**1. KINEMATIKA**

1. ÓRA: ld. külön fájlban részletesen kidolgozva

2. GYAKORLAT:

beszámolók kb. 30 perc

**123.** Függőlegesen felfelé dobunk egy követ 20 m/s sebességgel.

a) Mekkora lesz a sebessége 3 s múlva? (–10 m/s)

b) Hol lesz ekkor a test? (15 m magasan)

c) Milyen irányban mozog ebben a pillanatban? (lefelé)

Megbeszélni, hogy nem kell kettévágni felfelé és lefelé szakaszra a mozgást!!!

**6.** Egyenes pályán 36 km/h sebességgel haladó vasúti kocsi oldalait a pályára merőleges irányban kilőtt lövedék üti át. A kimeneti nyílás 5 cm-rel van eltolódva a menetiránnyal ellentétesen a bemeneti nyíláshoz képest. A kocsi falainak távolsága 2,5 m. Mekkora a lövedék sebessége? (500 m/s)

**(részecskefizikai kísérleti eszköz kitekintés: forgó korongok elforgatott réssel, sebességszelektor)**

Körmozgás

KÍSÉRLET: dugós üveggel egyenletes körmozgás.

Látható, hogy a gyorsulás merőleges a sebességre.

„Centripetális gyorsulás” (a képlet nem kell).

Rajzon (vektorösszeadással): a sebességvektorhoz képest kitérő irányú gyorsulás a sebesség irányának változását okozza. Aki érti: **v** = **v0** + **a**t (nem baj, ha nem érti mindenki).

Mennyi az átlagsebesség egy körre? Vagyis az a konstans sebesség, amivel egy kör megtétele alatt ugyanannyit mozdulna el a test? Nulla. A sebességet itt vektorként értelmeztük. A sebesség nagyságának az átlaga persze nem nulla.

Általános görbevonalú mozgás

KÍSÉRLET: dugós üveggel mutatni néhány általános mozgást, pl. merőleges irányváltást, ahogy egy autó bekanyarodik merőleges útra.

Impulzus:

KÍSÉRLET: biliárdgolyók és labdák (sínen). Különböző tömegű golyókat / labdákat ütköztetni egy álló valaminek a sebességet változtatva. Megfigyelhető, hogy a golyó indulásának sebessége függ a nekiütköző golyó sebességétől és a tömegétől is.

*I* = *mv*

Az impulzus megmaradó mennyiség.

**535.** Rugóval lökünk szét két golyót. Az egyik 1 kg és 8,75 m/s sebességű. A másik 3,7 m/s sebességet kapott. Mennyi ennek a golyónak a tömege? (2,36 kg)

KÍSÉRLET: Öveges 36. oldal: ruhacsipeszből kilökődő golyó, ill. valami ehhez hasonló (MI?!?)

**KISZÁMOLNI**: tudjuk a tömegeket és hogy milyen magasságból esnek le, megmérjük a földet érés helyét, és ebből kiszámoljuk a kezdősebességeket, és ellenőrizzük az impulzus-megmaradást.

**536.** Egy összenyomott rugó 0,2 kg és 0,3 kg tömegű, eredetileg nyugvó kiskocsikat úgy lök szét, hogy azok 5 s alatt 60 cm távolságra jutnak egymástól. A rugó tömege és a súrlódás elhanyagolható. Mekkora a kocsik sebessége? (7,2 cm/s; 4,8 cm/s)

**544.** Terheléssel együtt 150 kg tömegű kocsi 10 m/s sebességgel halad. A kocsiból menetirányban kidobunk egy 30 kg tömegű ládát, a talajhoz viszonyított 15 m/s sebességgel. Mekkora a kocsi sebessége a láda kidobása után? (8,75 m/s)

**538.** Álló vízben két csónak egyenletesen halad egymás felé. Sebességük külön-külön 0,6 m/s. Amikor egymás mellé érnek, az egyikről a másikra 60 kg tömegű testet tesznek át. Ezután a másik csónak eredeti irányában 0,4 m/s sebességgel halad tovább. Mekkora ennek a második csónaknak a tömege, ha a víz ellenállása elhanyagolható? (300 kg)

**541.** m1 tömegű lapos kocsi a talajon nyugalomban van. m2 tömegű személy – a talajon történő nekifutással – v sebességgel ráfut a kocsira és ugyanilyen sebességgel fut le a kocsiról. Mi történik a kocsival? A kocsi és a talaj közötti súrlódástól eltekintünk. (A kocsi sebessége zérus volt, és az is maradt, a rendszer impulzusa megmarad.)

**525.** Gombfocijáték közben a 2 g tömegű labda és az 1,2 dkg tömegű játékos ütközik, és ezt követően a labda keleti irányban mozog 5 m/s, a játékos északra 0,5 m/s sebességgel. Mekkora és milyen irányú a játékosból és labdából álló rendszer impulzusa? (11,66⋅10–3 kg m/s; 30,96°)

Plusz kérdés: ütközés előtt mekkora és milyen irányú volt a labda sebessége, ha a játékos sebessége az ütközés előtt 1/6 m/s volt, és sebességének iránya nem változott az ütközés során?

Ha marad idő:

**18.** Két ember egymástól 4 km távolságból indul egymás felé egyaránt 4 km/h sebességgel. Az egyik emberrel együtt egy kutya is elindul, és 16 km/h sebességgel szalad a másik ember felé. Amikor találkozik a másik emberrel, visszafordul, s az első emberhez szalad. Mindaddig szaladgál az egyik embertől a másikig, amíg azok találkoznak. Mekkora távolságot futott be a kutya ezalatt? (8 km)

Kirakjuk a honlapra, hogy ezzel játszhatnak otthon:

Ütközések: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/collision-lab>

**2. ERŐ, ERŐVEKTOROK:**

15 perc kis zh az 1. anyagból

kölcsönhatások, erők, Newton III:

KÍSÉRLET: 2 rugós erőmérő (2 szívószálból + mecha mérés rugójából csinálni)

egymással szembe akasztva, meghúzni a két végét, egyformán nyúlnak meg

Newton II: erőt és gyorsulást megkülönböztetni, a tömeg szerepe

KÍSÉRLET: valamennyire kihúzott rugós erőmérővel 2 különböző tömegű testet gyorsítani

rugós kocsi Kristóftól, terhelni

M: nagy átmérőjű rugót venni, összekötni két különböző tömegű labda közé

K: rugós autó, amire rá van téve valami nehezék

vagy: vízszintes lécen kisebb ill. nagyobb tömeg ugyannyi tömeggel gyorsítva

nem mérjük, csak megnézzük

gravitációs erő: a Föld és egy test közötti tömegvonzás

megbeszélni, hogy az erő ugyanakkora, csak a gyorsulás más

KÍSÉRLET: leejteni valami gyorsan ill. lassan esőt (pl. labda és papírgolyó, de egyforma tömegű)

nézzék meg: <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs> (vákuumban esik toll és labda)

elhanyagoljuk a közegellenállást

erőtörvények:

földi gravitációs erő F = mg: ez volt múlt órán a hajításnál, szabadon mozgott a test

ha van felület: nyomóerő, kötél- és rúderő („kényszererő”)

csúszási súrlódási erő

tapadási súrlódási erő

OTTHON NÉZZÉK MEG:

falon felmászó vietnami TEK: <http://www.videoman.gr/106419>

meg felszaladás falra: <https://www.youtube.com/watch?v=bgyrrjmavy4>

kb. 35 perc a mutogatás és a magyarázat

FELADATOK 40 perc

1.A) egy test lejtőn, erők felbontása, van csúszási súrlódás, mozog lefelé → gyorsulást számolni, mennyi idő alatt ér le, mekkora a végsebesség

1.B) ugyanez, de felfelé megy → a gyorsulást újra kell számolni

1.C) → mekkora kezdősebesség kell, hogy feljusson a tetejére

1.D) → mekkora lejtővel párhuzamos ill. vízszintes erő kell ahhoz, hogy állandó sebességgel menjen felfelé

2.) egy test tapad a lejtőn (a határszögnél kisebb szögnél); adott szögnél csúszik vagy tapad

3.) traktor + 2 pótkocsi vízszintesen, van súrlódás → mekkora a gyorsulás és a kötélerők; megbeszélni, hogy testenként írjuk fel a mozgásegyenletet

HF: feladatok a DRS-ből ill. a Pálfaiból ill. a fejünkből, amik hasonlítanak a 2. óra kísérleteire

– paraméteres képletet levezetni ahhoz a kísérlethez, amikor a vízszintesen síkon levő testet gyorsítjuk egy függőlegesen lógó testtel, vagy megadni a kísérlet várható adatait

– tapadási súrlódási együtthatót számolni a határszögből (képletet várunk, de lesz rá kísérlet a második órán)

– falhoz támasztott létra, milyen szögben biztonságos felmászni

–

–

2. ÓRA

beszámolók kb. 45 perc

KÍSÉRLETI FELSZERELÉS:

táblára akasztható léc, ami merőlegesen áll a táblára, és az egyik végét lehet fokozatosan lejjebb engedni; az egyik végén van egy szemescsavar, ami csigaként működik

KÍSÉRLETEK:

– tapadási súrlódási erő:

vízszintes helyzetben: a testre kötött fonál átmegy a csigán, és a lelógó részen van egy kis pohárka

a pohárkába ismert tömegű csavarokat pakolunk, amíg meg nem mozdul a test

azt megjegyezzük, hogy mekkora tömegnél indult meg\*\*\*

változtatjuk a test tömegét

megnyomjuk a testet, hogy ne csússzon, amikor már kéne neki

változtatjuk a felületet, hogy más legyen a súrlódás, és más tömegnél induljon el

– a vízszintes helyzetű lécen egy olyan tömegnél, amikor még nem indul el, de már közel van hozzá, meglökjük a testet, ha sikerül úgy, hogy ne álljon meg hamar (esetleg még gyorsuljon is?)

– a kritikus tömegnél nagyobb tömeggel elindítjuk, mérjük az időt, amíg végigmegy a lécen (adott távolságon), ebből gyorsulást számolunk, és visszaszámoljuk a csúszási súrlódási együtthatót

a kötélerő nem egyenlő a lelógó testre ható nehézségi erővel!

lejtőt csinálni a lécből, fokozatosan növelni a hajlásszöget

– tapadás határszöge: kiszámolni, hogy mgsinα éppen egyenlő a vízszintes helyzetben mért erővel\*\*\* (gyakorlatozás a szögfüggvényekkel!!!)

– kiszámolni egy ennél meredekebb szögre, hogy mennyi idő alatt kell lecsúsznia, és azt megpróbálni megmérni; ezt számoltuk az első órán, a súrlódási együtthatót most kiszámoltuk, gyorsan behelyettesítünk

– olyan hajlásszögnél, amikor már csúsznia kéne lefelé, de a csiga végére tömeget is rakunk, és ezzel tudjuk lassítani, ill. egyensúlyba hozni, ill. a másik irányba megindítani

valamelyiket számoljuk is (az egyik irányt kiszámoljuk, a másik irány gyakorló feladat)

STATIKA

kötél felén szívószál, a kötél felénél egy test lóg, a kötél rá van erősítve úgy egy lécre úgy, hogy nem feszül ki; ha a szívószál van felül, akkor berogy; ha a szívószál van alul, akkor ki tudjuk számolni

még statika a DRS-ből, ha marad idő

**3. NYOMÁS, HIDROSZTATIKAI NYOMÁS ÉS FELHAJTÓERŐ, GÁZ NYOMÁSA**

1. ÓRA

15 perc kis zh a 2. anyagból

p = F/A

a 2. gyakorlaton már volt nyomóerő (felületre merőleges!), ebből lesz a nyomás

KÍSÉRLET: diót törni fejen (5 kg-os súly kell)

ennek megfelelő kísérlet 5 kg és kalapács nélkül, pl. gombostűt beszúrni egy dugóba

varrótűt, kis ill. nagy fejű gombostűt, szöget, rajzszöget belenyomatni velük polisztirol (?) lapba

itt beszélni fajlagos értékekről???

hidrosztatikai nyomás

levezetés: a víz alatt p = mg/A

KÍSÉRLET: különböző alakú edényekbe (hengeres ill. felfelé szélesedő kúpos) azonos magasságú vízoszlop, alul egy vékony cső jön ki közlekedőedényként; milyen magas lesz a vízoszlop a csőben?

levezetés folytatása: m = ρV = ρAh → p = ρgh

ρ: fajlagos tömeg

vajon irányfüggő-e? nem, a nyomás nem vektormennyiség! a víz alatt az erő iránya a felületre lesz merőleges

esetleg KÍSÉRLET: valahol (nem legalul) megfúrva egy kis cső jön ki közlekedőedényként, a benti cső végén legyen egy kis hajlítás, hogy le-fel-oldalt lehessen forgatni (de akkor hogy nem folyik ki a víz az oldalán? A szép az lenne, ha felül zárt lenne az edény és a légnyomást nem mérnénk hozzá

irányfüggetlen (izotróp): <https://www.princeton.edu/~asmits/Bicycle_web/pressure.html>

mert a random irányból érkező részecskék a felületre merőleges nyomást fejtenek ki; mindegy, milyen irányú a felület, mert a részecskék sebességének nincs kitüntetett iránya

répás zacskó?

hidrosztatikai felhajtóerő

levezetni (kis vízkocka a vízben): Ffelhajtó = ρvízVg

lesüllyed, ha mg = ρtestVg > Ffelhajtó = ρvízVg , azaz ρtest > ρvíz (teljesen bemerül)

úszik, ha … …

KÍSÉRLET: dugó vagy pingponglabda a víz alól; vagy jég?

gázokra ugyanígy értelmezzük a nyomást

állapothatározók a p-n kívül V, n, T

tapasztalati összefüggés ideális gázra pV = nRT

izochor, izobár, izoterm folyamatok, ábrázolás p­–V, p–T, V–T síkon, diagramok

DEMO KÍSÉRLETEK???

izobár: lufi egy palackon?

izoterm: majd Cartesius

~~izochor: ugyanazt a palackot nyomogatni, amit majd kézzel melegíteni fogunk~~

körfolyamatok

számolások gáztörvénnyel

HF

– Leydeni palack?

– mennyit emelkedik a vízszint, ha elolvad … m3 jég(hegy)

–

–

–

2. ÓRA

beszámolók kb. 45 perc

KÍSÉRLET: fejjel lefelé fordított palackból nem folyik ki a víz: izoterm

KÍSÉRLET: vízszippantás fejjel lefelé fordított lombikba, úgy, hogy ráborítjuk egy égő gyertyára (mécsesre?), és amikor az elalszik, kihűl a lombikban bezárt levegő (lombik helyett vékony falú pohár?): ez vagy azt mutatja, hogy elfogyott az oxigén és a széndioxid meg beleoldódik a vízbe, vagy izobár (vagy is-is)

KÍSÉRLET: sörösdoboz roppantás működik mécsessel? ezt érdemes? nyomáskülönbség

vagy répás zacskó ide?

KÍSÉRLET: Cartesius búvár, számolni: milyen erős a kezünk; átlagsűrűség; felhajtóerő

nyomásmérés elve? ördögnyelv?

**4. MUNKA, MECHANIKAI ÉS BELSŐ ENERGIA, ENERGIAMEGMARADÁS, BERNOULLI**

1. ÓRA

15 perc kis zh a 3. anyagból

munka: W = F⋅s? ⋅cosα!

elővenni azokat a képleteket, amikor kiszámoltuk, hogy mekkora lejtővel párhuzamos ill. vízszintes erővel kell felfelé tolni egy testet adott gyorsulás eléréséhez (most kihagyjuk belőle a súrlódást); ebből kiemelni, hogy a vízszintes erőnél az erő teljes nagyságával F⋅s nagyobb lenne, miközben a testtel ugyanaz történik, tehát a munka ugyannyi kell legyen → csak a lejtővel párhuzamos komponens végez munkát

megbeszélni / megmutatni, hogy a felületre merőleges erő nem tolja el

képletek: a lejtővel párhuzamos erő (ill. komponens) F = mgsinα,   
a munka W = F⋅s = (mgsinα)⋅(h/sinα) = mgh: nem számít, mekkora a hajlásszög, a munkavégzés szempontjából csak az elért magasság számít

ha vízszintes felületen hat ugyanez az erő, akkor F/m=a gyorsulása lesz, és az s út végére a sebessége v = √(2as) lesz; a végzett munka W = Fs = mas , ebbe beírjuk a v-ből kifejezett gyorsulást: a = v2/(2s), és kijön, hogy W = ½ mv2: ez a mozgási energiája

a munka mindig adott erő által végzett munkát jelenti

nehézségi erő: függőleges hajítást elemezni: amikor felfelé megy, az mg munkája negatív → lassul;

amikor lefelé megy, az mg munkája pozitív → gyorsul

mgh: helyzeti energia

az energia munkavégző képesség (pl. csigán átvetett fonállal egyik test fel tudja emelni a másik testet a saját helyzeti energiájának csökkenése árán), az egyik test munkát végez a másikon

a testen a valamilyen külső erő által végzett munka növelheti a test helyzeti ill. mozgási energiáját:

W = ΔEhelyzeti + ΔEmozgási (munkatételt nem írunk fel)

ha nincs semmilyen külső erő és nincs súrlódás se, akkor ΔEhelyzeti + ΔEmozgási = 0

a test mechanikai energiája megmarad

KÍSÉRLET: függőleges hajítás

ha van súrlódás, akkor kisebb lesz a végsebessége ill. kevésbé magasra jut fel

a súrlódási erő által végzett munka mindig negatív

hová lesz az energia? az érintkező rücskök miatt a test molekuláinak sebessége nő, az egyes molekulák átlagos értékét értelmezhetjük, belső energiának hívjuk, U

ilyenkor ΔEhelyzeti + ΔEmozgási + ΔU = 0

de lehet még más energiatag is (pl. elektromágneses tér), ill. lehet deformációs munka is

munka ill. mechanikai energia → belső energia

KÍSÉRLET: hőmérőt húzogatni, és megmérni, mennyit melegedett (Mária)

Laci: hungarocellre fektetett alulapot dörzsölni filckoronggal, és annak a hőmérsékletét mérni

belső energia → munka ill. mechanikai energia (II. főtétel: ilyenkor mindig van veszteség)

KÍSÉRLET: kézzel melegített levegő

Karcsi-féle elrendezés: alulról kivezetett vékony csőben vízoszlop emelkedik meg

Laci-féle elrendezés: fölül a cső tetején pénzérme ugrándozik

Laci: csokipapírt (aluréteg papíron) bepöndöríteni mind a kétféle módon és melegíteni

ha több test van, akkor egy rendszernek tekinthetjük őket, a rendszer energiája marad meg

KÍSÉRLET: labdák függőlegesen egymáson, leejtve

Bernoulli előtt valahol W=p⋅ΔV -t levezetni

Bernoulli levezetése

½v2 + hg + p/ρ = konst. egy áramvonal mentén, ha az áramlás stacionárius, a közeg viszkozitása elhanyagolható és inkompresszibilis (egy áramvonal mentén ρ = konst.)

RÉGI JEGYZETÜNKBŐL:

Alkalmazzuk a kinetikus energia tételét egy *állandó sűrűségű* folyadék áramlására egy *áramlási csőben*. Tegyük fel, hogy a fluidum *stacionárius* áramlásakor az ábrán szereplő P1 és P2 közötti térfogat átmegy a Q1 és Q2 közötti térfogatba. A fizikai mennyiségek értékének megváltozásakor vegyük figyelembe, hogy a P2Q1 közös részt elhagyhatjuk, és a változást úgy számíthatjuk, mintha a P1Q1 közti térfogat ment volna át a P2Q2 térfogatba.

A tömegmegmaradás miatt a két sraffozott részben ugyanannyi a fluidum tömege, és mivel a sűrűség állandó (1 = 2 = ), ezért a két sraffozott csőrész térfogatának nagysága is azonos, V1V2V. A kiválasztott fluidum-rész kinetikus energiájának megváltozása:

Ekin = ½ (2 V2 v22 – 1 V1 v12) = ½  V (v22 – v12)

Eközben a kiválasztott fluidum-részen végzett munka a nehézségi erők Wg és a nyomóerők Wp munkájából tevődik össze. Mivel a nehézségi erőtér konzervatív, ezért

Wg = –pot = V gz1 –  V g z2 = V g(z1 – z2)

A nyomóerők a cső falán merőlegesek a sebességre, ezért ott a munka nulla. A nyomóerők a két keresztmetszetnél végeznek munkát: Wp = p1 V1 – p2 V2 = (p1 – p2) V.

Ezért

W = Wg + Wp = V g(z1 – z2) + (p1 – p2) V

A kinetikus energia tétele szerint

W = Ekin ,

így –a fentieket felhasználva a kinetikus energia tételében– adódik a

p + g z + ½ v2 = konstans

*Bernoulli-egyenlet*, amely tehát egy áramlási csőre érvényes, ha a közeg állandó sűrűségű, inkompresszibilis, az áramlás pedig stacionárius.

A Bernoulli-egyenlet következtében egy áramlási cső mentén a nyomás kisebb a nagyobb magasságokban és ott, ahol nagyobb az áramlási sebesség. Egyik alkalmazásaként levezethető, hogy egy edényből, amelyben H magasságban áll folyadék, az edény alján lévő kis nyíláson pontosan ugyanolyan sebességgel folyik ki a folyadék, mintha H magasságból szabadon esett volna:

v = √2gH .

KÍSÉRLET:

két fellógatott pingponglabda között átfújni

kartonlap közepét kilyukasztani, mellette puha papírlap ujjnyi távolságra, belefújni, hozzátapad

ugyanez, de jobb: két papírlap közé fújni (a papírlapokat be kell pöndöríteni asztal szélén meghúzva, hogy azzal rá tudjuk akasztani az ujjunkra)

parfümszóró két szívószállal (a vízszintes egy kicsit inkább ferdén felfelé legyen)

innen: <http://fiztan.phd.elte.hu/letolt/interaktiv_fizika_finta.pdf>

pingponglabda tölcsérben?

pingponglabda és valamilyen fal között elfújni, hogy elinduljon a fal felé

„pénzugratás”

kémény huzat

porszívó

indián tűzgyújtó

lejtőn felguruló kettős kúp???

HF

–

–

–

–

–

hő: belső energia átadása munkavégzés nélkül (önmagában nem létezik, tehát kerülendő az, hogy hőátadás, hő megy át, hőközlés… szóval mit is lehet akkor mondani?)

(az Emech → Emech, az Emech → U, az U → Emech folyamatok munkavégzéssel történnek, az U → U folyamat pedig hő… hogy is kell fogalmazni…)

fajhő?

KÍSÉRLET nekik HF-nak?: termoszba ismert hőmérsékletű, ismert tömegű víz, bele a fagyasztóból valami, annak is megmérni a tömegét és a kezdeti hőmérsékletét, majd megmérni az egyensúlyi hőmérsékletet, és kiszámolni a valami fajhőjét

fajlagos értékek úgy általában? Már volt a sűrűség, de ez persze tömegre fajlagos

2. ÓRA

beszámolók kb. 45 perc

pisilő palack lufival, számolni v2/2 = (d/cosα)2∙g/4/(h+d∙tgα) = g∙h + Δp/ρ

(desztvizes palack)

alulkifolyós palack, számolni

különböző alakú palackok: hengeres, alul. ill felül szélesedők

**5. EGYENÁRAMÚ HÁLÓZAT, ELEKTROMOS MUNKA**

1. ÓRA

15 perc kis zh a 4. anyagból

töltés (elektron töltése)

galvánelemek?

áram, ellenállás, feszültség

kísérlet???

elem: főtt krumpliba rézdrót és palaszög (vagy laposelemből kiszedett cinkhenger-csík) (LED-et tud működtetni?)

műszerekkel egymást mérni

feszültségosztó: grafitból (kettéválasztani egy sima grafitceruzát)

izzószál üzemi hőmérsékletének kiszámolása? ellenállást megmérni hidegen, az üzemi hőfokon pedig számolni a teljesítményből, és a hőmérsékleti koefficienst megadni

**6. OPTIKA**

1. ÓRA

15 perc kis zh az 5. anyagból

fénysugár: egyenes vonalban, megfordítható

közeghatáron visszaverődés és törés

visszaverődés

törési törvény

teljes visszaverődés

KÍSÉRLET: vízbe rakott kémcsőben nem látszik a ceruza

leképező eszközök: lencsék, tükrök; fókusztávolság, dioptria

leképezési törvény

képalkotás

síktükör: falitükör magassága h/2 kell legyen a távolságtól függetlenül; saroktükör; periszkóp?

nevezetes sugarak lencsék és tükrök esetén

KÍSÉRLET: pohár vagy palack víz mint domború lencse

Karcsi videója: <http://jedlik.phy.bme.hu/fizikapercek/nagylencse.mov>

domború lencsét részletezni

számolási feladatok:

prizma

domború/homorú tükör

HF

– prizma

– domború tükör

– stb

–

–

2. ÓRA

beszámolók kb. 45 perc

KÍSÉRLET: nagyítót bevinni

fókusztávolság meghatározása: a mennyezeti lámpa vagy a Nap segítségével, ill. hogy hol vált a kép

tárgy: mécses? képét létrehozni a falon, lemérni a távolságokat, kiszámolni, nevezetes sugarakat megrajzolni

mikroszkópot megértetni???

színbontás vizes tálba tett síktükörrel?

spektrumot csinálni!?!?! erős lámpa, rés, prizma, lencsével kinagyítani?

spektrofotométer dvd-ből? nem tudunk sok példányt csinálni és túl kicsi

camera obscura?