

## Energia

### Emelt szintű kísérletek

# Fizika 11–12.

Készítette: Rapavi Róbert

Lektorálta: Gavlikné Kis Anita

Kiskunhalas, 2014. december 31.



6400 Kiskunhalas, Kossuth Lajos utca 14. OM: 027956  
tel.: 77 / 421-215 e-mail: szilady@gmail.com web: szilady.net

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0025

„Jövőd a természettudományokban rejlik!”

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

## *Balesetvédelem*

Minden munkahelyen, így a természettudományos kísérletek végzésekor is be kell tartani azokat a szabályokat, amelyek garantálják a biztonságos munkavégzést a gimnáziumunkban. Az előírásokat komolyan kell venni, és aláírással igazolni, hogy tűz és balesetvédelmi oktatáson részt vettél.

### **Általános szabályok**

- A tanulók a laboratóriumi gyakorlat megkezdése előtt a folyosón várakoznak, s csak tanári kísérettel léphetnek be a laboratóriumba.
- A laboratóriumba csak az ott szükséges füzetet, könyvet, íróeszközt viheted be. Táskát, kabátot csak külön engedély alapján szabad bevinni.
- A laboratóriumban étel nem tárolható; ott enni, inni tilos!
- A laboratóriumban az iskolától kapott köpenyt kell viselni, a hosszú haját hajgumival össze kell kötni!
- A munkahelyedet a feladat végzése közben tartsd rendben és tisztán!
- A munkavédelmi, tűzrendészeti előírásokat pontosan tartsd be!
- A laboratóriumot csak a kijelölt szünetben hagyhatod el. Más időpontban a távozáshoz a tanártól engedélyt kell kérni.
- A laboratóriumban csak a kijelölt munkával foglalkozhatsz. A gyakorlati munkát csak az elméleti anyag elsajátítása után kezdheted meg.
- Az anyag-és eszközkidást, a füzetvezetést az órát tartó tanár szabályozza.
- A laboratórium vezetőjének, munkatársainak, tanárod utasításait maradéktalanul be kell tartanod!

### **Néhány fontos munkaszabály**

- Törött vagy repedt üvegedényt ne használj!
- Folyadékot tartalmazó kémcső a folyadékfelszíntől lefelé haladva melegítendő. Nyílását ne tartsd magad vagy társad felé!
- A vegyszeres üvegek dugóit ne cserélgess össze! Szilárd vegyszert tiszta vegyszeres kanállal vedd ki, a kanalat használat után töröl el! Megmaradt vegyszert a vegyszeres edénybe visszaönteni nem szabad!
- A laboratóriumi lefolyóba ne dobj olyan anyagot (pl. szűrőpapírt, gyufaszálat, parafadugót, üvegcserepet stb.), amely dugulást okozhat!
- Az eszközöket csak rendeltetészerűen, tanári engedéllyel szabad használni!
- Az eszközöket, berendezéseket csak rendeltetészerűen és csak az adott paraméterekre beállítva használhatod!
- Vegyszerekhez kézzel nyúlni szigorúan tilos!
- Soha ne szagolj meg közvetlenül vegyszereket, ne kóstolj meg anyagokat kémia órán!
- Ha bőrödre sav vagy lúg kerül, először mindig töröld szárazra, majd bő vízzel öblítsd le!
- A legkisebb balesetet vagy az eszközök meghibásodását azonnal jelentsd a szaktanárnak!
- Munka közben mind a saját, mind társaid testi épségére vigyáznod kell!
- Tanóra végén rakj rendet az asztalodon tanárod és a laboráns irányításával!

**1. óra**  
**Kristályosodási hő mérése**

***Emlékeztető***

A halmazállapot-változás során az anyagokban szerkezeti változások állnak be, amelyek következtében megváltoznak egyes fizikai tulajdonságaik. A halmazállapot-változások energiaváltozásokkal járnak együtt. Ilyen ismert és gyakran vizsgált változás pl. az olvadás. Ezt hő befektetésével lehet elérni. Egységnyi tömegű anyag olvadásponton történő megolvadásához szükséges hő az olvadáshő.

Az olvadást leíró egyenlet:  $Q = L_o \cdot m$ .

Az olvadás fordított folyamata a fagyás–kristályosodás. Ez természetesen hőfelszabadulással jár. Pontosan annyi hő szabadul fel, amennyi az olvadáshoz szükséges. Ennek a hőnek a meghatározásához „mindössze” hőt és tömeget kell mérnünk.

***Eszköz és anyaglista***

hőmérő	ismert hőkapacitású kaloriméter keverővel
adott (szoba) hőmérsékletű víz	stopperóra
mérőhenger	ismert tömegű túlhűtött sóoldat (melegítőpárna)

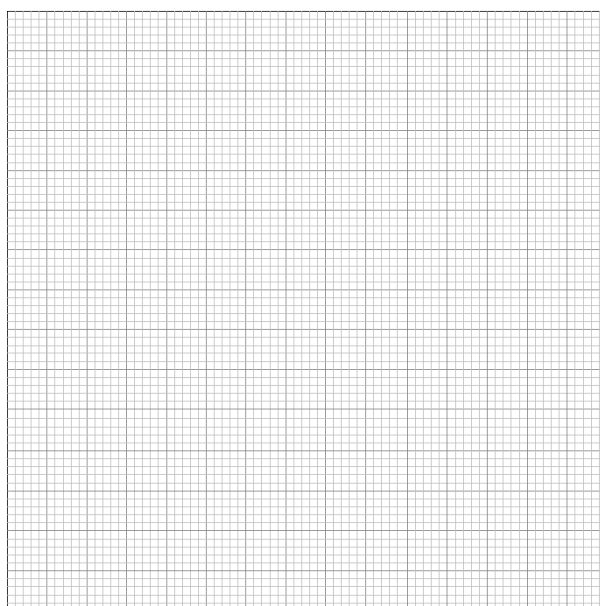
***A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat***

Öntsünk a mérőhengerből a kaloriméterbe ismert mennyiségű vizet! Várjuk meg, míg kialakul a közös hőmérséklet és mérjük meg ezt! A sóoldatot tartalmazó tasakot megtörve indítsuk el a kristályosodási folyamatot és a tasakot minél gyorsabban tegyük a kaloriméterbe! Ezzel egy időben indítsuk el a stopperórát, és percenként olvassuk le a hőmérsékletet egészen addig, míg a hőmérséklet a kezdeti emelkedés után elkezd csökkenni! A mérésnél ügyeljünk arra, hogy a víz és a sóoldat tömege megfelelő arányú legyen, kb. 6–7 szeres tömegű vízmennyiség legyen. Az adatokat foglaljuk táblázatba, majd készítsük el a folyamat idő–hőmérséklet grafikonját!

<b>t (°C)</b>	<b>t (min)</b>



idő – hőmérséklet



A grafikon alapján határozd meg, hogy melyik volt a legmagasabb hőmérséklet: .....

Az ismert és a mért adatok alapján határozd meg az anyag kristályosodási hőjét!

### ***Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések***

**Emelt szintű érettségi feladat 2007. május (módosított)**

Egy hőszigetelt edényben 0,5 kg szilárd anyagot kezdünk melegíteni. Tudjuk, hogy a melegítéshez használt elektromos fűtőszál teljesítménye állandó, valamint hogy az anyag fajhője szilárd fázisban  $2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ .

Az alábbi táblázatban található hőmérsékletadatokat olvastuk le a melegítés bizonyos időszakaiban.

$t$ (perc)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$T$ (°C)	64,0	74,4	84,0	84,3	83,6	84,1	88,9	94,0	99,2	104,0	104,2	104,1

Ábrázolja a hőmérsékletet az idő függvényében! Mennyi az ismeretlen anyag olvadáspontja, forráspontja, olvadáshője és fajhője folyadék fázisban?

**Megoldás:**

### Házi feladat

Egy bontatlan buborékmentes desztillált vizes palackot tegyél be a fagyasztóba 1–2 órára. Ennyi idő elteltével a víz hőmérséklete  $-5^{\circ}\text{C}$  és  $-10^{\circ}\text{C}$  között lesz. Mivel a vízben nincs szilárd szennyeződés, ezért még ilyen alacsony hőmérsékleten is folyékony marad – túlhűtött állapotba kerül.

Óvatosan vedd ki a palackot a fagyasztóból, majd üsd oda az asztalhoz vagy kézzel üsd meg. Megfigyelheted, hogy a víz igen gyorsan jéggé kristályosodik (megfagy) az egész palackban. A kristályosodást a folyadékon végighaladó lökéshullám indította el.

Melyek azok a mindennapi jelenségek, amelyek a kondenzációs magok körül kialakuló kristályosodással magyarázhatók?

### Felhasznált irodalom

<http://oktatás.hu>

## 2. óra

## Félvezető (termisztor) ellenállásának hőmérsékletfüggése.

## Termisztoros hőmérő készítése.

**Emlékeztető**

A termisztor félvezetőből készül, működése a termorezisztivitás jelenségén, azaz az elektromos ellenállás hőmérséklet-függőségén alapszik. Minden anyag változtatja fajlagos ellenállását hőmérsékletváltozás hatására, de a változás mértéke és az azt leíró összefüggések anyagonként változnak. /Pl.: fémek esetén:  $\rho_t = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ / Tranzisztor rendkívül érzékenység a hőmérsékletváltozásra. Elektronikus hőmérőkben általában ezt használják ki. Félvezetők esetében a fajlagos ellenállás változást leíró törvény a következő:

$$\rho_T = A \cdot e^{\frac{\Delta W}{2kT}}$$

Ahol

- $A$  a hőmérséklettől független anyagállandó
- $\Delta W$  a félvezető anyagban a töltéshordozók egyik energia szintről a másik energia szintre történő átugráshoz szükséges energia
- $T$  a hőmérséklet, melyen a fajlagos ellenállást számoljuk
- $k$  Boltzmann állandó.

**Eszköz és anyaglista**

termisztor	digitális ellenállásmérő
főzőpohár	hidegvíz, meleg víz termoszban
folyadékos bothőmérő	

**Munkavédelem**

Különös óvintézkedésekre nincs szükség. Ha túl meleg a termoszban a víz, akkor a forrázás veszélyre kell figyelemmel lenni.

**A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat**

A termoszból forró vizet öntünk a főzőpohárba és belehelyezzük a folyadékos hőmérőt! A termisztor ellenállásmérő műszerhez csatlakoztatjuk, majd belemerítjük a vízbe! Ha a folyadékos hőmérő megállapodott és a termisztor ellenállásának értéke sem változik, leolvassuk a hőmérőn

és a műszeren látható értékeket, majd táblázatba foglaljuk azokat! Ezután fokozatosan változtatjuk a víz hőmérsékletét. A meleg víz egy részét kiöntjük, majd hideggel pótoljuk. Összekeverés után mindig várjuk meg, amíg a hőmérő és az ellenállásmérő stabil értékeket mutat. Kb. 5–10°C-os lépésekben változtatva a hőmérsékletet végezzünk legalább 5–6 mérést. Az így kapott értékek alapján készítsük el a termisztor hőmérséklet–ellenállás görbéjét. Vigyázzunk, a kapott pontok nem egyenest határoznak meg!



<b>hőmérséklet (°C)</b>	<b>hőmérséklet (K)</b>	<b>ellenállás (Ω)</b>

A termisztort két ujjunk közé fogva mérjük meg az ellenállás értékét, majd a kapott grafikon alapján határozzuk meg a testhőmérsékletünket! Gyűjtsük össze, hogy milyen tényezők befolyásolhatják mérésünk pontosságát:

.....

.....

.....



### *Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések*

Kétféle ellenállás-hőmérséklet összefüggéssel rendelkező termisztort gyártanak, a PTK (PTC) és az NTK (NTC) típusút. A PTK (pozitív hőmérsékleti együtthatójú) termisztor karakterisztikája bizonyos hőmérsékleti tartományban a hőmérséklettel arányosan növekszik, míg az NTK (negatív hőmérsékleti együtthatójú) termisztor ellenállása a hőmérséklet emelkedés során csökken. Ennek az az oka, hogy ilyenkor a magasabb hőmérsékleten egyre több a vezető elektron. Ez utóbbi termisztorok esetén viszont ügyelni kell, hogy egy maximális hőmérsékletnél nagyobb érték mérésére nem alkalmasak, a termisztor tönk्रे mehet.

### *Házi feladat*

Nézz utána az Interneten, hogy hol használnak a mindennapi életben termisztorokat! Esetleg annak is, hogy melyik típust hol használják!

### *Felhasznált irodalom*

<http://www.ms.sapientia.ro/elektronika/fileok/jelerzekelok>



## 3. óra

## Hagyományos izzólámpa és energiatakarékos „kompakt” lámpa relatív fényteljesítményének összehasonlítása

**Emlékeztető**

Töltsd ki a táblázat hiányzó celláit!

<i>Fotometriai mennyiség</i>	<i>Jele</i>	<i>Egysége</i>
		lm
Fényerősség		
	$E_v$	
		$\frac{cd}{m^2}$

**Fényáram** (fényteljesítmény) a fényforrás által egy adott térszögbe kisugárzott teljesítmény.

$$\Phi_v = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

A fényforrás **fényerőssége** egy adott irányban a sugárzás fényérzet alapján megítélt erősségének viszonya a térszöghöz, amelyben a fény terjed.

$$I_v = \frac{\Delta \Phi_v}{\Delta \Omega} \quad (\text{Ahol } \Delta \Omega \text{ a térszög értéke.})$$

A **megvilágítás erőssége** a  $\Delta A$  felületre eső  $\Delta \Phi$  fényáramnak és a megvilágított felület területének a hányadosa.

$$E_v = \frac{\Delta \Phi_v}{\Delta A}$$

**Fénysűrűség** a fénysugárra merőleges egységnyi felületen átáramló fényáram.

$$L_v = \frac{\Delta \Phi_v}{\Delta A_n}$$

*A fotometria két alaptörvénye:*

1. A felületek pontszerű fényforrás által okozott megvilágítás erőssége fordítottan arányos a megvilágított felülettől mért távolság négyzetével.

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

2. Pontszerű fényforrás által (a tőle távoli felületen) okozott megvilágítás egyenesen arányos a fényforrás ( $I$ ) fényerősségével és fordítva arányos a köztük lévő távolság ( $r$ ) négyzetével és függ a beesés szögétől.

$$E = \frac{I}{r^2} \cdot \cos \alpha$$

### Eszköz és anyaglista

hálózati izzólámpa	kompaktlámpa és LED lámpa
mindkét lámpa ismert névleges teljesítményű, gömb alakú, opál, álló foglalatban	kapcsolóval ellátott hálózati biztonsági elosztó aljzat
zsírfoltos fotométer	mérőszalag

### Munkavédelem

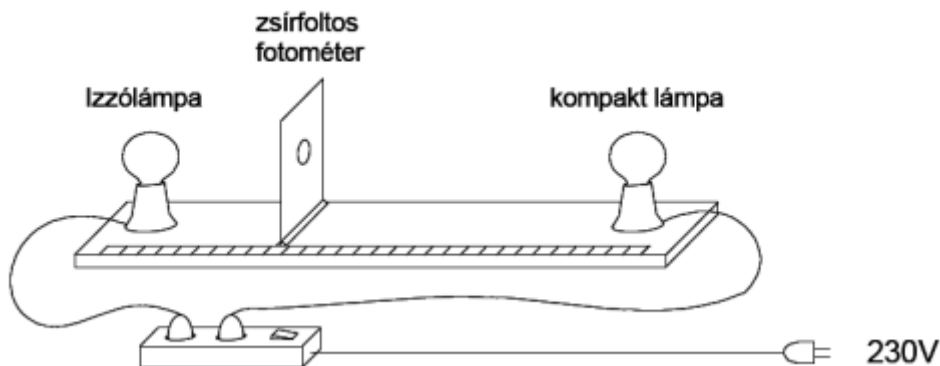
Mivel a lámpák 230V-os feszültségről üzemelnek, így fokozottan figyeljünk a megfelelő szigetelésekre és az érintésvédelemre!

### A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Állítsuk össze az 1. ábra szerinti kísérleti elrendezést. A lámpák kb. 1 m távolságban legyenek, az összekötő egyenesükre merőlegesen állítsuk a zsírfoltos papíreرنyőt. A lámpák közel azonos méretűek legyenek.

A zsírfolt fényáteresztő képessége nagyobb, mint a papiré, ezért a foltot megvilágítva a fényforrás felőli oldalon sötétebb, az ellentétes oldalon világosabb lesz a folt a papírnál. Két irányból megvilágítva a papírt addig mozgatjuk az ernyőt, amíg mindkét oldalon azonos nem lesz a megvilágítás. vagyis amikor az ernyőn lévő zsírfolt sem nem sötétebb, sem nem világosabb az ernyő többi részénél. (A lámpák fénykibocsátását gömbszimmetrikusnak tekinthetjük. A lámpák az ernyőt az ernyőtől vett távolságuk négyzetével fordítottan arányos mértékben világítják meg.) Ügyeljünk arra, hogy a háttérfény ne befolyásolja a mérést! A mérés során legyünk tekintettel arra, hogy a kompakt izzónak hosszabb a bemelegedési ideje!

- Mérjük meg ebben a helyzetben az ernyő távolságát mindkét lámpától, majd a lámpák névleges teljesítményéből kiindulva határozzuk meg a relatív fényteljesítmények arányát!
- Ismételjük meg a mérést mindhárom lámpapár esetén!



1. ábra

A relatív fényteljesítmény nem más, mint a fényteljesítmény és az elektromos teljesítmény aránya.

$\Phi_v$	izzó	kompakt	LED	$\eta$	izzó	kompakt	LED
izzó	1			izzó	1		
kompakt		1		kompakt		1	
LED			1	LED			1

1. táblázat

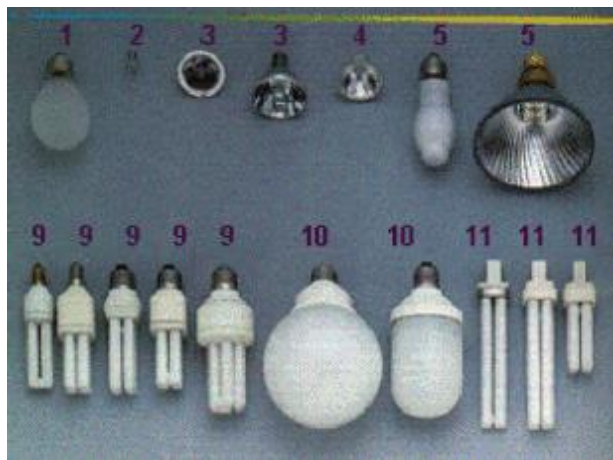
	$r_1$ (cm)	$r_2$ (cm)	$\frac{P_1}{P_2}$	$\frac{r_1^2 \cdot P_2}{r_2^2 \cdot P_1}$
izzó (1) – kompakt (2)				
izzó (1) – LED (2)				
kompakt (1) – LED (2)				

2. táblázat

$$\frac{\eta_i}{\eta_k} = \frac{\frac{\Phi_i}{P_i}}{\frac{\Phi_k}{P_k}} = \frac{\Phi_i \cdot P_k}{\Phi_k \cdot P_i} = \frac{E \cdot r_i^2 \cdot P_k}{E \cdot r_k^2 \cdot P_i} = \frac{r_i^2 \cdot P_k}{r_k^2 \cdot P_i}$$

- Mit jelent az, hogy az 1. táblázatban a) részében a főátló alatt, a b) részében a fölött 1-nél nagyobb számokat találunk?
- Magyarázzuk meg a 2. táblázatban kapott értékeket! Mit jelentenek ezek az adatok a gyakorlatban?
- A fénytjeljesítményeket összehasonlítva hány kompakt fénycsöves, ill. LED-es fényforrás helyettesít egy 60 W-os izzót?

**Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések**



	Megnevezés	Teljesítmény [W]	Fényáram [lm]	Fényhasznosítás [lm/W]
1	Normál izzólámpák	15-1000	90-18800	6-19
2	Törpefeszültségű, „tűlábás”; (6 – 24 V) halogénlámpák	5-150	60-3200	12-24
3	Törpefeszültségű (6 – 24 V) tükrös halogénlámpák	10-100		
4	Törpefeszültségű (6 – 24 V) hidegtükrös halogénlámpák	20-75		
5	Kisfeszültségű (230 V) egyfejű halogénlámpák	60-250	780-4200	13-17
6	Kisfeszültségű (230 V) kétfejű halogénlámpák (ceruzalámpák)	60-2000	830-44000	14-22
7	Normál fénycsövek	18-58	1050-5000	58-86
8	Háromsávú fénycsövek	18-58	1350-5200	75-90
9	Kompakt fénycsövek beépített elektronikus előtétellel, menetes foglalattal	5-23	200-1500	40-65
10	Kompakt fénycsövek beépített induktív előtétellel, menetes foglalattal	9-25	415-1200	46-48
11	Kompakt fénycsövek dugaszolható foglalattal	5-32	250-2400	50-75

A mérést több tényező is befolyásolhatja. Hibát okozhat a nem egyenletes háttérvilágítás, valamint az is, hogy vizuálisan kell megállapítani az azonos megvilágítás-erősséget. Hibát okoz még az is, hogy nem tekinthetők pontszerűnek a fényforrások.

### Házi feladat

Egy hagyományos izzó átlagos élettartama 1000 óra, az általunk használt kompakt fénycsöves fényforrásé 10 000 óra, a LED-es fényforrásé 50 000 óra. Az izzó ára 150 Ft, a kompakt fénycsöves fényforrásé 1900 Ft, a LED-es fényforrásé 3800 Ft volt. Ha egy szobát két db 60 W-os izzó fényerejével szeretnénk megvilágítani. Napi 6 órai üzemidő esetén mennyi lesz a hagyományos, a kompakt, illetve a LED-es izzó üzemeltetési költsége? (Feltételezzük, hogy a LED-es izzó élettartamáig vizsgáljuk az energia felhasználását. 1 kWh villamos energia árát számoljuk átlagosan 38 Ft-nak!)

**Megoldás:**

### Felhasznált irodalom

Holics László: Fizika; Műszaki Könyvkiadó; 1992.  
<http://mek.oszk.hu/00500/00572/html/viltech2.htm>  
<http://oktatás.hu>

## 4. óra

## Napelemcella vizsgálata

**Emlékeztető**

A napelem egy olyan eszköz, amely a nap sugárzását elektromos árammá alakítja át a fény-elektromos jelenség segítségével. Ennek a legelterjedtebb módja a félvezető alapú technológia használata, amelyben egy speciális félvezető dióda ( $p$ - $n$  átmenet) alakítja az elektromágneses hullámok energiáját elektromos energiává (feszültséggé). A félvezető dióda egy  $p$  típusú (3 vegyértékű atomokkal szennyezett) félvezető réteg és egy  $n$  típusú (5 vegyértékű atomokkal szennyezett) félvezető réteg összeillesztéséből keletkezik. Az előbbiben az ún. lyukvezetés, az utóbbiban az elektronvezetés a domináns, és a lyuk elektron pároknak a határfelületen való semlegesítődése következtében a kétféle réteg között kialakul egy  $pn$  átmeneti tartomány. Ebben a tartományban nincsenek szabad lyukak, illetve elektronok.

Ha a beeső fény bejut a  $pn$  átmeneti tartományba, és ott lyuk-elektron párokat választ szét, akkor azok a félvezető belsejében a  $pn$  átmenet tértöltési tartományában a diffúzió vagy „sodródás” hatására szétválnak. A töltésszétválasztás a napelem két oldala között feszültség keletkezésével jár, amit a napelem cellák kontaktusain keresztül, a celláknak egy külső fogyasztóval áramkörbe kötésével hasznosíthatunk.

**Eszköz és anyaglista**

napelemcella banándugós csatlakozással	voltmérő
ampermérő	változtatható ellenállás
állítható magasságú lámpa (kb. 60 W)	mérőszalag

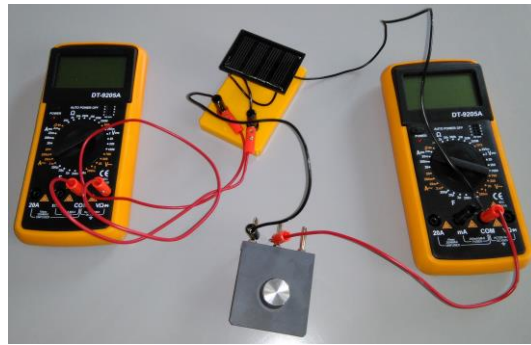
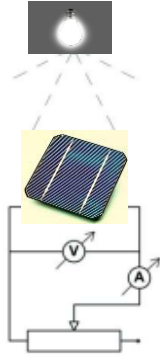
**Munkavédelem**

A mérés során különös munkavédelmi előírások nincsenek. Ügyeljünk a 230 V-os megvilágító lámpa elektromos hálózatra történő csatlakoztatásánál.

**A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat**

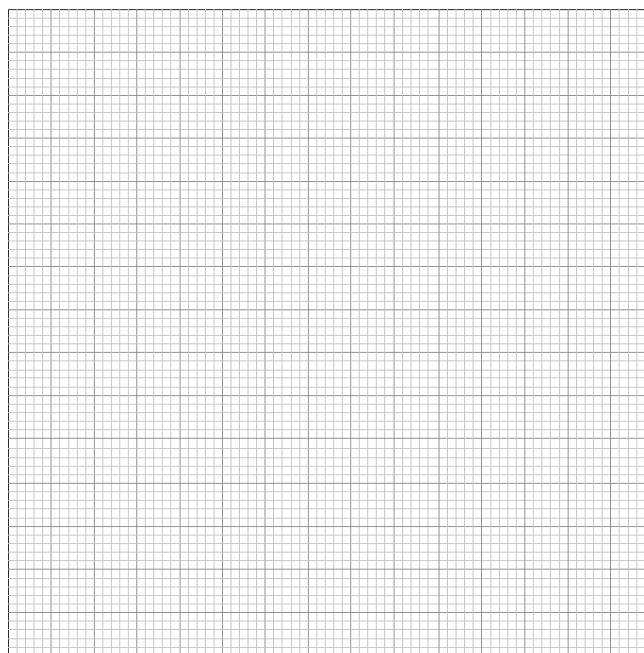
Állítsd össze a kapcsolást az ábra (1.) szerint! A lámpa legyen kb. 25 cm magasságban a napelemcella fölött. A változtatható ellenállás maximális értéke mellett olvasd le a műszereken a cella feszültségének és az áramerősségnek az értékét! Az ellenállást fokozatosan csökkentve növeld lépésről lépésre az áramot, és minden lépés után jegyezd fel a műszerek adatait! Vigyázz, hogy mérés közben ne változzon a fény intenzitása!

- A mérési adatokat foglald táblázatba és rajzold fel a cella feszültség–áramerősség karakterisztikáját!
- Értelmezd a kapott görbét! A mért adatok alapján határozd meg a cella teljesítményét a terhelés (áram) függvényében, és az eredményt ábrázold grafikonon!

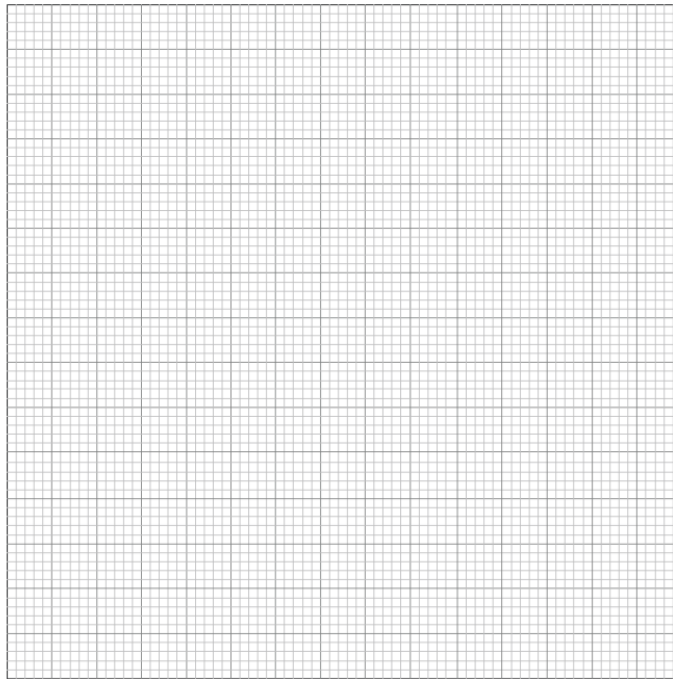


$R$ ( $\Omega$ )	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$U_{\text{átl}}$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)	$I_{\text{átl}}$ (A)	$P = U \cdot I$ (W)

Áramerősség–feszültség függvény



## Áramerősség–teljesítmény függvény

**Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések**

A félvezető eszközök felfedezése forradalmi változást indított el az elektronika területén. A vákuumcsöves alkatrészek többségét helyettesíteni lehetett a nagyságrendekkel kisebb méretű, súlyú és kevésbé törékeny félvezető alkatrészekkel. Enélkül például nem juthattunk volna el az űrhajózás korszakába. A tranzisztor felfedezéséért Shockley, Baideen és Brattain amerikai fizikusok 1956-ban Nobel-díjat kaptak.

A technika mai szintjén a tranzisztorokat más áramköri alkatrészekkel (dióda, ellenállás, kondenzátor stb.) együtt rendszerint egymástól elválaszthatatlanul, kis szilíciumlapon alakítják ki a félvezető kristály különböző típusú, mértékű és formájú szennyezése útján. Ez az integrált áramkör (IC). Egy mm nagyságrendű félvezető lapka (chip) akár milliányi integrált alkatrészt is tartalmazhat.

**Amorf napelem**

Ez a legelterjedtebb típus, mert olcsó az előállítási költsége. A hatásfoka 4–6% között van, ami alulmarad a többihez képest. Mivel kicsi a hatásfoka ezért jóval nagyobb felületet igényel az elhelyezése. Az amorf napelem a szórt fényt jobban hasznosítja, mint a közvetlen napfényt. Az élettartamuk csak 10 év körül van.

**Monokristályos napelem**

Ez a napelem a ma létező legjobb hatásfokkal bíró napelem, aminek hatásfoka 15–17% között van. A monokristályos napelem a közvetlen napfényt hasznosítja jobban, de a szórt napfényben már kevésbé tudja hasznosítani. Élettartama 30 év körül van.

**Polikristályos napelem**

Ennek a hatásfoka is már megközelíti a monokristályos napelemét, aminek hatásfoka 10–13% között van. Élettartama 25 év körül van.

**Hálózati visszatáplálás:**

Hálózati visszatáplálásról akkor beszélünk, ha a napelemek által szolgáltatott feszültséget közvetlenül váltakozó feszültséggé alakítjuk át, így látjuk el a fogyasztókat. Amikor viszont nincs fogyasztás, akkor az arra alkalmas inverter segítségével a hálózatra táplálunk rá. Amennyiben a napelemek nem termelnek villamos energiát, természetesen azt a hálózatról vételezünk. Ha többlet energia termelődik, akkor azt vissza lehet táplálni a hálózatra, és erre a célra kialakított (kétirányú) speciális mérőóra számlálja. Az áramszolgáltatók 2003 óta kötelesek átvenni a zöld-energiát.

Nézz utána, hogy milyen felhasználási lehetőségei vannak a napelemeknek!

**Házi feladat****Emelt szintű érettségi feladat 2009. május (módosított)**

Ha egy bizonyos fémből készült fotokatódot  $2,1 \cdot 10^{15}$  Hz frekvenciájú fénnel világítanak meg, akkor a fémből kilépő elektronok mozgási energiája  $5 \cdot 10^{-19}$  J. ( $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Js)

- Mekkora a fémre jellemző kilépési munka?
- Mekkora a megvilágító fény határfrekvenciája? Milyen fény ez?
- Határozza meg azt a frekvenciát, amelynél a kilépő elektronok sebessége a korábbinak kétszerese lesz! Ez milyen fény?

**Megoldás:****Felhasznált irodalom**

FIZIKA – Közép- és emelt szintű érettségire készülőknek TÉMAKÖRÖK, FELADATOK 11–12 Mozaik Kiadó; MS 2627; 2011.

<http://ekh.kvk.uni-obuda.hu/>

<http://fft.szie.hu/>

<http://oktatas.hu>