrate just a few phenomena, and experimenting needs a lot of time. However photos and filmillustrations can help us solve qualitative and quantitative problems. Furthermore a well-made photo or film is more than an illustration, it is a document of an experiment. In my paper I would like to give some examples to illustrate, how photos and films can be used in problem solving.

KULCSSZAVAK

Feladatmegoldás, kísérlet, fénykép
Problem solving, experiment, photo.

BEVEZTÉS

A feladatmegoldás a fizikai gondolkodás igazi iskolája. Az órákon bemutatott kísérletek, a megtanult törvények és az azokat matematikailag leíró formulák a feladatmegoldás során válnak „élővé”, alkalmazhatóvá. A szokásos feladatok rendszerint felidéznek egy jelenséget, elmondanak egy történetet, közölik megoldáshoz szükséges adatokat és felteszik a kérdést. Az első lépés a feladatmegoldás során a szituáció megértése és a kérdést értelmezése. Ezután jöhet felismert probléma és a fizikában tanultak összekapcsolása, a megoldáshoz vezető formulák felírása és a számítások elvégzése. A diákok többségének – még középiskolában is -

a szövegértéssel, illetve értelmezéssel van az alapvető nehézsége. A fizikai feladatmegoldás azért nehéz, mert nem tudják elképzelni a szituációt, világosan átlátni, mi annak a fizikai lényege, illetve az ismert adatok felhasználásával, hogy lehet megadni a választ a kérdésre. . Ha ezek megvannak, jöhetnek a formulák és a matematikai számolás. Sajnos a jó diákok sem mindig járják ezt az utat. A jó matematikusok gyakran fizikai tartalom nélkül formálisan okoskodnak. Ők a megadott adatok alapján keresik a megfelelő formulákat majd elemi matematikai rutinnal megoldják az egyenleteket. Ez a módszer a közepes nehézségű példákig látszólag eredményes, de a fizikai gondolkodáshoz nem visz közelebb.

Az elmondottak alapján érdemes átgondolni a feladatállítást olyan új formáit, ami lényegileg köti a fizikai problémát a konkrét valósághoz. Ilyen lehetőség több van, de közéjük sorolhatók a fotókhoz, videofelvételekhez kapcsolt feladatok is. A következőkben néhány feladat példáján szeretném bemutatni a feladatkitűzésnek ezt a nem szokványos lehetőségét.

KVALITATÍV FELADATOK

1. Mozgások, vonatkoztatási rendszer (7. évfolyam)

Feladat:

Az alábbi fotón ugyanaz az autó látható, de a fénykép elkészítésének módja más volt.

- Figyeld meg az **A.)** képet! Mire következtetsz abból, hogy az autó a fotón elmosódott?
- Vajon hogy készült az első fotó? (Próbáld meg a következő órára magad is ilyen képet készíteni!)
- Mi a véleményed, a **B.)** fotón látható kép készítésekor mozgott vagy állt az autó? Válaszodat indokold!
- Vajon hogy készülhetett a felvétel?

A.)



B.)



A kérdés egyéni megválaszolása után a megoldások részletes frontális megbeszélése következhet. Megbeszéljük, hogy az elmosódottság a fotón azt jelzi, hogy a felvétel ideje alatt a kamera és a tárgy egymáshoz képest mozgott. A fényképezőgép jelenti a vonatkoztatási rendszert. Az első képen a kamera maga nem mozog, amit a háttérben álló fák élessége jelez. Az autó képe elmosódott, tehát az autó a kamerához képest mozog. A második fotón az autó képe éles, de a háttér elmosódott. Az autó a kamerához képest nem mozog, de a háttérből a kamera mozgására lehet következtetni. Az autó tehát a mozgó kamerához képest áll, azaz maga is mozog.

(Természetesen a megbeszélés során érdemes megtárgyalni az expozíciós idő problémáját is, ezzel is segítve a saját fényképek elkészítését. A gyerekek általában mobil telefontal fényképeznek, ennek expozíciós ideje kb....., ez azt jelenti, hogy csak gyorsan mozgó autóról készült kép lesz látványosan elmosódott.

Készíthetünk olyan képet esti szürkületben, ahol az autó lámpái fénycsíkot húznak. A fénycsík hosszát a fotón lemérve és a fotón lévő ismert hosszúsághoz viszonyítva, a zársebesség ismeretében meghatározható az autó sebességének értéke is.)

2. Szórólencse fénytörése ((8. évfolyam)

Feladat:

A napfényben a szemüveg árnyéka érdekesen jelenik meg a mögötte lévő falon.

- Vajon „közellátó” vagy „távollátó” beteg szemüvegéről van szó? Hogyan magyarázható a lencsét környező világos kontraszt?”

A képet figyelve feltűnik, hogy az átlátszó lencse alatt az ernyőn sötétebb árnyékot látunk, tehát a lencsén áthaladó fény nem jut a lencse mögötti ernyőre, hanem féyes kontúrt adva az árnyéknak szóródik a lencse széle felé. A szemüveg tehát homorú lencsét tartalmaz, azaz gazdája rövidlátó. (Természetesen szóbeli megoldást a sugármeneteket feltűntető magyarázó rajzzal is érdemes kiegészíteni.)



KVANTITATÍV FELADATOK

3. Az égbolt látszólagos forgása (7., 9. évfolyam)



Feladat:

Az internetről származó képet a csillagos égről készítette a fotós. A kamerát állványra rögzítette és a gép zárszerkezetét hosszú időre nyitva hagyta.

- *Értelmezd a képen látottakat!*
- *Becsüld meg a fotó alapján, hogy mennyi lehetett a fényképfelvétel készítésének az ideje!*

Az értelmezés nem nehéz, hiszen szépen látszódik az égi pólus és a közvetlen közelében lévő Sarkcsillag. A Föld tengely körüli forgásának következményeként a csillagok körkörös látszólagos mozgást végeznek az égi pólus (Sarkcsillag) körül. A hosszú expozíciós idő alatt a

csillagok mozgásának nyomvonalát mutatja a kép. A fényesebb csillagok mozgásívét figyelve megállapítható, hogy azok kb. negyed-kört formáznak. Ha a teljes körbefordulás ideje 24 óra, a negyed-kör megtételéhez 6 óra kell, a fénykép felvételének ideje kb. 6 óra.

(Nagy élmény a gyerekeknek, ha a bemutatott képhez hasonlót magunk is készítünk, hagyományos filmes fényképezőgéppel, amivel tetszőleges hosszú expozíciós idők is beállíthatók.)

4. Kétkarú emelő (7.,9. évfolyam)

Feladat:

„Kati és Klári ikrek, úgy hasonlítanak egymásra, mint két tojás. Természetesen tömegük is egyformán 36 kg. A mérleghintára úgy ültek fel, hogy nagymamájukat kiegyensúlyozzák.

- A fotó alapján határozd meg a nagymama súlyát!”



A mérleghinta egyensúlyának egyik feltétele, hogy az erők forgatónyomatékai egyenlítsék ki egymást. A forgatónyomaték–egyenlet elvileg egyszerűen felírható, de általános iskolás szinten nehéz átlépni azon a problémán, hogy erőkar-adatokat nem ad meg a feladat, csak a lányok súlyadatait ismerjük. Rá kell jönni, hogy az erőkarok fotón elvégezhető relatív mérése is elegendő a megoldáshoz. Ezután a mérés vonalzóval elvégezhető és a feladat megoldható.

$$360\text{N}\cdot k_1 + 360\text{N}\cdot k_2 = G_{\text{nagymama}}\cdot k_3.$$

Az egyenlet és az adatok felhasználásával a nagymama súlya kb. 580 N.

(A fotón végzett hosszúságmérés sem egyszerű feladat a tanulóknak. Zavarja őket, hogy képen nem látszik egyértelműen és pontosan hol van a gerendán ülők súlyerejének pontos támadáspontja. A becsléshez önállóság, bátorság kell, amit a tanárnak biztatással kell erősíteni)

4. A rugó erőtvénnye (erőmérés) 7., 9. évfolyam

Feladat:

A képen látható rugók egyformák, a bal oldali rugóra 20 g tömegű testet akasztottunk, a mellette lévő rugó nyújtatlan.

- Határozzuk meg a fotón látható többi test tömegét!



A feladat a fotón végzett méréssel oldható meg. A méréshez célszerű berajzolni a fényképre a nyújtatlan rugó hosszát jelző vízszintes vonalat. Ettől a vonaltól mérjük a különböző módon terhelt rugók megnyúlását. Jelölje x_0 az első rugó megnyúlását az ismert $m_0 = 20\text{g}$ tömeg hatására. Mivel a rugó megnyúlása arányos a ráakasztott test tömegével, és valamennyi rugó egyforma, a tömegek aránya a megnyúlások arányával egyezik meg, azaz

$$\frac{x_0}{x_2} = \frac{m_0}{m_2}.$$

A fotón elvégezve a méréseket, a számítás minden terhelésre elvégezhető. A kapott eredmények rendre: 32,2 g, 47 g és 9,3 g.

Természetesen a feladat egyszerűen megoldható grafikusán is. A koordinátarendszer függőleges tengelyen ábrázoljuk a fotón mért megnyúlások értékét cm vagy mm egységekben, a vízszintes tengelyen tömeget gramm egységekben. Berajzoljuk az első rugót jellemző pontot (megnyúlás - m_0 értéket, majd ezt összekötjük az origóval. A kapott egyenes a rugókra jellemző megnyúlás-tömeg kapcsolatot jelzi. A függőleges tengelyre felvitt megnyúlás értékekhez tartozó tömeg értékeket a grafikonról olvashatjuk le.

A feladat megoldása során a legnehezebb a diákok számára az, hogy a nem ismerik a megnyúlások valódi értékét.

5. Kinematika (Mozgás a lejtőn) felkészítés érettségire

Feladat:

A képen 1 méter hosszúságú lejtőn leguruló golyó képét láthatjuk 4 különböző helyzetben. A kép - ún. „stroboszkópos felvétel”- úgy készült, hogy az állványra rögzített kamerával $\Delta T = 0,375$ másodpercenként megismételtük ugyanazon kép exponálását. Az egymást követő felvételek rögzítik a lejtőn mozgó golyó aktuális helyzetét. Egy-egy felvétel készítésének ideje (az ún. expozíciós idő) $\Delta t = 0,05$ másodperc volt.

- *Becsüljük meg a golyó pillanatnyi sebességét az egyes helyzetekben!*
- *Igazoljuk, hogy a golyó a lejtőn egyenletesen gyorsuló mozgást végez!*
- *Határozzuk meg a golyó gyorsulását!*



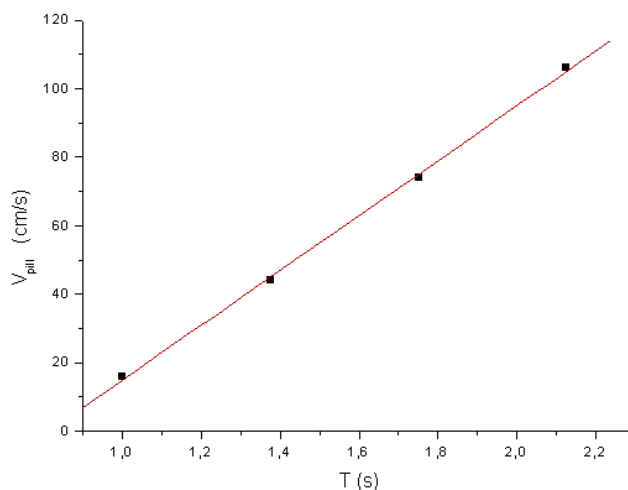
A mozgó golyó a fotón egyre elmosódottabb, azaz a golyó egyre gyorsabb, a változatlan expozíciós idő alatt egyre jobban elmozdul. Az expozíciós idő kicsi, ezért a golyó Δs elmosódottságának mértékéből következtethetünk a pillanatnyi sebességre, azaz

$$v_{pill} \approx \frac{\Delta s}{0,05s} .$$

A feladat megoldásához Δs értékét a golyó minden helyzetében meg kell határozni a fotón. (A diákoknak rá kell jönni, hogy Δs értékét úgy határozhatják meg, ha a golyó elmosódott képének lejtővel párhuzamos hosszából levonják a golyó lejtőre merőleges méretét (azaz a golyó átmérőjét). A hiteles méreteket a arányítással kapjuk meg. (A hosszúság mértékét a fotón a lejtő hossza (1m) adja meg. A pontosabb méréshez a fotót érdemes kivetíteni.) A golyó fotó alapján meghatározott elmozdulásait és az ezekből adódó pillanatnyi sebességeket a táblázat mutatja.

s (cm)	0,8	2,2	3,7	5,3
v_{pill} (cm/s)	16	44	74	106

A mozgásról úgy bizonyíthatjuk be, hogy egyenletesen gyorsuló, ha ábrázoljuk a pillanatnyi sebességeket az idő függvényében. Tegyük fel, hogy a golyó elindulásától számítjuk az időt! Ekkor az első golyópozícióhoz T_0 idő tartozik, a következőhöz $T_0 + \Delta T$, a harmadikhoz $T_0 + 2\Delta T$, az utolsóhoz $T_0 + 3\Delta T$. (A számítógépes adatfeldolgozás és ábrázolás okán tegyük fel, hogy a valójában ismeretlen $T_0 = 1$, $\Delta T = 0,375$ s) A golyó mozgását jellemző sebesség – idő grafikont az ábra mutatja.



A mérési pontokra egyenes illeszthető, azaz a golyó bizonyítottan egyenletesen gyorsulva mozog a lejtőn. Az egyenes meredeksége a megadja a gyorsulás értékét $a \approx 0,75 \frac{m}{s^2}$

Az egyenes tengelymetszetéből ($v=0$) a T_0 valódi értéke határozható meg. Esetünkben a golyó 0,2 másodperccel az első fotózás pillanata előtt indult el.

Megjegyzés:

A fotó kiértékelése kapcsán - érettségire készülve - dinamikai kérdés is felvethető. A lejtő szöge a fotóról leolvasható, értéke kb. 15° , a várt lejtő menti gyorsulás értéke ennek alapján: $g \cdot \sin 15^\circ \approx 2,29 \text{ m/s}^2$ lenne. A fotó kinematikai kiértékelésével kapott gyorsulás ennél jóval kisebb. A probléma kvantitatív feloldása a jelen érettségi követelményeket (forgómozgás, gördülés nem anyag), kvalitatív szinten azonban megtehető és szemléletformáló is.

ÖSSZEGZÉS

A fotók alkalmazása új lehetőségeket teremt a feladatkitűzésben. Vizualitásával közelebb hozza a fizikát a mindennapi élethez, jelenségekhez. Az alkalmasan készített fotó nem csak a jelenség elképzelésében segít, de számításos feladatok kiindulópontja is lehet, ha pl. a szükséges adatokat a fotón elvégezhető méréssel kell meghatározni a diáknak.

A bemutatott néhány feladattal a lehetőségeket kívántam illusztrálni. Különösen a mechanika és az optika jelenségei alkalmasak a fotós feladatokhoz, mérésekhez. Tanítási munkám során használom ezeket a feladatokat. Úgy látom a tanulók érdekesebbnek találják ezeket, mint a szokásos példatári feladatokat és szívesen foglalkoznak velük. Tapasztalataim szerint a diákok először tanácstalanul állnak a szokatlan példák előtt, de hamar megértik a lényegét. A nehézséget általában az a bizonytalanság adja, hogy vajon jó-e a fotóról többkevesebb pontatlansággal leolvasott adat a számításhoz?. A fizikatanítás szempontjából ez a kis bizonytalanság kifejezetten hasznos, mert felhívja a figyelmet a hibára, ami a szokványos feladatok megadott értékeivel számoló diákokban nem tudatosodik.

A módszer eredményességének felmérésére a továbbiakban részletes vizsgálatokat tervezek általános iskolai és gimnáziumi diákcsoportokkal.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni Dr. Juhász Andrásnak a cikk megírásában nyújtott segítségét, értékes tanácsait.

SZERZŐ

Teiermayer Attila, középiskolai tanár, Karolina Gimnázium, Szeged
e-mail cím: teiermayer.attila@gmail.com