

## A középszintű fizika érettségi témakörei

1. Mozgások. Vonatkoztatási rendszerek. Sebesség. Az egyenletes és az egyenletesen változó mozgás. Az  $s(t)$ ,  $v(t)$ ,  $a(t)$  függvények grafikus ábrázolása, elemzése. Relatív- és átlagsebesség.
2. Newton törvényei. A dinamika alapegyenletének részletes elemzése. Tömeg és súly. A súly változásai- Az emelési és a gyorsulási munka. Inerciarendszer.
3. Lendület, lendületmegmaradás. A rugalmas és a rugalmatlan ütközés. Az energia megmaradás. A mozgási energia.
4. A súrlódás fogalma. A súrlódási munka. Az energiamérleg alkalmazása. A csúszási és tapadási súrlódás gyakorlati vonatkozásai.
5. Periodikus mozgások. Az egyenletes körmozgás. A harmonikus rezgőmozgás kinematikája és dinamikája. A rezgésidő, direkciós erő és a rúgón rezgő tömeg kapcsolata. A rugalmas energia.
6. Gravitáció. Gyorsuló koordinátarendszerek és az abban fellépő virtuális erők. Szabadesés. Súlytalanság. A Föld körül keringő mesterséges égitestek szabadesése.
7. A lineáris és térfogati hőtágulás. Szilárd testek és folyadékok hőtágulása. A hőtágulás gyakorlati vonatkozásai.
8. A termikus kölcsönhatás. Kalorimetria. Halmazállapot-változások. A telített gőz fogalma. A fázisátalakulásokat jellemző fizikai mennyiségek.
9. Az ideális gázok jellemzői. Gáztörvények, az egyesített gáztörvény. A gáz állapotegyenlete. Speciális állapotváltozásuk ábrázolása  $p(V)$  grafikonon. Körfolyamatok. A gáz belső energiája.
10. Hőtani főtételek. A hőerőgépek. Az időtükrözési szimmetria sérülése a termodinamikában. A hőszivattyú működési elve, gyakorlati jelentősége.
11. Töltött gömb elektrosztatikus tere. A forrásos mező tulajdonságai. Az elektroszkóp. Az elektromos megosztás. Coulomb törvénye. Elektromos mezők szuperpozíciója. Potenciál, feszültség.
12. A kondenzátor. A kapacitás fogalma. Kondenzátor viselkedése egyenáramú körben. Az áramerősség és a feszültség vizsgálata kondenzátor töltése közben. Kondenzátorok soros és párhuzamos kapcsolása. A kondenzátor energiája.

13. Az egyszerű áramkör részei és funkciói. Feszültség- és árammérés, Ohm-törvénye. Fogyasztók soros és párhuzamos kapcsolása. A kapcsolások elektromos jellemzői. Áramforrások belső ellenállása. Kapocsfeszültség, elektromotoros erő (üresjárási feszültség).
14. Az elektromos áram mágneses hatásai. A Lorentz-erő. A mozgási és nyugalmi elektromágneses indukció és gyakorlati vonatkozásai. Az indukált feszültség és áram. Lenz-törvény és az energiamegmaradás. Generátor, villanymotor. Az elektromágneses fék. Az energia szállítása. A transzformátor.
15. Az elektromágneses rezgés és hullám. Analógia a mechanikai rezgéssel és hullámmal. Tekercs viselkedése egyen- és váltóáramú körben. Rezgőkör, impedancia, fázisszög. Az elektromágneses hullámok spektruma. Az elektromágneses hullám frekvenciája és energiája. Gyakorlati vonatkozások az elektromágneses hullám anyaggal történő kölcsönhatása közben.
16. A látható fény. A fény tulajdonságai. Intenzitás, frekvencia. A látás; a szem. Geometriai optika. Lencsék, tükrök képalkotása. A leképezési törvény. Lencsék fókusztávolsága. A szem hibái, a rövid és távollátás és korrekciója.
17. Hullámoptika. A fény elhajlása résen, rácson. A fény törése prizmán, párhuzamos falú lemezen. A teljes visszaverődés. Az optikai kábel működése és gyakorlati jelentősége. A monokromatikus és koherens fény, a lézer.
18. Az anyag kettős természete. A foton. A fotoeffektus. A kilépési munka. A kvantumfizika alapjai. Az elektron hullámtermészete.
19. Az atom szerkezete. Természetes és mesterséges radioaktivitás. A bomlási sor. Aktivitás. A háttérsugárzás. A sugárzás mérése. A radioaktivitás biológiai hatásai.
20. Az atommag felépítése. A kötési energia. Az egy nukleonra jutó kötési energia a rendszám függvényében. Magfúzió, maghasadás. a csillagok energiatermelése. Az atomreaktor működése, a tiszta energiatermelés és kockázatai (Csernobil, Fukushima).
21. Csillagászat. Fénysebesség. A speciális relativitás alapjai. A fénysebességnél nagyobb sebesség abszurduma. Tér-idő grafikonok elemzése. Az Univerzum keletkezése és lehetséges végállapota(i).

Barabás Péter

# 1. AZ EGYENLETESEN GYORSULÓ MOZGÁS VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Lejtőn leguruló golyó (vagy kiskocsi) gyorsulásának mérése különböző meredekség esetén.

## **Eszközök:**

hosszú sín, oldalán centiméterskálával, golyó (kiskocsi), fahasábok a lejtő meredekségének beállítására,  
mérőszalag, stopper.

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

Először egy – majd több – fahasábbal állítson be többféle lejtő meredekséget és mindegyiknél mérje meg többször az adott távolságot befutó golyó (kiskocsi) mozgásának idejét!

Legalább három-három mérés eredményét átlagolja, majd számítsa ki a hozzájuk tartozó gyorsulás értékeket!

Az energiamérleg alkalmazásával számítsa ki az adott magasságból érkező gyorsuló test sebességét, majd vesse össze a mérés alapján számított értékekkel!

Indokolja meg az eltérést!

## 2. AZ EGYENLETES MOZGÁS FELTÉTELÉNEK VIZSGÁLATA

### Feladat:

Állandó maximális motorteljesítményt feltételezve elemezze egy autó sebességnövekedését megadó

táblázatot:

t(s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
v(km/h)	0	50	90	120	140	150	155	160	160

### A kísérletelemzés szempontjai:

Vesse össze az azonos időtartamok alatti sebességváltozást!

Mi indokolja  $\Delta v/\Delta t$  hányados csökkenését, majd a  $\Delta v=0$  értéket? Milyen hatás okozza ezt? Lineárisnak

tekinthető –e ez a hatás?

# 3. RUGALMAS ÉS RUGALMATLAN ÜTKÖZÉSEK VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Vizsgálja meg a kétféle ütközés során a kölcsönhatások eredményét!

## **Eszközök:**

sín, két kiskocsi rugós ütközőkkel ill. mágnesrudak a rugalmatlan ütközés vizsgálatához, nehezekek

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

A vízszintes sínen helyezzen el két kiskocsit rugalmas ütközőkkel! Kezeivel távolítsa el őket egymástól, majd próbálja egyenlő nagyságú sebességekkel egymásnak lökni őket!

Ez után álló kiskocsinak ütköztessen mozgót! Növelje az egyik kocsi tömegét a kétszeresére (+ nehezekek); az álló kocsinak ütköztetést végezze el úgy is, hogy a könnyebb ill. a nehezebb kocsi álljon!

Szedje le a rugós ütközőt és tegyen mindkét kocsi ellenétes pólusaival egymás felé fordított (vonzó)

mágneset! Az előző rugalmas ütközés feltételeit ismétlje meg ez esetben is, kizárólag  $m$  tömegű kocsikat használva. Az összes ütközés után becsülje meg mindkét kocsi ütközés utáni sebességét és

vesse össze az impulzusmegmaradás törvényével!

(A kezdőfeltételek tehát:

rugalmas ütközésnél  $m, v; m, -v$ ; majd  $m, v; m, v=0$ , illetve  $m, v; 2m, v=0$  és  $2m, v; m, v=0$

rugalmatlan ütközésnél  $m, v; m, -v$ ; majd  $m, v; m, v=0$ )

# 4. A SÚRLÓDÁS VIZSGÁLATA

## Feladat:

A csúszási és tapadási súrlódás vizsgálata lejtőn.

## Eszközök:

Állítható magasságú lejtő a meredekség szögének beállításával, nehezék kampóval, rugós erőmérő, dörzspapír.

## A kísérlet elvégzésének leírása

Kétféle meredekség szöget beállítva mindkét esetben egyenletesen fölfelé húzva a testet a rugós erőmérővel, annak leolvasása, majd óvatosan álló helyzetből a test kimozdításához szükséges erő leolvasása.

A mért erőkből, ill. a lejtő hajlásszögéből számítsa ki  $\mu$ -t,  $\mu_0$ -t!

# 5. A HARMONIKUS REZGŐMOZGÁS VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Rugón függőleges rezgésbe hozott test rezgésidejének mérése.

## **Eszközök:**

állvány befogóval, két egyforma rugó, négy azonos tömegű nehezék, rugós erőmérő, stopper.

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

Egy rugót, majd két rugót „sorba kötve” használva mindkét esetben 2 majd 4 nehezéssel mérje meg 10-10 rezgés idejét! A rugón lévő nehezékeket óvatosan (kicsit kitérítve) függőlegesen hozza rezgésbe! Az egyik esetben kétféle kitérítést (amplitúdót) is használjon annak kimutatására, hogy  $T$  nem függ  $A$ -tól!

Mérje meg a használt nehezékek tömegét (rugós erőmérővel való súlymérésből számolva)!

Számítsa ki a rugók irányított erejét ( $D$ )!

# 6. GYORSULÓ KOORDINÁTARENDSZEREK VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Végezzen képzeletbeli kísérletet gyorsuló (fékező) és kanyarodó metrószerelvényben a gyorsulás mérésére!

## **Eszközök:**

fonál, nehezék, vízszintmérő eszköz, szögmérő

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

Egy kapaszkodó rúdra kösse fel a kb. 60-80 cm-es vékony kötelet, erősítse rá a nehezéket és még álló helyzetben a vízszintmérő rudat a vízszintező buborék beállításával fogja a kapaszkodó rúdhoz függőleges helyzetben!

Gyorsuláskor (kanyarodáskor) mérje meg a kitért inga kitérési szögét!

Számítsa ki a mért szögből a szerelvény gyorsulását! (Tételezzük fel, hogy a méréskor a pálya vízszintes)



# 7. A HŐTÁGULÁS VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Vizsgálja meg a levegő tágulását kisebb melegítés hatására! Vizsgálja meg egy termosztát bimetaljának ki/bekapcsoló funkcióját hőmérséklet változás hatására!

## **Eszközök:**

kisméretű lombik, száján alumínium ötvenfilléssel, szétszerelt termosztát, kis főzőpohár vízzel, lehűtött üres ásványvizes palack

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

Nedvesítse meg a lombik száját, tegye rá az ötvenfilléres érmét és néhány csepp vizet úgy, hogy az érme peremén körbefusson. Fogja kezei közé és melegítse a lombikot. Csupán a testhőmérséklet hatására annyit változik a levegő nyomása, hogy megemeli az érmét többször egymás után – jelezve a hőtágulást.

A termosztát hőfokszabályozóját finoman állítva a terem hőmérsékletének elérésekor jól láthatóan megszakít egy érintkezőt, majd óvatosan kissé alacsonyabb hőmérsékletre állítva bekapcsol.

A szobahőmérsékleten lezárt üres palackot a mélyhűtőbe helyezzük, majd onnan kivéve kapja kézhez.

Figyelje meg az alakját, majd kis idő elteltével annak változását! Magyarázza meg a tapasztalatokat!

# 8. A TERMIKUS KÖLCSÖNHATÁS VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Hűtsön le szobahőmérsékletű vizet először  $\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízzel, majd  $\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os jéggel, megvárva annak elolvadását. Mérje meg mindekét esetben a lehűtött víz hőmérsékletét. Magyarázza meg a tapasztaltakat!

## **Eszközök:**

üveg mérőedény szoba-hőmérsékletű vízzel, üvegpohár olvadó ( $\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os) jéggel, hőmérők, keverőpálca

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

Olvassa le a mérőedényben lévő víz hőmérsékletét, majd a hőmérőt a vízben tartva öntsön bele meghatározott mennyiségű  $\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vizet. Elkeverés után olvassa le a hőmérsékletet. A másik szobahőmérsékletű vizet tartalmazó edénybe tegyen körülbelül annyi jeget, amennyi  $\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vizet használt az előbb. Keveréssel segítse elő a jégkockák elolvadását, majd olvassa le a víz hőmérsékletét.

# 9. AZ IDEÁLIS GÁZOKRA VONATKOZÓ TÖRVÉNYEK VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Orvosi fecskendő segítségével a  $T$ ,  $V$  állapotjelzők közötti egyenes arányosság megállapítása (közel állandó nyomás esetén), majd a dugattyú benyomásával a  $p$ ,  $V$  állapotjelzők közötti fordított arányosság megállapítása (közel állandó hőmérséklet esetén).

## **Eszközök:**

orvosi fecskendő, jeges hűtött víz edényben

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

A szobahőmérsékletű fecskendőt maximálisan kihúzott dugattyúval – nyílását lezárva – hideg vízre helyezük. Rövid idő múlva a dugattyút a csökkenő térfogat nyomáskülönbségből adódó erőhatás befelé húzza.

Ismét szobahőmérsékletre melegítve – a nyílást befogva – a dugattyú benyomásával érezhető a nyomás arányos növekedése.

# 10. HŐTANI FŐTÉTELEK – HŐSZIVATTYÚ

## Feladat:

Elemezze hőszivattyús fűtési rendszer energiafelhasználási és fűtőteljesítményi értékeit a táblázat alapján! (a külső hőmérséklet állandónak vehető)

Fűtési melegvíz hőmérséklete (°C)	20	25	30	35	40	45
Villamos energiafelhasználás/h (kW)	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5
Fűtőteljesítmény (kW)	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5

## A kísérletelemzés szempontjai:

Hasonlítsa össze és értelmezze a fűtési melegvíz hőmérsékletének és a fűtőteljesítménynek adatait!

Ugyanúgy értelmezze a melegvíz hőmérsékletének és a villamos energiafelhasználásnak az arányát. A

különböző hőmérsékletű melegvíz előállításához szükséges villamos energiafogyasztást adja meg a

fűtőteljesítmény %-ban!

# 11. AZ ELEKTROMOS TÖLTÉS VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Végezzen képzeletbeli kísérletet elektroszkóp kalibrálására!

## **Eszközök:**

kalibrált és kalibrálatlan elektroszkóp, két fémlemez szigetelő tartókkal, kis állvány, fonálon  
fémgolyócskával, vezetékek, földelő csatlakozás.

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

A kalibrált elektroszkópot különböző mértékben töltjük föl, majd az egyik fémlemezt csatlakoztatva hozzá a másik fémlemezt párhuzamosan szembeállítva vele leföldeljük. A két lemez közé lógatjuk a kis alumínium golyócskát úgy, hogy 3-5 mm-t tudjon a lemezek között – azokhoz ütközve – mozogni. Ezzel az elektromos „harangjátékkal” az adott töltés levezetéséhez tartozó „harangozások” számát mérjük, majd a kalibrálatlan elektroszkóp különböző töltéseinél ugyanezt a mérést elvégezve a koppanások számához adjuk meg az arányos töltésértékeket.

Értelmezze a „harangjáték” működését!

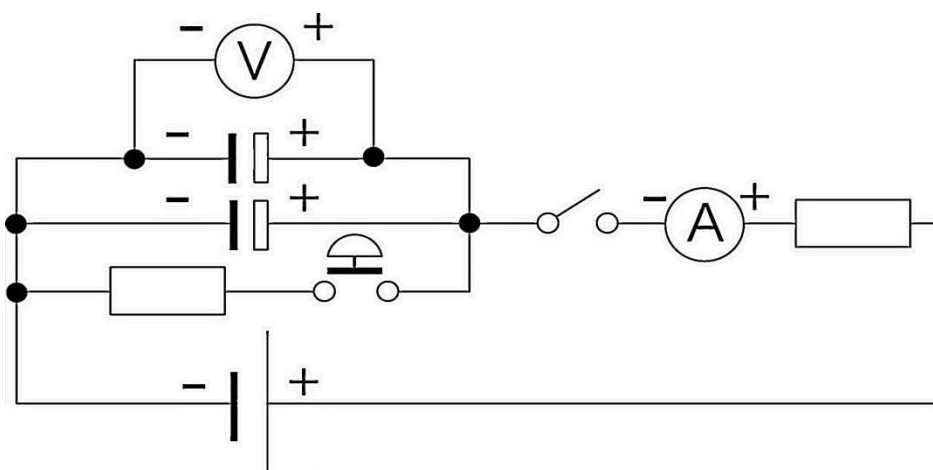
# 12. A KONDENZÁTOR VIZSGÁLATA EGYENÁRAMÚ KÖRBE

## Feladat:

Egyenfeszültségű áramforrásról töltött kondenzátor feszültségének és töltőáramának vizsgálata.

## Eszközök:

Elektromos kísérleti készlet kapcsolókkal, nyomógombokkal, ellenállások, két kondenzátor párhuzamosan kapcsolva (a nagyobb kapacitás létrehozására), vezetékek, zsebtelep, áram- és feszültségmérők, négyzetrácsos papír, stopper



A kísérlet elvégzésének leírása

A kapcsolási rajz alapján állítsa össze a mérést!

A kapcsoló bekapcsolása után 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30 másodperc elteltével jegyezze fel az árammérőn mért értékeket (az első öt értéket öt különböző méréssel egyesével mérje)! Utóbb ugyanúgy jegyezze fel a voltmérőn mért adatokat! Minden mérés előtt a kapcsolót kapcsolja ki és a nyomógombbal süsse ki a kondenzátort (amit a feszültségmérőn leolvasott 0 érték jelez)!

Koordinátarendszerben ábrázolja I és U időfüggését!

Értelmezze a mérés eredményét!

# 13. ZSEBTELEP TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA

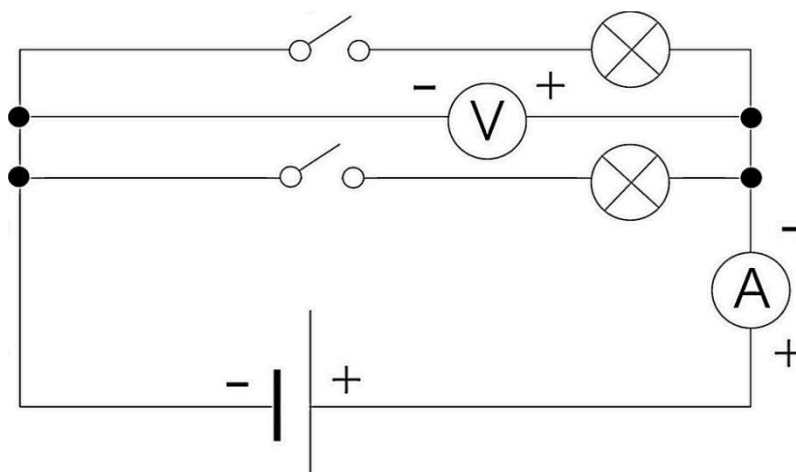
## Feladat:

Végezzen áram- és feszültségmérést – különböző terhelések esetén – a zsebtelep belső ellenállásának meghatározására!

## Eszközök:

elektromos kísérleti készlet kapcsolókkal, izzókkal, vezetékkel, áramforrás, mérőműszerek

## A kísérlet elvégzésének leírása



A kapcsolási rajz alapján állítsa össze a mérést!

A kétféle terheléskor a műszereken olvassa le  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $U_1$ ,  $U_2$  értékeit! Az áramköröket csak 10-20 másodpercre hagyja bekapcsolva!

Ismertesse Ohm törvényét a teljes áramkörre, majd mutassa meg, hogy  $R_b = \Delta U / \Delta I = U_{k1} - U_{k2} / I_2 - I_1$ .

Számítsa ki  $R_b$ -t!

# 14. AZ ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓ VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Vizsgálja meg a mozgási és nyugalmi indukció jelenségét, mérje meg az indukált feszültséget (áramot) és annak polaritását!

## **Eszközök:**

demonstrációs műszerek, vezetékek, banándugók, krokodilcsipeszek, áramforrás (zsebtelep), két tekercs vasmaggal (demonstrációs transzformátor), elektromágnes-rúd, felfüggesztett tekercs, iránytű, mágnesrudak, patkómágnes

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

Mutassa meg az elektromos áram mágneses hatását! A felfüggesztett tekercs egyik ágát fogja össze a patkómágnessel („mágneses hinta”), majd a tekercset kapcsolja az áramforrásra! Értelmezze a Lorentz-erő hatását! Tekercset kössön a középpállású mérőműszerre, majd egy ill. két rúd mágnest különböző sebességgel mozgasson a tekercs belsejébe illetve onnan kifelé! Mérje meg az indukált feszültséget (áramot)! Értelmezze annak polaritását Lenz törvényével! Állítsa össze a demonstrációs transzformátort, majd a primer tekercsre néhány másodpercig kapcsoljon egyenfeszültséget az áramforrás segítségével miközben a szekunder tekercs a középpállású mérőműszerhez csatlakozik! A méréshatárt most egy egységgel nagyobbra tegye!

Értelmezze a mérés eredményeit!



# 15. TEKERCS VISELKEDÉSE EGYEN- ÉS VÁLTÓÁRAMÚ KÖRBE

## Feladat:

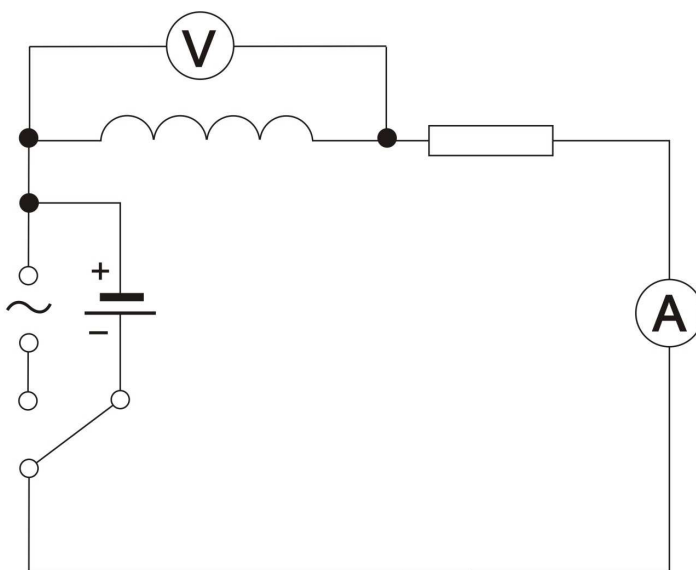
Adjon mérési eljárást tekercs egyen- és váltóáramú ellenállásának meghatározására.

## Eszközök:

Egyen- és váltóáramú áramforrás, tekercs, ellenállás, mérőműszerek, kétállású kapcsoló.

## A kísérlet elvégzésének leírása

Egyenáramú körben a tekercs vezetékének ellenállását mérhetjük, ami azonban jóval kisebb a vele sorba kötött ellenállásnál, gyakorlatilag közel nullának vehető. Váltóáram esetén az ellenállása jóval nagyobb ( $X_L = 2\pi fL$ ), amit a voltmérőn mért nagyobb feszültségérték és az ampermérőn mért kisebb áramerősség jelez.



# 16. LENCSEK KÉPALKOTÁSÁNAK VIZSGÁLATA

## Feladat:

Határozza meg domború lencse fókusztávolságát rögzített kép-tárgytávolság esetén!

## Eszközök:

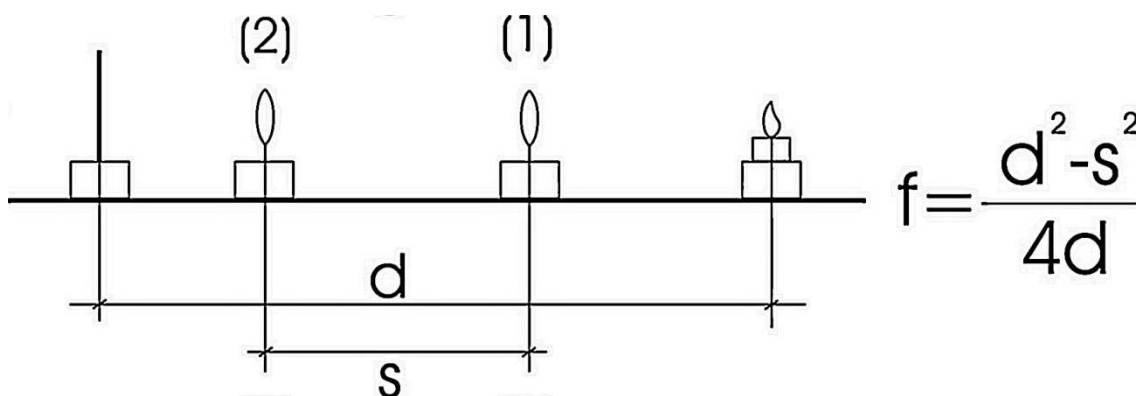
optikai pad kis ernyővel, gyertyával, tartókkal, lencsékkel, mérőszalag, gyufa

## A kísérlet elvégzésének leírása

Helyezze el az optikai padon a befogott domború lencsét és vegye azt közre a tartóra helyezett gyertya ill. kis papíreرنyő. Gyújtsa meg a gyertyát, állítsa be a megfelelő magasságokat, majd tolja a lencse tartóját abba a helyzetbe, hogy éles nagyított (1), egy másik pozícióban pedig éles kicsinyített kép (2) keletkezzen!

Mérje meg a kép-tárgy távolságot ( $d$ ), valamint a lencse két pozíciója közötti távolságot ( $s$ )!

Számítsa ki a lencse fókusztávolságát!



# 17. FÉNY ELHAJLÁSÁNAK ÉS INTERFERENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

## **Feladat:**

Monokromatikus, koherens (lézer)fény interferenciájának és elhajlásának vizsgálata.

## **Eszközök:**

lézerceruza, lézer-fényforrás kis réssel, optikai rácso

## **A kísérlet elvégzésének leírása**

**A lézerceruza által kibocsátott fénysugár útjába tett kétféle optikai rácso interferenciaképeinek tanulmányozása és értelmezése, majd a lézeres vízszintező igen erős fényelhajlási jelenségének kimutatása papírlapon, ill. nagyobb falfelületen.**

# 18. A fotoeffektus

## Feladat:

Értelmezze a két táblázat mérési adatait!

E[lux]	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600
I[ $\mu$ A]	12	24	36	48	60	72	84	96

$\lambda$ [nm]	400	450	500	550	600	650	700	750
v [ $10^5$ m/s]	6.6	5.5	4.6	3.6	2.6	1.1	0	0

## A kísérlet elvégzésének leírása

Monokromatikus fényel megvilágított fotocella anód áramát mérjük a megvilágítás függvényében, 500 nm-es hullámhossz esetén. majd a megvilágítást 600lux-ra állítjuk be, és a monokromatikus fény hullámhosszát változtatva mérjük a katódhoz becsapódott elektronok sebességét.

# 19. RADIOAKTÍV ANYAG AKTIVITÁSÁNAK VIZSGÁLATA

## Feladat:

Elemezze a táblázat adatait, amely a víztartályba került radioaktív jódotóóp mért aktivitását mutatja!

## A kísérlet elvégzésének leírása

<b>Napok száma</b>	2	4	6	8	10
<b>Aktivitás (Bq)</b>	$2.2 \cdot 10^8$	$1.8 \cdot 10^8$	$1.6 \cdot 10^8$	$1.3 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^8$

Mind az elbomlott atomok számát, mind az aktivitást exponenciális lecsengés jellemzi:  $N = N_0 2^{-t/T}$ ;

$$a = a_0 2^{-t/T}$$

Vesse össze a mért adatokat az exponenciális összefüggéssel! Mit nevezünk felezési időnek? Hogyan alkalmazható az aktivitás időbeli csökkenése kormeghatározásra?

## 20. FELEZÉSI IDŐ, KORMEGHATÁROZÁS

Elemesse a következő táblázatban megadott néhány radioaktív izotóp felezési idejét!  
Tipikusan melyik elem alkalmas kormeghatározásra?

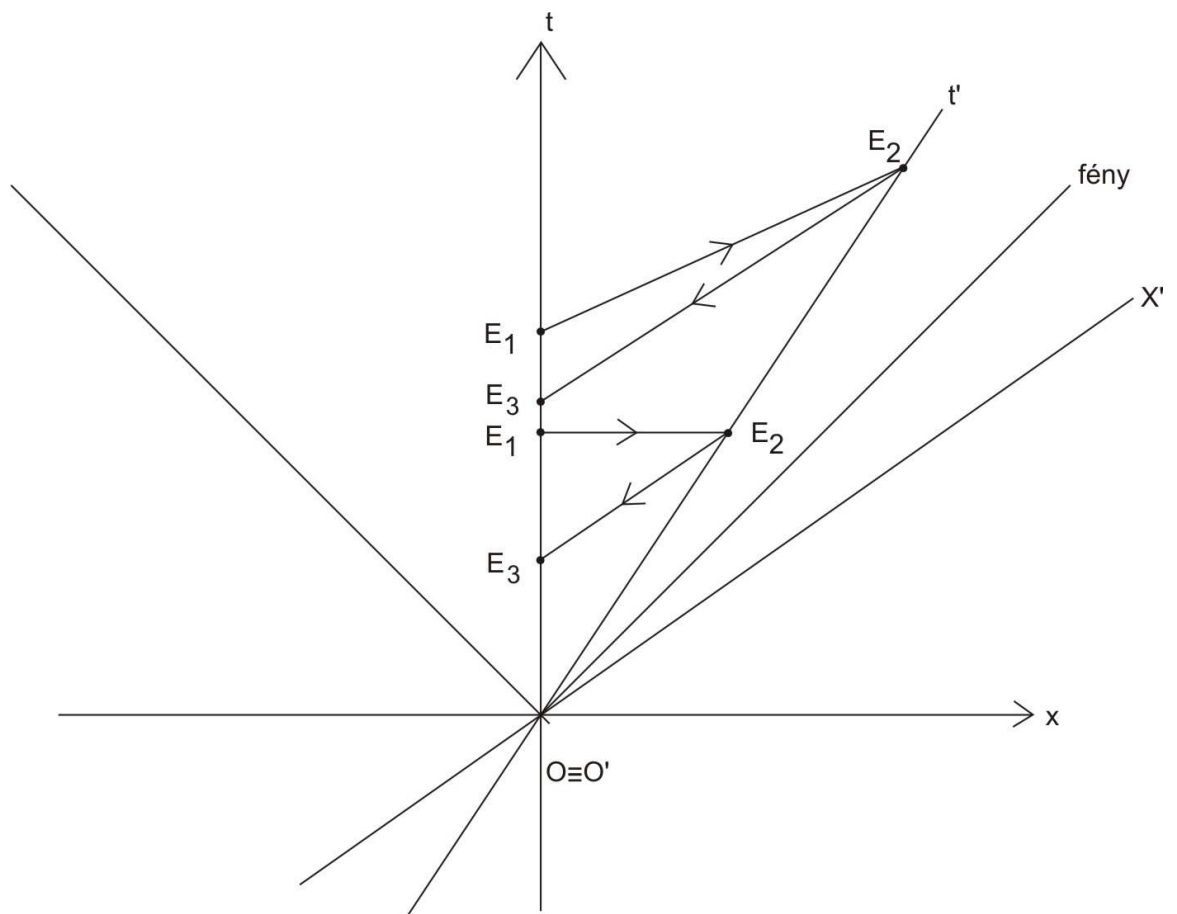
szabad neutron	12,8 perc
$^{11}_6\text{C}$	20,5 perc
$^{14}_6\text{C}$	5568 év
$^{131}_{53}\text{I}$	8,1 nap
$^{129}_{53}\text{I}$	$1,72 \cdot 10^7$ év
$^{42}_{19}\text{K}$	12,5 óra
$^{40}_{19}\text{K}$	$1,2 \cdot 10^9$ év
$^{203}_{80}\text{Hg}$	46,9 nap

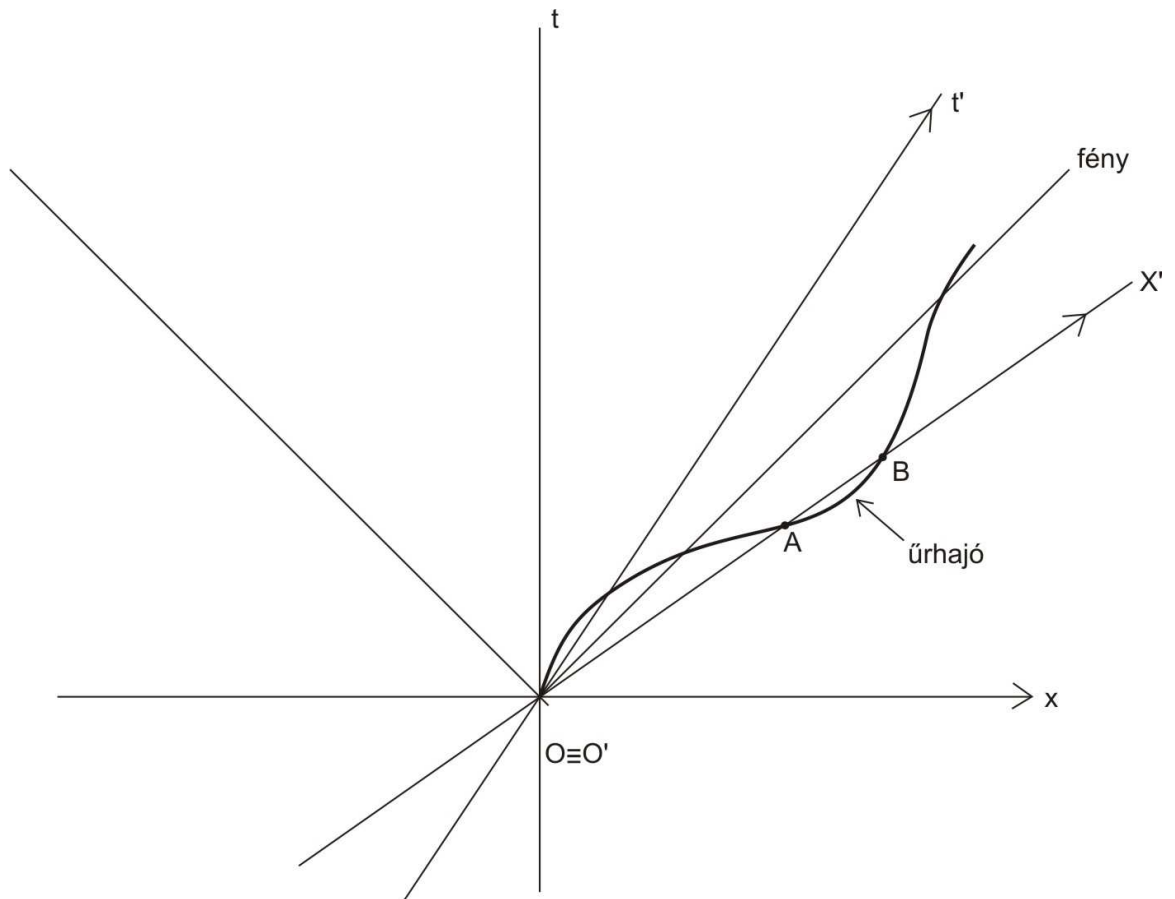
# 21. TÉR-IDŐ GRAFIKON ELEMZÉSE: A FÉNYSEBESSÉGNÉL NAGYOBB SEBESSÉG ABSZURDUMA

**Feladat:**

Az alábbi két tér-idő grafikon értelmezése, elemzése.

**A kísérlet elvégzésének leírása**





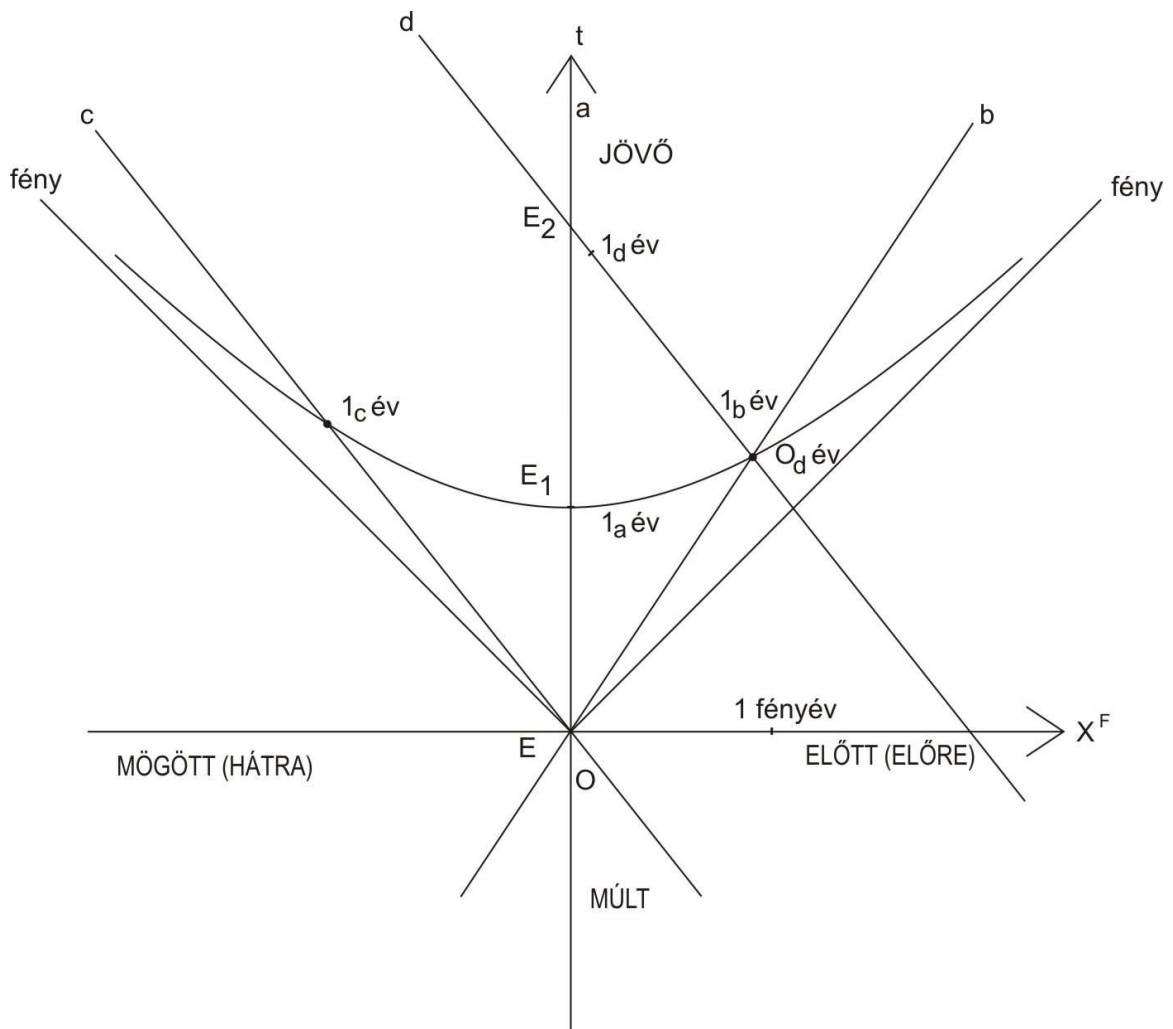


# TÉR-IDŐ GRAFIKONOK ELEMZÉSE

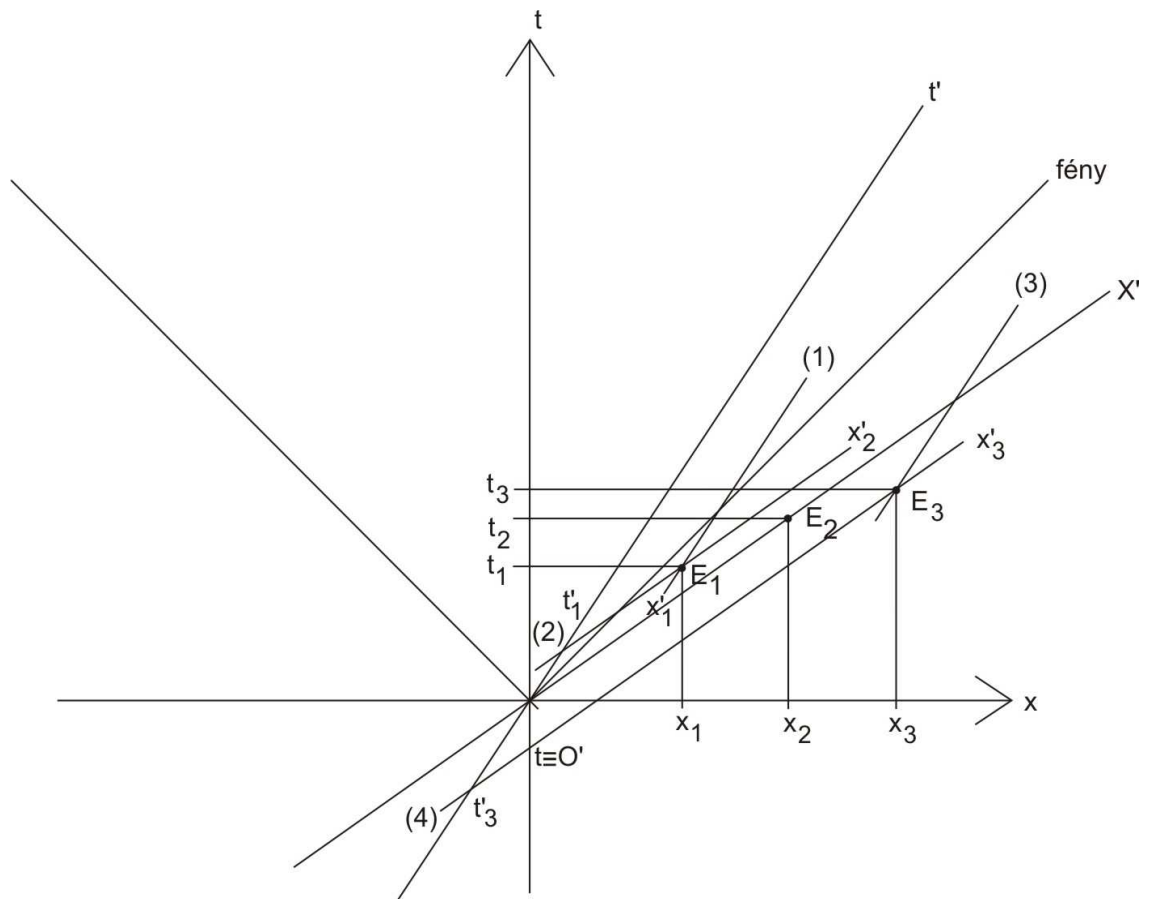
## Feladat:

A mellékelt ábrákon értelmezze és elemezze az ikerparadoxont és annak feloldását, az egyidejűség relativitását (az időbeli sorrend felcserélődését), a hosszkontrakciót, az idődilataciót.

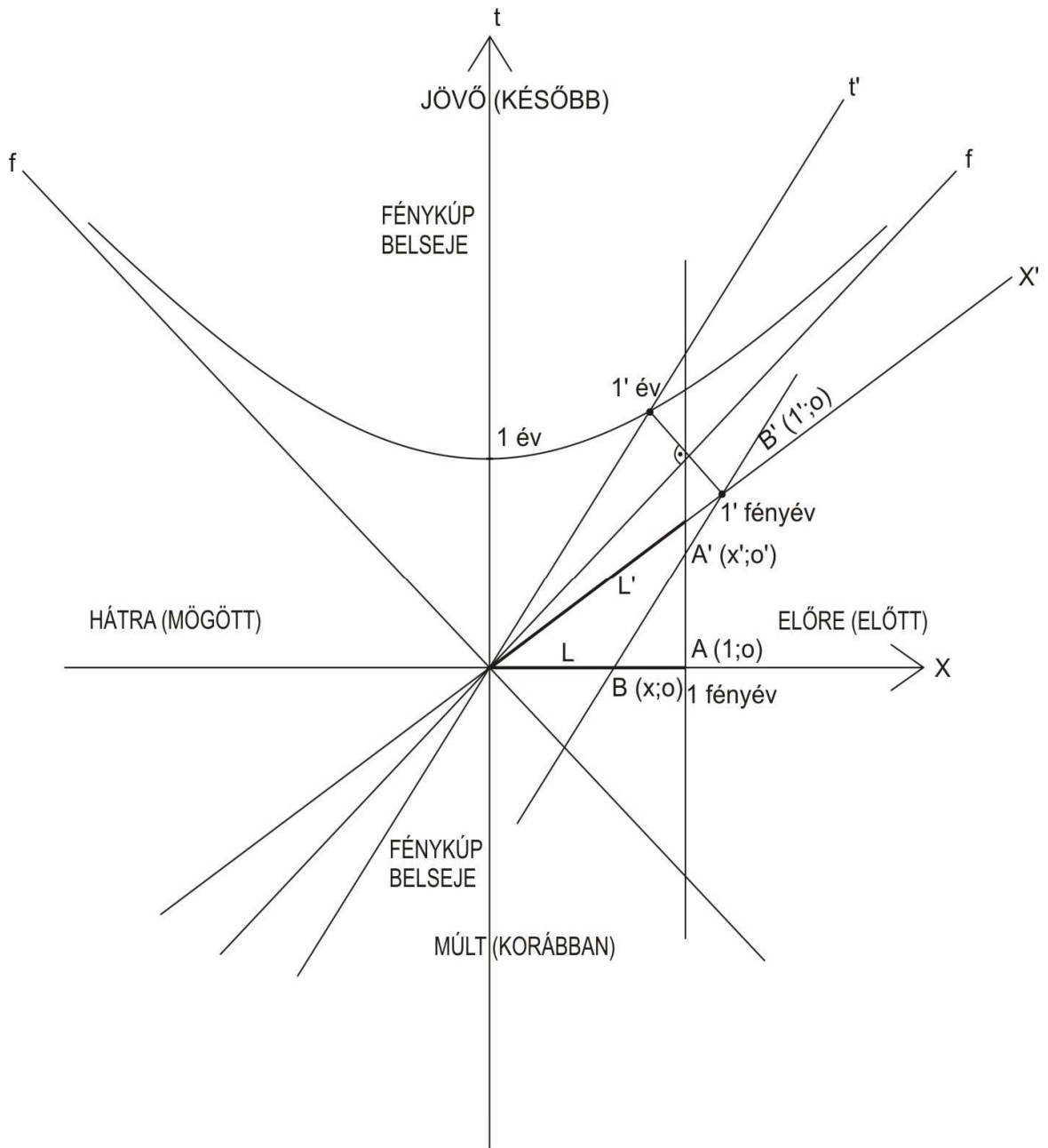
## A kísérlet elvégzésének leírása



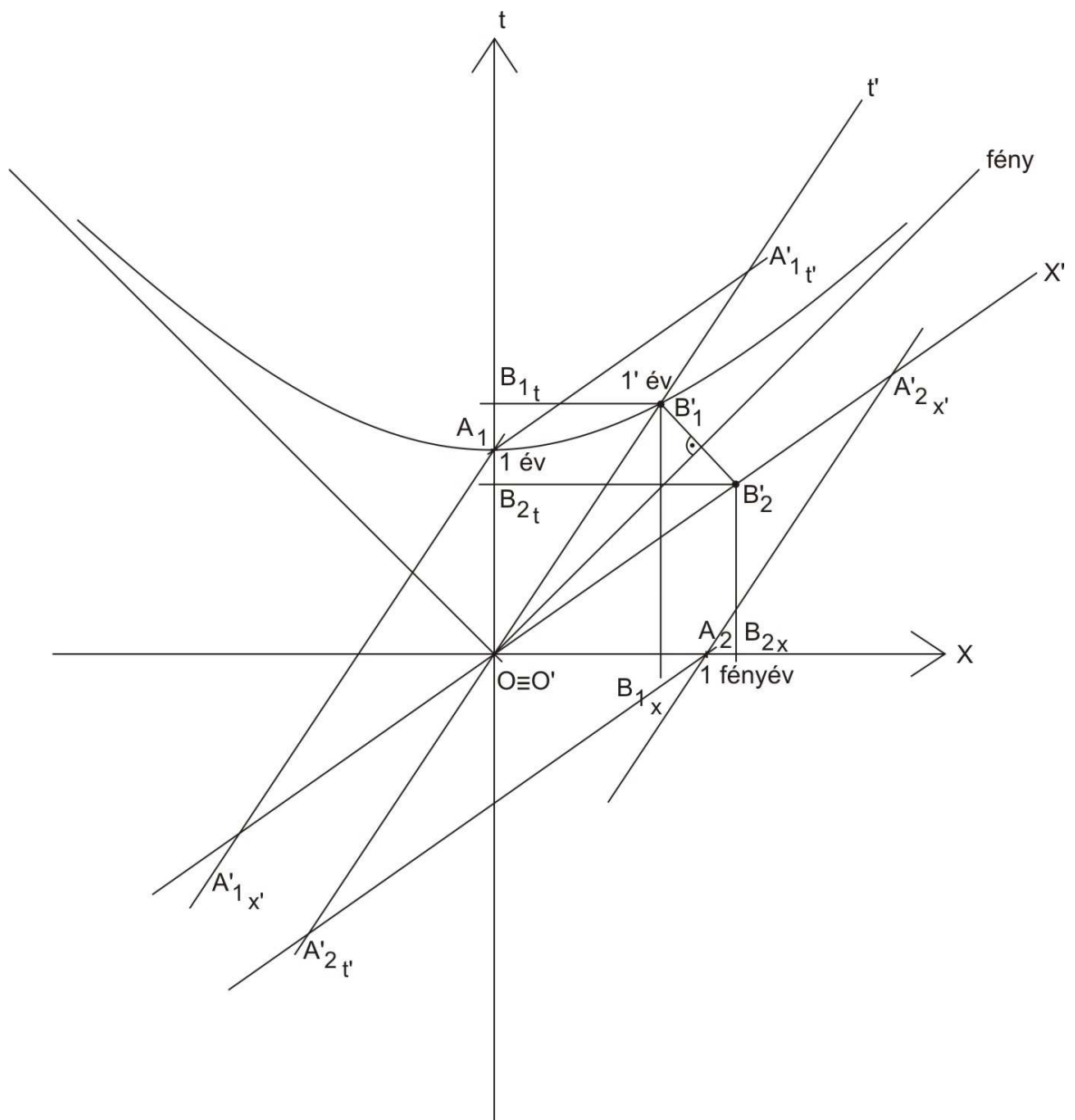
Az ikerparadoxon ábrázolása



Az egyidejűség relativitása (az időrendi sorrend felcserélődése)



A hosszkontrakció ábrázolása



Az idődilatació ábrázolása