

## **Geda Gábor**

Eszterházy Károly Főiskola, Számítástudományi Tanszék  
gedag@aries.ektf.hu

## **Vida József**

Eszterházy Károly Főiskola, Fizika Tanszék  
vidajo@ektf.hu

# DIGITÁLIS TUDÁSBÁZIS ÉS FIZIKAI MÉRŐKÍSÉRLETEK

## **1. Bevezetés**

A fizika a természet olyan alapvető összefüggéseit fogalmazza meg, amelyek alapján biztosan állíthatjuk, hogy a belátható jövőben is a természettudományok és a technika alapozásának szerepét fogja betölteni. Lényeges elemként szerepel továbbra is a társtudományokban, a környezeti és energiaproblémák megoldásában, valamint elképzelhetetlen nélküle a tudomány olyan többé-kevésbé új területeinek a fejlődése is, mint az informatika, a biotechnológia és a nanotechnológia.

## **2. Helyzetelemzés, célkitűzések**

A fizikának különleges szerepe van az oktatásban: bármely természettudomány elsajátításához sok, egyre több fizikai ismeretre van szükség; a fizika tanulása elengedhetetlen a fizikus és fizikatanár szakon kívül más szakmákban is. Ezek tükrében – a tantárgy fontosságát tekintve – a tanulók körében végzett felmérések meglepő eredménnyel szolgálnak: a tantárgyak között a fizika kedveltsége igen alacsony.

Ezt támasztja alá az Országos Közoktatási Intézet által 1997-ben 2500 hetedik osztályos tanuló bevonásával végzett pedagógiai mérés eredménye is, amely kimutatta, hogy a fizika az egyik legkevésbé kedvelt tantárgy. Ugyancsak a fizika tantárgy attitűd-szintjét vizsgálta különböző korosztályú tanulócsoportoknál a Szegedi Tudományegyetem kutatócsoportja, és eredményül ők is ugyanazt kapták [1].

A mérések minden esetben reprezentatív mintán történtek. Az eredményekből az is kikövetkeztethető, hogy a fizika kedvezőtlen megítélése a középiskolában még tovább folytatódik. Ezt megerősíti a B. E. Woolnough vezetésével indított nemzetközi vizsgálat, amelyben a középiskolások természettudományos pályáktól történő elfordulásának okait igyekszik feltárni [2], valamint az IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) felmérések sorozata is.

Nem voltak mindig ilyen lesújtóak az attitűdvizsgálatok, korábban jobb eredmények születtek. Hazánkban Báthory Zoltán 1970-ben, 14 éves tanulók körében végzett felmérése szerint a fizika a tantárgyak sorában még a középmezőnyben foglal helyet.[3] Az ezt követő időszakban fedezhető fel hanyatlás a fizika tantárgy kedveltségét illetően: 1986-ban már csak a középmezőny végén található, a 90-es évek

derekán pedig bekerül a sereghajtók közé. A tantárgyi attitűd és a teljesítmény szoros kapcsolatban van egymással. Ezt mutatja az IEA 1984-ben, majd 1994-ben végzett felméréssorozata is, mely szerint a jelzett évtized alatt a magyar 14 évesek fizika tantárgyi teljesítménye 10%-kal csökkent [4].

Ezek tükrében fogalmaztuk meg célkitűzésünket, amely tömören az alábbi: *az informatika korunkbeli lehetőségeit felhasználva a tanulók érdeklődésének felkeltése a fizikai jelenségek iránt, egy újszerű, hatékony tanulási-tanítási módszer kialakításával, a digitális tudásbázis tananyagának fejlesztésével, bővítésével.* Célunk megvalósításához a fizikatananyag egy fontos, ugyanakkor szemléletes témakörét, a mechanikai mozgásokat választottuk.

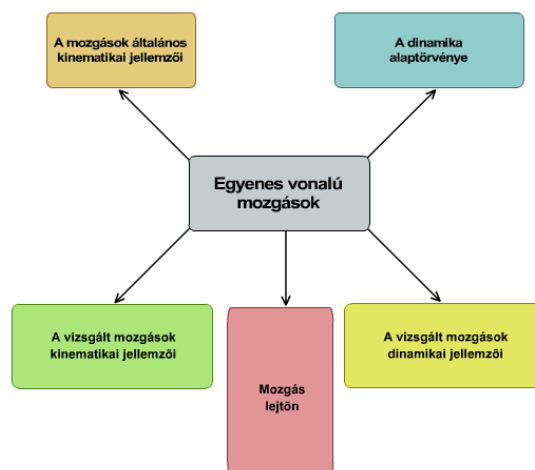
### 3. Digitális tudásbázis elemei

Az általunk elkészített oktatási segédanyag alapvetően három fő részből áll: *elmélet, kísérletezés, feladatbank.*

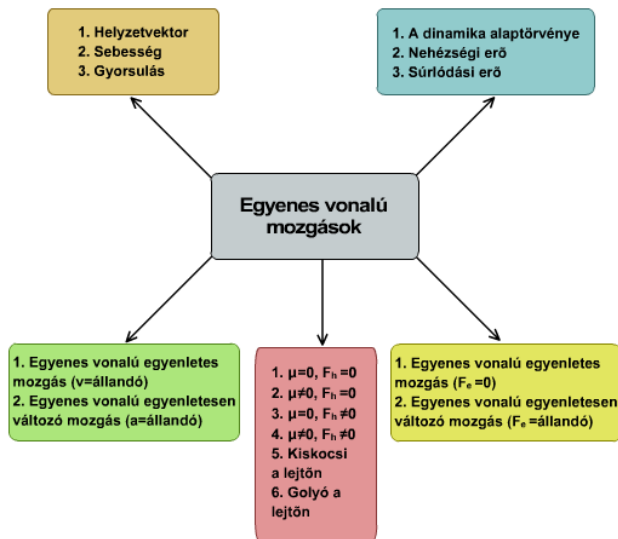
#### a. Elmélet

Az elméleti ismereteket ábrákkal, példákkal, videofelvételekkel szemléletessé tett foglalkozások anyaga tartalmazza. Ugyanakkor a tananyag más pontjairól egy Flash-animáció formájában megvalósított elméleti összefoglaló érhető el.

A felhasználó ellenőrizheti, bővítheti tudását egy kidolgozott elméleti tananyag tanulmányozásával, amely az egyenes vonalú egyenletes és az egyenletesen változó mozgások legfontosabb jellemzőinek leírása mellett a súrlódást, a testek lejtőn való lecsúszását, és a golyó (kiskocsi) lejtőn történő legördülésének valóságos eseteit is elemzi. E témaköröket az 1–3. ábrák szemléltetik.



1. ábra: Elméleti összefoglaló főmenüje



2. ábra: Elméleti összefoglaló további lehetőségei

Menü
Előző
Következő

**Mozgás lejtőn (2)**

A  $\mu \neq 0$ , ( $\mu = \mu_t$ ),  $F_n = 0$  esetében a dinamika alaptörvénye:  
 $ma = F_e$ ,  
 illetve, az 1. ábrán látható jelölésekkel  
 $ma = mg + K + F_t$ ,

ahol  $F_t$  a tapadási súrlódási erő.

1. ábra

Az  $mg$  felbontható két, egymásra merőleges komponensre (a lejtővel párhuzamos és a lejtőre merőleges) (2. ábra):  
 $mg = F_1 + F_2$ ,  
 ezért  
 $ma = F_1 + F_2 + K + F_t$ .

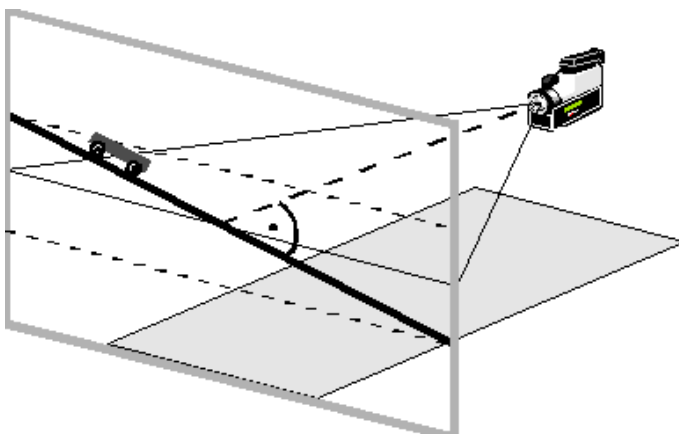
3. ábra: Elméleti összefoglaló egy eleme

## b. Kísérletezés

A kísérletezés a természet megismerésének igen fontos módszere, ezért ebben a megközelítésben is igen fontos szerepet kapott. Kísérletek elvégzéséhez két különböző eszköz áll rendelkezésre. Egyrészt kellően nagy számban rögzített videofelvételek megtekintésére van lehetőség, amelyek valóságos kísérleteket mutatnak be különböző paraméterezéssel. A 118 felvétel segítségével vízszintes pályán vagy lejtőn való egyenes vonalú mozgás tanulmányozható. A mozgó objektum lehet kiskocsi, golyó vagy légpárnás kocsi. Megfigyelhető továbbá a súrlódás és a közegellenállás mozgásra gyakorolt hatása is. A felvételeket megfelelő, a megfigyeléseket egyszerűsítő, a leolvasások pontosságát növelő elemek egészítik ki. Alkalmas médialejátszó használata esetén lehetőség van a lejátszás bármely időpillanatban történő megállítására és így az addig megtett út és az óra állásának leolvasása pontosan elvégezhető. Kellő számú leolvasás után, a táblázatba gyűjtött érték-párok alapján manuálisan vagy táblázatkezelő program segítségével diagram szerkeszthető.

A kísérleti eszköz egy 2 m-es sín, amelyen egy kiskocsi, golyó vagy légpárnás kocsi két különböző mozgástípusa figyelhető meg: az egyenes vonalú egyenletes, és az egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló. A kísérlet elvégzése során nyert adatok felhasználásával lehetőség adódik a jelzett témakörök legkülönbözőbb kinematikai és dinamikai feladattípusainak megismerésére, illetve azokon keresztül a gyakorlásra.

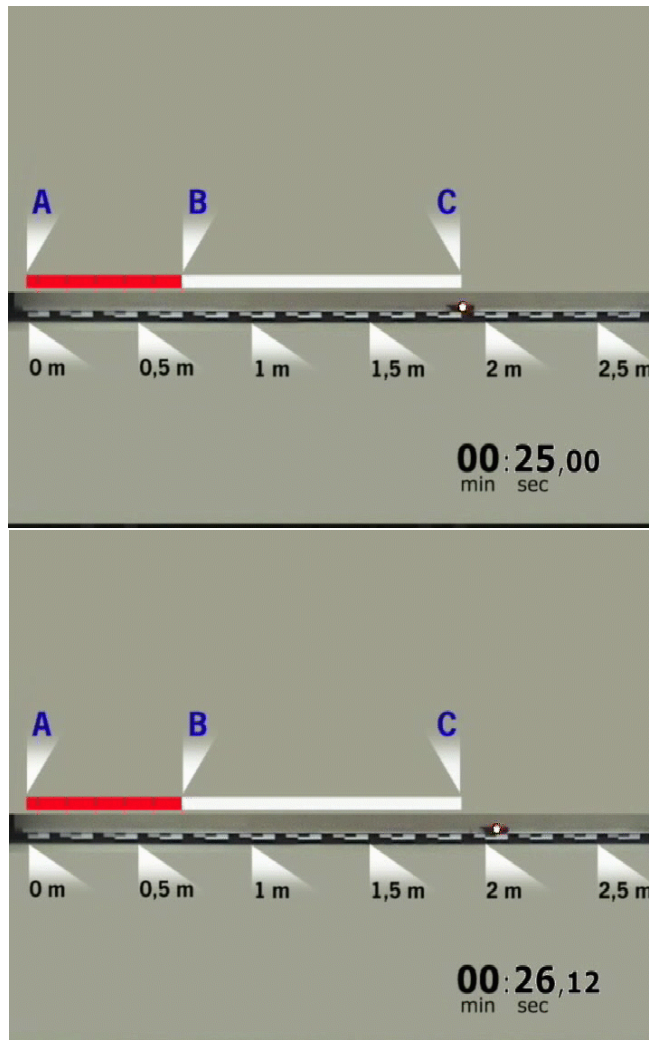
A tárgyak mozgását az eddigiektől eltérő megoldással vizsgáljuk. A fénykapus rendszerrel szemben egy annál pontosabb, újszerű eljárást alkalmazunk. A kiskocsin egy LED fényforrás világít. A pálya síkjára merőlegesen elhelyezett kamera által készített képernyőképen a fénypontok tetszőleges időpillanatbeli helye pixeltávolságokban meghatározható, amelyből egy transzformációval a sínen mozgó tárgy helyzete a valóságos, a sínhez viszonyított vonatkoztatási rendszerben, a kérdéses időpillanatban, hossz mértékegységben megadható. Ezek a valóságos adatok kerülnek feldolgozásra a feladatokban.

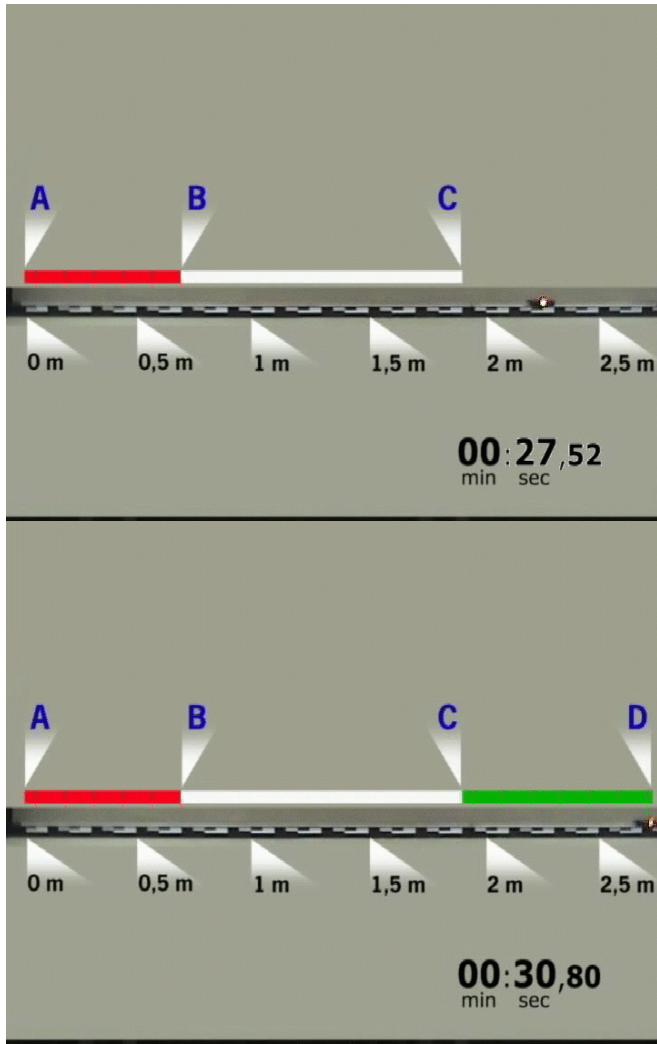


4. ábra: A kísérleti eszköz és a kamera elhelyezése

Kinematikai algoritmusokkal meghatározható a kocsi által megtett út, a kocsi pillanatnyi és átlagsebessége, a pillanatnyi és az egész útra vett gyorsulás. Newton mozgástörvényével kapcsolatos feladatokhoz a megfelelő dinamikai algoritmusok alkalmazhatók. A mérési pontsorokra mozgást jellemző görbék illeszthetők, pl. út-idő, sebesség-idő, gyorsulás-idő függvénykapcsolatokban, így grafikus ábrázolásra is lehetőség kínálkozik.

Ezzel a módszerrel, speciális kísérleti eszköz alkalmazása nélkül van lehetőség megfelelő pontosságú mérési eredmények produkálására (5. ábra).

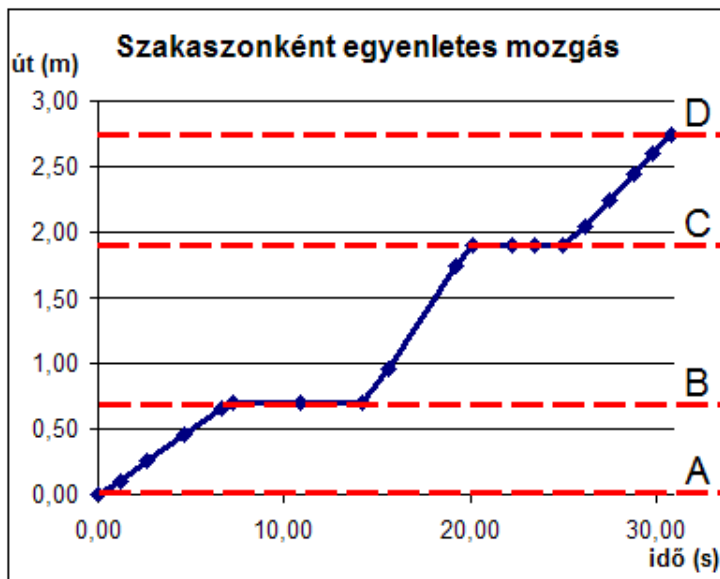




$t$ (sec)	0,00	1,16	4,64	6,68	7,24	10,88	14,24	15,56
$s$ (m)	0,00	0,10	0,45	0,65	0,70	0,70	0,70	0,95
$t$ (sec)	19,24	20,08	22,28	23,48	<u>25,00</u>	<u>26,12</u>	<u>27,52</u>	<u>30,80</u>
$s$ (m)	1,75	1,90	1,90	1,90	1,90	2,05	2,25	2,75

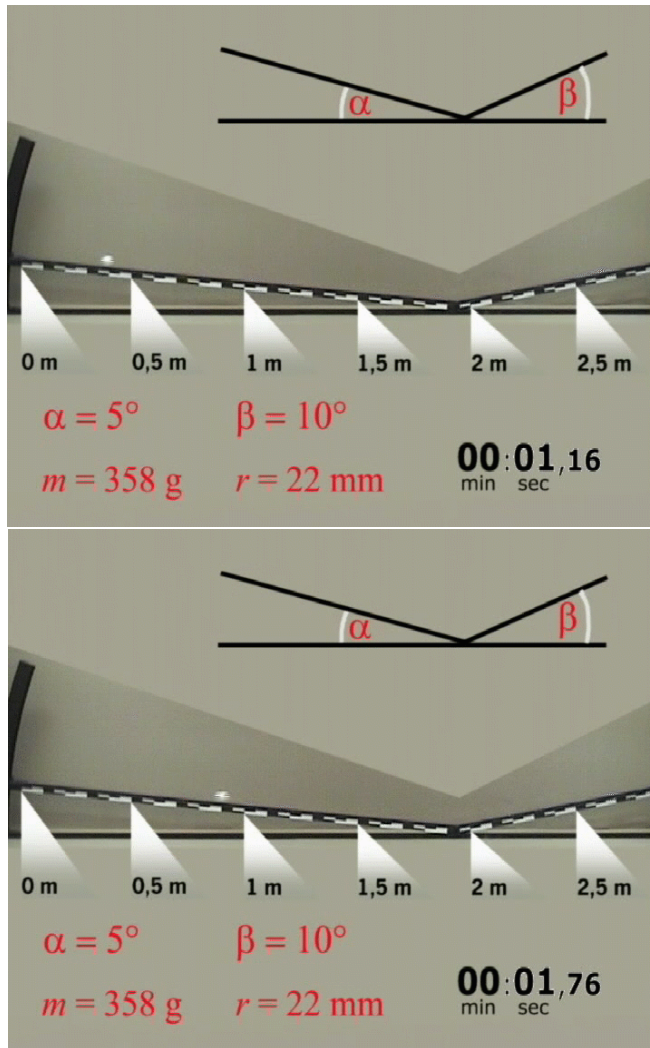
5. ábra: Összetett mozgás négy fázisa, és a leolvasások alapján készült táblázat

Az 5. ábrán szemléltetett összetett mozgás, és annak táblázatba rendezett adatai alapján e mozgás út-idő grafikonja látható a 6. ábrán.

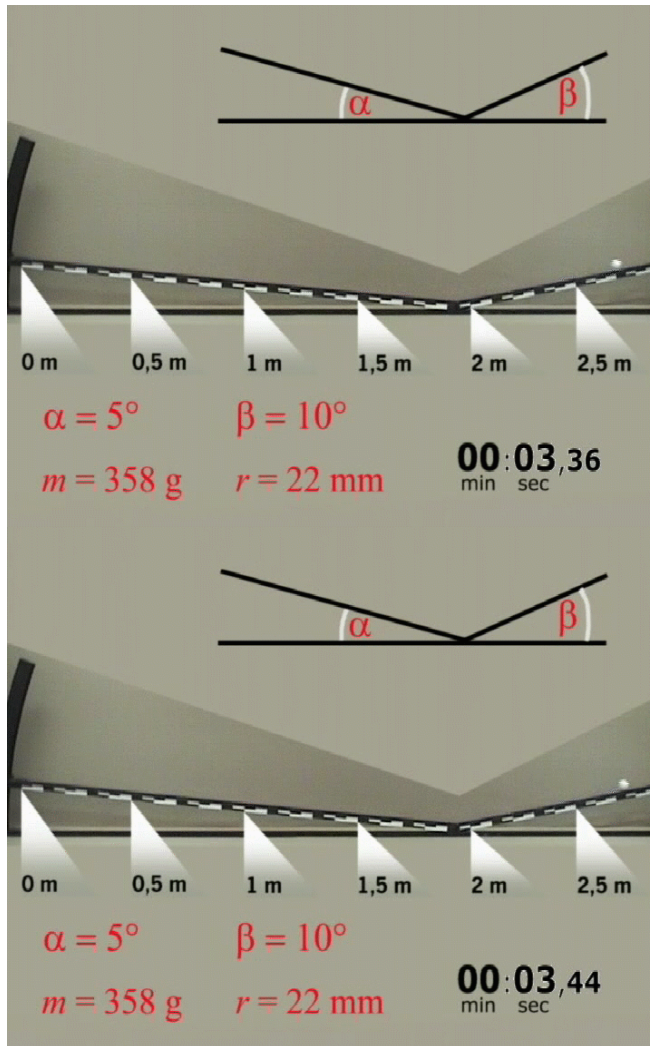


6. ábra: A 4. ábra táblázata alapján készült út-idő diagram.

A következő, 7. ábránk egy, a lejtőn leguruló, majd lejtőre felfutó golyó mozgását szemlélteti, illetve a mozgás mért adatait rendezi táblázatba. A 8. ábra pedig e mozgáshoz tartozó út-idő diagramot tartalmazza.

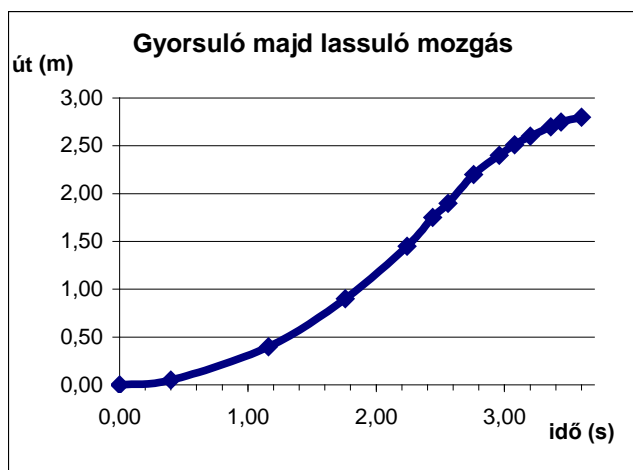






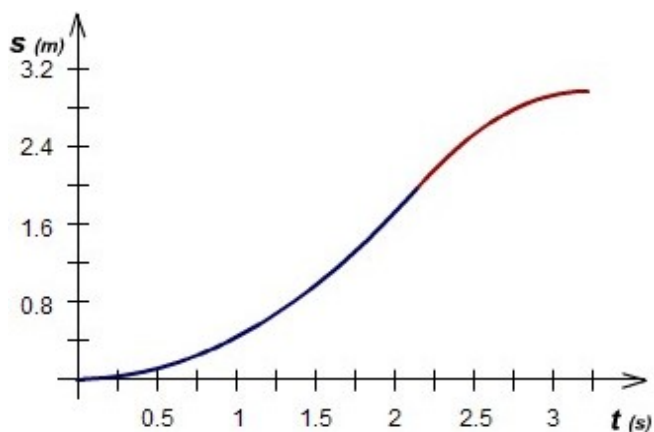
$t$ (sec)	0,00	0,40	1,16	1,76	2,24	2,44	2,56
$s$ (m)	0,00	0,05	0,40	0,90	1,45	1,75	1,90
$t$ (sec)	2,76	2,96	3,08	3,20	3,36	3,44	3,60
$s$ (m)	2,20	2,40	2,51	2,60	2,70	2,75	2,80

7. ábra: Négy fázis a lejtőn legördülő, majd lejtőre felfutó golyó mozgását rögzítő felvételtől, valamint a leolvasott értékeket magába foglaló táblázat.

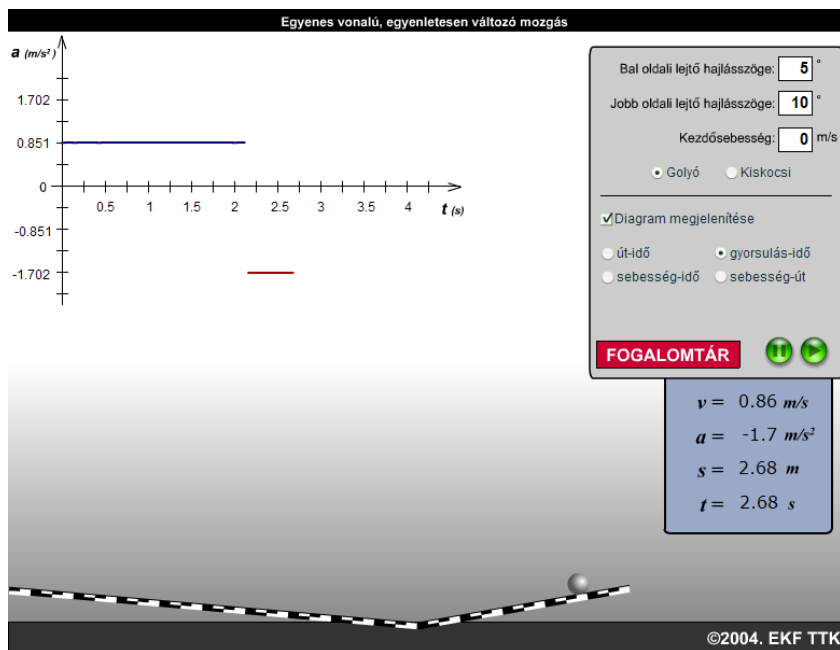


8. ábra: A 7. ábra táblázata alapján készült út-idő diagram

Az előzőekhez hasonló kísérletek „elvégezhető” szimuláció segítségével is. (A mozgó tárgy megjelenítése számított értékek alapján történik a súrlódás és a közegellenállás figyelembevétele nélkül.) Ugyanakkor lehetőség van a mozgás megfigyelése mellett az aktuális  $t$ ,  $s$ ,  $v$ ,  $a$  értékeinek folyamatos figyelemmel kísérésére a kijelzett numerikus értékek és grafikon alapján is (9. és 10. ábra).



9. ábra: A szimuláció által megjelenített út-idő diagram. A „kísérlet” paraméterezése 7. ábra által bemutatott videofelvételen rögzített kísérlet paraméterezésével megegyező. Ezzel magyarázható az ábra és a 8. ábra hasonlósága.



10. ábra: A szimuláció folyamatosan jeleníti meg a választott diagramot (gyorsulás-idő), valamint a  $t$ ,  $s$ ,  $v$ ,  $a$  aktuális értékeit numerikusan. Az ábráról leolvashatók még a kísérlet kezdeti beállításai is.

A felhasználó a program futtatásával a mérések eredményeit különböző formákban (táblázat, grafikon) rögzítheti, értelmezheti, következtetéseket vonhat le belőlük, a kísérletek, mérések elvégzéséhez tapasztalatokat gyűjthet, miközben jártasságot szerez a gyakorlatban használt mértékegységek használatában is.

A tananyag elektronikus úton történő elérésével lehetővé válik a diákok számára, hogy maguk végezzenek tanulást segítő (virtuális) kísérleteket, ezzel is hozzájárulva önállóságuk és kreativitásuk kibontakozásához. Az oktatási segédanyagban különösen értékes az, hogy a kísérleteket, ha számítógép előtt ülve is, de a tanuló önállóan, vagy kisebb csoportokban, társaival együttműködve végezheti (virtuális kísérletezés). Eközben megtanulja a kísérletek, mérések során nyert tapasztalatokat áttekinteni, rendezni, osztályozni, csoportosítani, összehasonlítani. Összevetve a valóságos kísérletezéssel, ebben az elektronikus tananyagban előnyt jelent a megismerélhetőség, a tetszés szerinti helyzetek kiragadásának mindenkori lehetősége.

Lehetővé válik a tanárok számára a multimédiás eszközök szélesebb körű, gyakoribb felhasználása a tanításban. Az alkalmazás során, feladatokon, példákön keresztül kifejezésre jut, hogy a fizikai jelenségek kísérletileg vizsgálhatók, megérthetők, és az így szerzett ismeretek a hétköznapi életben hasznosíthatók. A kísérletekre épülő jelenségbemutatók a fizika tanulását élményszerűvé, hatékonyá tehetik, a modellalkotással a természet megismerésében döntő *lényeglátás* képessége fejleszthető.

A fizikai folyamatok animációs formában történő bemutatására is széles lehetőség kínálkozik a programban. Golyó vagy kiskocsi mozgása vizsgálható lejtőn vagy vízszintes pályán, de megvalósítható a két test lejtőn legördülésének, majd vízszintes kifutón, ill. egy emelkedőre történő felfutásának megjelenítése, számítása is. A testek mozgása közben a tetszés szerint kiválasztott grafikonokban út–idő, sebesség–idő, gyorsulás–idő görbék rajzolódnak ki, amelyek szélesítik a mozgások leírásának, jellemzésének körét.

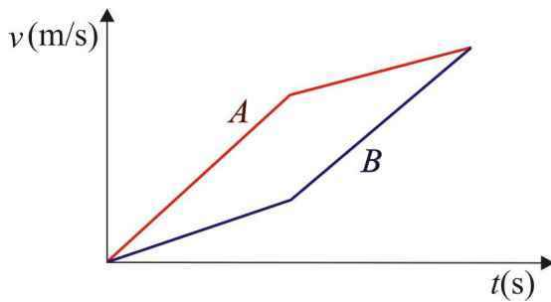
*c. Feladatbank*

A feladatbank öt különböző feladatsora segíti az elméleti tananyag megértését, azt akár példaként, akár gyakorlásképpen beiktatva. Ehhez megfelelő útmutatások, elérési útvonalak szolgálnak mind a tanulók, mind a tanárok részére. Mindenkinek ajánljuk a *gondolkodtató*, a *gyakorlati* és a *grafikus* feladatokat, a *paraméteres lejtős*, és a *paraméteres vízszintes* mozgások feladatsorát pedig azoknak, akik nagyobb elhivatottságot éreznek a fizika iránt, akik többet szeretnének tudni ebből a tárgyból, vagy azoknak, akik felvételre készülnek fizikából. A 11. ábra két példát szemléltet a feladatbankból.

Az 1/7,5 másodperc időkülönbséggel készült felvételsorozaton a szaggatott választóvonal egy szakaszának hossza 4 m. Mekkora az autó sebessége?



Az ábrán látható sebesség–idő grafikon két autó mozgását ábrázolja. Az A, és a B gépkocsi is ugyanakkora sebességre gyorsul fel, ugyanannyi idő alatt. Melyiknek nagyobb az átlagsebessége?



11. ábra: Két különböző típusú feladat a feladatbankból

A digitális segédanyagot használhatják a fizika tantárgyat tanító tanárok az oktatás színesítésére, a tanulók önállóságának fejlesztésére, az elméleti ismeretek megerősítésére, ellenőrzésére, a 7. évfolyamos, általános iskolás tanulók (differenciáltan), a 9., 10. évfolyamra járó gimnáziumi és szakközépiskolás tanulók, a szakmunkásképző intézetek tanulói, a fizika érettségire és a fizikából továbbtanulni szándékozó diákok.

#### 4. Összegzés

A felhasználó a számítógépen a listából kiválaszthatja azt a *videofelvételt*, amely bemutatja a neki megfelelő paraméterekkel rendelkező kísérletet, és *interaktív* módon „kísérletezhet”. A korábban elvégzett valódi kísérlet során gyűjtött adatokat használhatja fel, azokat feldolgoztathatja, grafikonokat készíttethet belőlük a számítógéppel, az eredményeket elemzésnek vetheti alá, megjelenítéseket végezhet.

A kísérletet a jobb megfigyelhetőség kedvéért tetszés szerinti alkalommal megismételheti, vagy más paraméterekkel újabb videofelvételeket vethet vizsgálat alá. Az érdeklődésnek, illetve a tudásszintnek megfelelően az egyszerű megfigyeléstől a bonyolultabb grafikus elemzésekig terjedhet a virtuális kísérletezés.

A kísérletet megismételheti *animációkkal* is, ahol saját maga által kiöltött kezdeti adatokkal (feltételekkel) futtathatja le a kísérletet, de ebben az esetben elvi számítássokkal dolgozik a számítógép.

A felhasználó fogalmakat hívhat elő, tetszésének, igényének megfelelő feladatokhoz, tesztekhez juthat hozzá a *feladatbankból*.

#### Irodalom

1. Papp K.: Ami a számszerű eredmények mögött van..., *Fizikai Szemle* 2001/1.
2. Woolnough, B. E.: Why students choose physics, or reject it?, *Physics Education* 29, 368-374.
3. Báthory Zoltán: Természettudományos oktatásunk helyzete, *MTA*, Budapest, 1974.
4. Raymond S. Mackintosh: Nemzetközi műhely a fizika és a társadalom jövőjéről (ajánlások az UNESCO-ICSU Tudományos Világkonferencia számára), *Fizikai Szemle* 1999/4
5. Geda, G., Vida, J.: Observation of mechanical movements through virtual experiments, *ICAI 2004*
6. Geda, G.: How to study the mechanical movements in the future through the Internet, *Динаміка наукових досліджень* 2004.