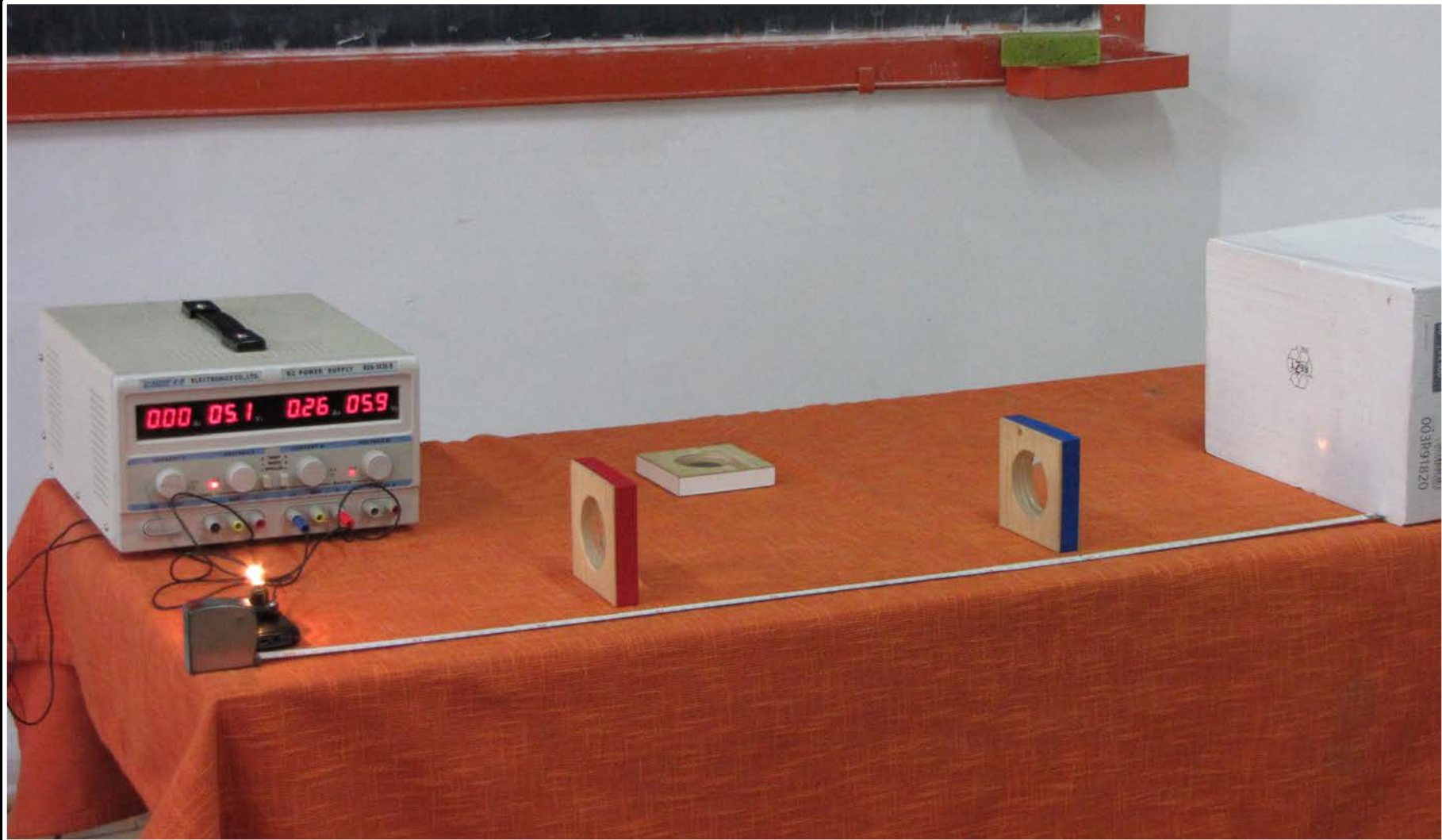


# Lucrare de laborator cu lentile - Laborgyakorlat lencsékkel

Rezolvarea problemei la nivelul profesorului - A feladat tanári szintű megoldása



În „Fizikum”, laboratorul de fizică al liceului „ADY Endre” din Oradea am efectuat nenumărate experimente de fizică. Un experiment foarte simplu, îndrăgit de elevi a fost studiul formării imaginii la diferite lentile. Am utilizat lentile pentru ochelari, montate în rame de lemn de formă pătrată. S-au format opt ateliere de lucru, fiecare grupă având la dispoziție câte trei lentile diferite, marcate cu o bandă izolatoare de culori diferite. O lumânare mică pusă la înălțimea potrivită era obiectul, iar dosul unei cutii, ecranul. Într-o beznă totală, pentru buna dispoziție am admis și o muzică de ambianță...

dr. Bartos-Elekes István



A nagyváradi ADY Endre Líceum **Fizikum** nevű laboratóriumában az évek során számtalan laborgyakorlatot végeztünk. Az egyik igen egyszerű, a diákok által kedvelt kísérlet a lencsék képalkotásának tanulmányozása volt. Szemüveglencsét használtunk, ezeket egy-egy négyzet alakú farámába helyeztük. Nyolc műhely alakult ki, mindegyik csoportnak három különböző, színes szigetelőszalaggal jelzett lencse jutott. Egy megfelelő magasságra helyezett kicsi gyertya volt a tárgy, egy doboz alja pedig az ernyő. A teljes sötétségben, a jobb hangulat érdekében, halk háttérzenét is engedélyeztem...

dr. Bartos-Elekes István



## Determinări preliminare

Nu cunoaștem datele lentilelor ce avem la dispoziție. Am efectuat o determinare preliminară a naturii lentilelor și a mărimii aproximative a convergenței. Mișcând lentila în planul orizontal deasupra marginii unui caiet, observăm o deplasare a imaginii marginii caietului. La lentile convergente deplasarea este contrară mișcării, la cele divergente este în același sens. Deplasarea este proporțională cu valoarea absolută a convergenței.

## Rezultatele determinărilor preliminare

- Lentila cu banda roșie este convergentă de 5,00..6,00 dioptrii.
- Lentila cu banda albă este convergentă de 1,25..1,75 dioptrii.
- Lentila cu banda albastră este divergentă de -5,25..-6,25 dioptrii. Lentila albastră și lentila roșie suprapuse prezintă o lentilă compusă ușor divergentă, adică diferența convergențelor lor este de cel mult 0,25 dioptrii.

## Concluzii

- Lentila albastră singură nu dă imagine reală (este divergentă).
- Lentila albă singură poate să dea o imagine reală, dar masa este prea mică pentru a o putea prinde pe ecran ( $d < 4f$ ).
- Lentila cu banda roșie, convergentă cu distanță focală mică, în condițiile de mai sus este potrivită pentru crearea imaginilor reale. Imaginea reală va deveni obiect virtual pentru lentila cu banda albă, apoi pentru lentila cu banda albastră.

## Előzetes meghatározások.

Nem ismerjük a rendelkezésünkre álló lencsék adatait. Egy előzetes kísérletet végeztünk a lencsék jellegének megállapítására és a konvergencia nagyságrendi meghatározására. Ha a lencsét egy füzet felett vízszintes síkban mozgatjuk, akkor a füzet szélének képe elmozdul. A gyűjtőlencsék esetében az elmozdulás ellentétes a lencse mozgásával, a szórólencsénél pedig megegyezik. Az elmozdulás mértéke arányos a lencse konvergenciájának abszolút értékével.

## Az előzetes meghatározások eredményei

- A piroscsíkos lencse konvergenciája +5,00..+6,00 dioptria.
- A fehérscíkos lencse konvergenciája +1,25..+1,75 dioptria.
- A kékcsíkos lencse szórólencse, konvergenciája -5,25..-6,25 dioptria. A kékcsíkos és a piroscsíkos lencsét egymásra helyezve egy kissé divergens összetett lencsét kapunk, vagyis a konvergenciáik különbsége nem lehet több 0,25 dioptriánál.

## Következtetések

- A kékcsíkos lencse egyedül nem adhat valódi képet (szórólencse).
- A fehérscíkos lencse egyedül adhat valódi képet, de az asztal igen kicsi a képernyőn való felfogására ( $d < 4f$ ).
- A piroscsíkos lencse konvergens, kis fókusztávolságú, a fenti körülmények között megfelel a valódi képek létrehozására. Az általa létrehozott valódi kép látszólagos tárgy lesz a fehérscíkos, majd a kékcsíkos lencse számára.

## Determinări preliminare

Nu cunoaștem datele lentilelor ce avem la dispoziție. Am efectuat o determinare preliminară a naturii lentilelor și a mărimii aproximative a convergenței. Mișcând lentila în planul orizontal deasupra marginii unui caiet, observăm o deplasare a imaginii marginii caietului. La lentile convergente deplasarea este contrară mișcării, la cele divergente este în același sens. Deplasarea este proporțională cu valoarea absolută a convergenței.

## Rezultatele determinărilor preliminare

- Lentila cu banda roșie este convergentă de 5,00..6,00 dioptrii.
- Lentila cu banda albă este convergentă de 1,25..1,75 dioptrii.
- Lentila cu banda albastră este divergentă de -5,25..-6,25 dioptrii. Lentila albastră și lentila roșie suprapuse prezintă o lentilă compusă ușor divergentă, adică diferența convergențelor lor este de cel mult 0,25 dioptrii.

## Concluzii

- Lentila albastră singură nu dă imagine reală (este divergentă).
- Lentila albă singură poate să dea o imagine reală, dar masa este prea mică pentru a o putea prinde pe ecran ( $d < 4f$ ).
- Lentila cu banda roșie, convergentă cu distanță focală mică, în condițiile de mai sus este potrivită pentru crearea imaginilor reale. Imaginea reală va deveni obiect virtual pentru lentila cu banda albă, apoi pentru lentila cu banda albastră.

## Előzetes meghatározások.

Nem ismerjük a rendelkezésünkre álló lencsék adatait. Egy előzetes kísérletet végeztünk a lencsék jellegének megállapítására és a konvergencia nagyságrendi meghatározására. Ha a lencsét egy fűzet felett vízszintes síkban mozgatjuk, akkor a fűzet szélének képe elmozdul. A gyűjtőlencsék esetében az elmozdulás ellentétes a lencse mozgatásával, a szórólencsénél pedig megegyezik. Az elmozdulás mértéke arányos a lencse konvergenciájának abszolút értékével.

## Az előzetes meghatározások eredményei

- A piroscsíkos lencse konvergenciája +5,00..+6,00 dioptria.
- A fehérscíkos lencse konvergenciája +1,25..+1,75 dioptria.
- A kékcsíkos lencse szórólencse, konvergenciája -5,25..-6,25 dioptria. A kékcsíkos és a piroscsíkos lencsét egymásra helyezve egy kissé divergens összetett lencsét kapunk, vagyis a konvergenciáik különbsége nem lehet több 0,25 dioptriánál.

## Következtetések

- A kékcsíkos lencse egyedül nem adhat valódi képet (szórólencse).
- A fehérscíkos lencse egyedül adhat valódi képet, de az asztal igen kicsi a képernyőn való felfogására ( $d < 4f$ ).
- A piroscsíkos lencse konvergens, kis fókusztávolságú, a fenti körülmények között megfelel a valódi képek létrehozására. Az általa létrehozott valódi kép látszólagos tárgy lesz a fehérscíkos, majd a kékcsíkos lencse számára.



## Determinări preliminare

Nu cunoaștem datele lentilelor ce avem la dispoziție. Am efectuat o determinare preliminară a naturii lentilelor și a mărimii aproximative a convergenței. Mișcând lentila în planul orizontal deasupra marginii unui caiet, observăm o deplasare a imaginii marginii caietului. La lentile convergente deplasarea este contrară mișcării, la cele divergente este în același sens. Deplasarea este proporțională cu valoarea absolută a convergenței.

## Rezultatele determinărilor preliminare

- Lentila cu banda roșie este convergentă de 5,00..6,00 dioptrii.
- Lentila cu banda albă este convergentă de 1,25..1,75 dioptrii.
- Lentila cu banda albastră este divergentă de -5,25..-6,25 dioptrii. Lentila albastră și lentila roșie suprapuse prezintă o lentilă compusă ușor divergentă, adică diferența convergențelor lor este de cel mult 0,25 dioptrii.

## Concluzii

- Lentila albastră singură nu dă imagine reală (este divergentă).
- Lentila albă singură poate să dea o imagine reală, dar masa este prea mică pentru a o putea prinde pe ecran ( $d < 4f$ ).
- Lentila cu banda roșie, convergentă cu distanță focală mică, în condițiile de mai sus este potrivită pentru crearea imaginilor reale. Imaginea reală va deveni obiect virtual pentru lentila cu banda albă, apoi pentru lentila cu banda albastră.

## Előzetes meghatározások.

Nem ismerjük a rendelkezésünkre álló lencsék adatait. Egy előzetes kísérletet végeztünk a lencsék jellegének megállapítására és a konvergencia nagyságrendi meghatározására. Ha a lencsét egy füzet felett vízszintes síkban mozgatjuk, akkor a füzet szélének képe elmozdul. A gyűjtőlencsék esetében az elmozdulás ellentétes a lencse mozgatásával, a szórólencsénél pedig megegyezik. Az elmozdulás mértéke arányos a lencse konvergenciájának abszolút értékével.

## Az előzetes meghatározások eredményei

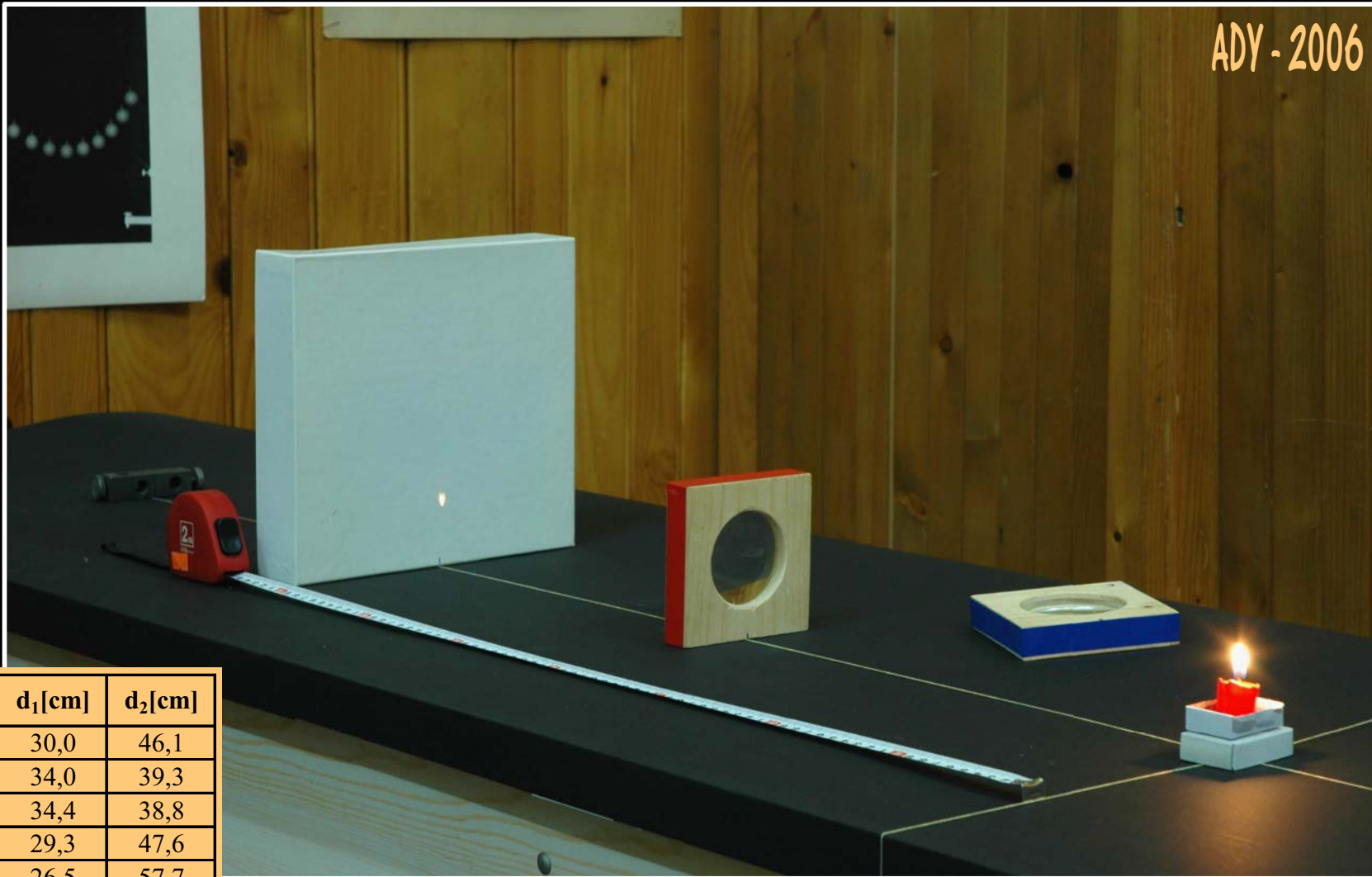
- A piroscsíkos lencse konvergenciája +5,00..+6,00 dioptria.
- A fehérscíkos lencse konvergenciája +1,25..+1,75 dioptria.
- A kékcsíkos lencse szórólencse, konvergenciája -5,25..-6,25 dioptria. A kékcsíkos és a piroscsíkos lencsét egymásra helyezve egy kissé divergens összetett lencsét kapunk, vagyis a konvergenciáik különbsége nem lehet több 0,25 dioptriánál.

## Következtetések

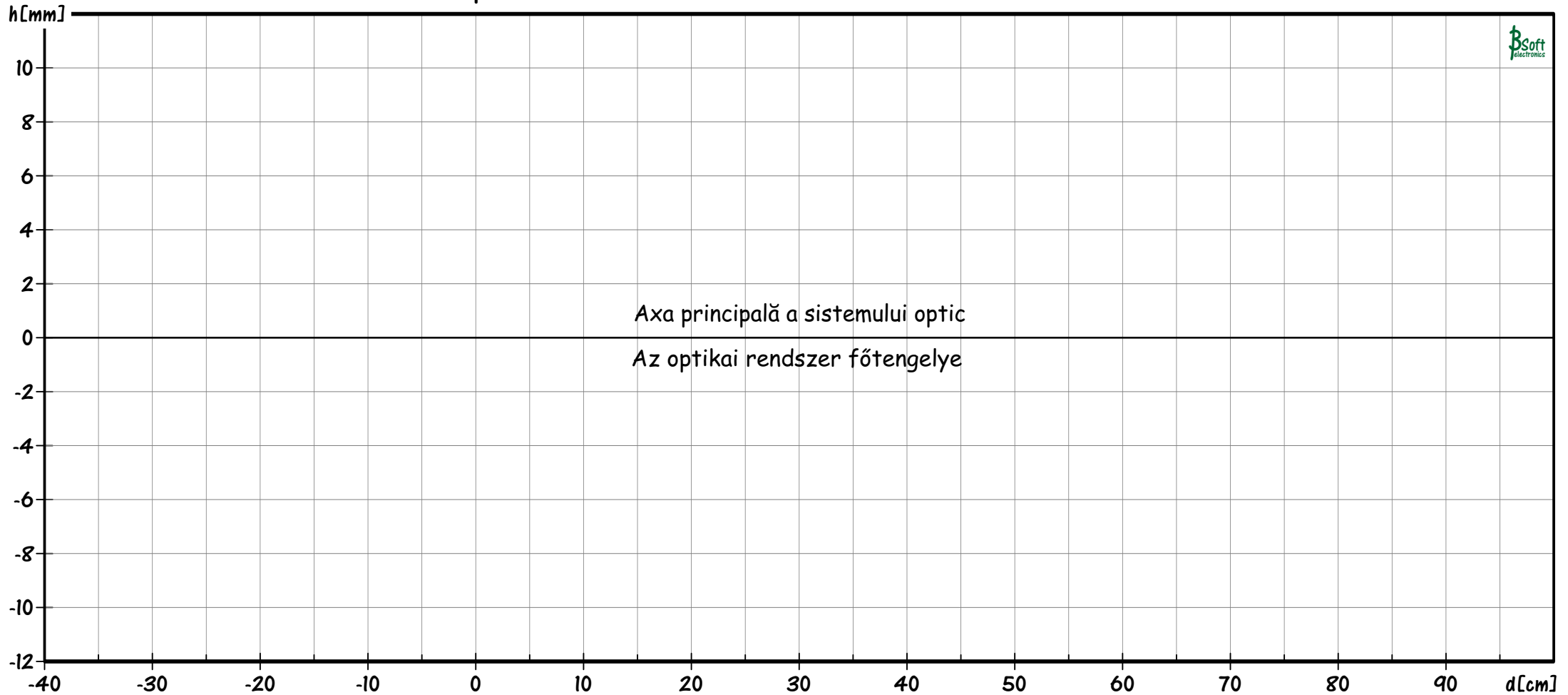
- A kékcsíkos lencse egyedül nem adhat valódi képet (szórólencse).
- A fehérscíkos lencse egyedül adhat valódi képet, de az asztal igen kicsi a képernyőn való felfogására ( $d < 4f$ ).
- A piroscsíkos lencse konvergens, kis fókusztávolságú, a fenti körülmények között megfelel a valódi képek létrehozására. Az általa létrehozott valódi kép látszólagos tárgy lesz a fehérscíkos, majd a kékcsíkos lencse számára.

Prima serie de experimente

Első kísérletsorozat



Nr.	$d_1$ [cm]	$d_2$ [cm]
1	30,0	46,1
2	34,0	39,3
3	34,4	38,8
4	29,3	47,6
5	26,5	57,7
6	32,4	41,3

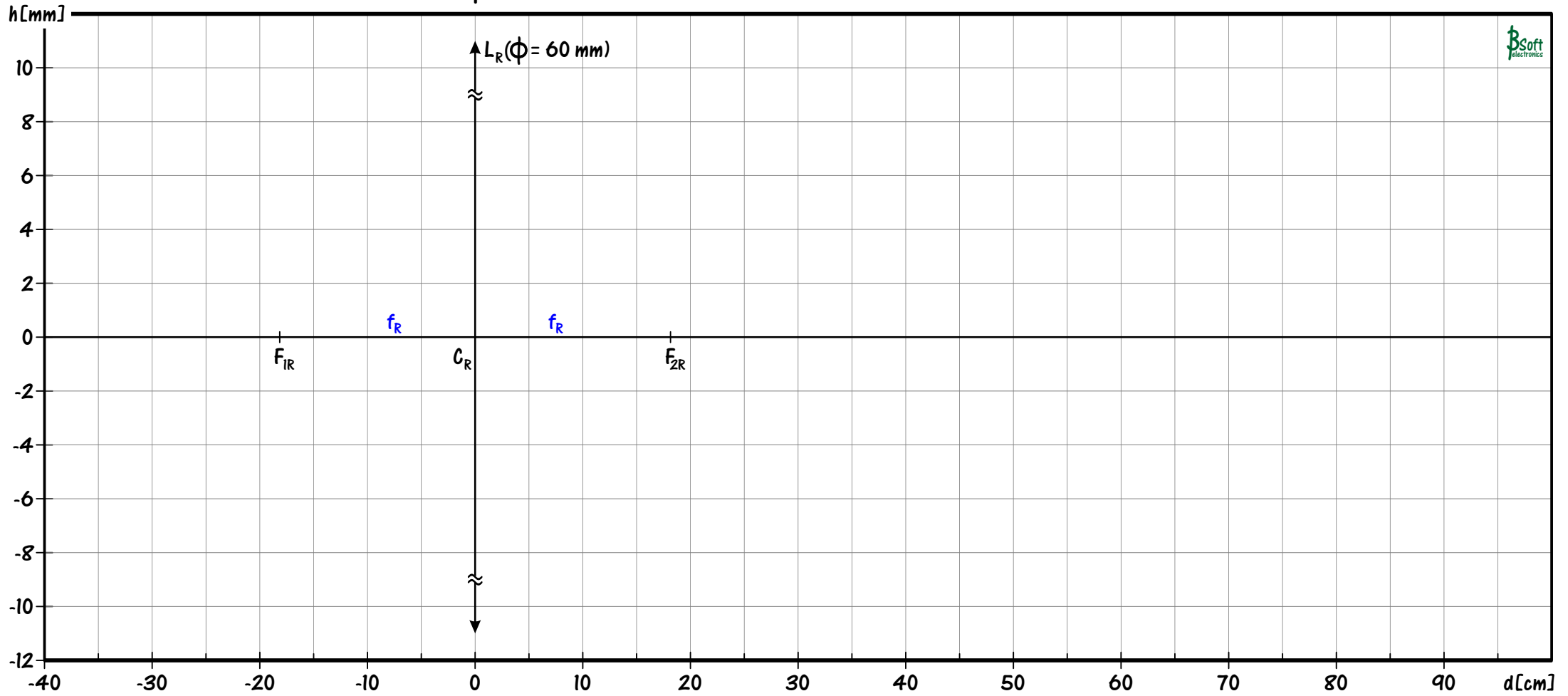


Construim un rastru asemănător celui utilizat la reprezentarea funcțiilor cu o singură variabilă. Pe orizontală avem o micșorare de 1:5, iar pe verticală o mărire de 5:1. Construcțiile optice vor avea unghiuri aparente de zeci de grade, care în realitate sunt de circa 25 ori mai mici. Astfel pe lângă desene frumoase și ușor lizibile, ne vom găsi mult sub condițiile de fascicule paraxiale ale lui Gauss.

Az egyváltozós függvények ábrázolásakor használatoshoz hasonló raszttert szerkesztünk. A vízszintes irányban 1:5 léptékű kicsinyítés, a függőleges irányban 5:1 arányú nagyítás van. Az optikai szerkesztések szögei látszólag többtíz fokosak, de valójában körülbelül 25-ször kisebbek. Így a tetszetős és jól olvasható rajzok mellett jóval a gaussi paraxiális közelítés feltételei alatt maradunk.

# Prima serie de experimente

# Első kísérletsorozat

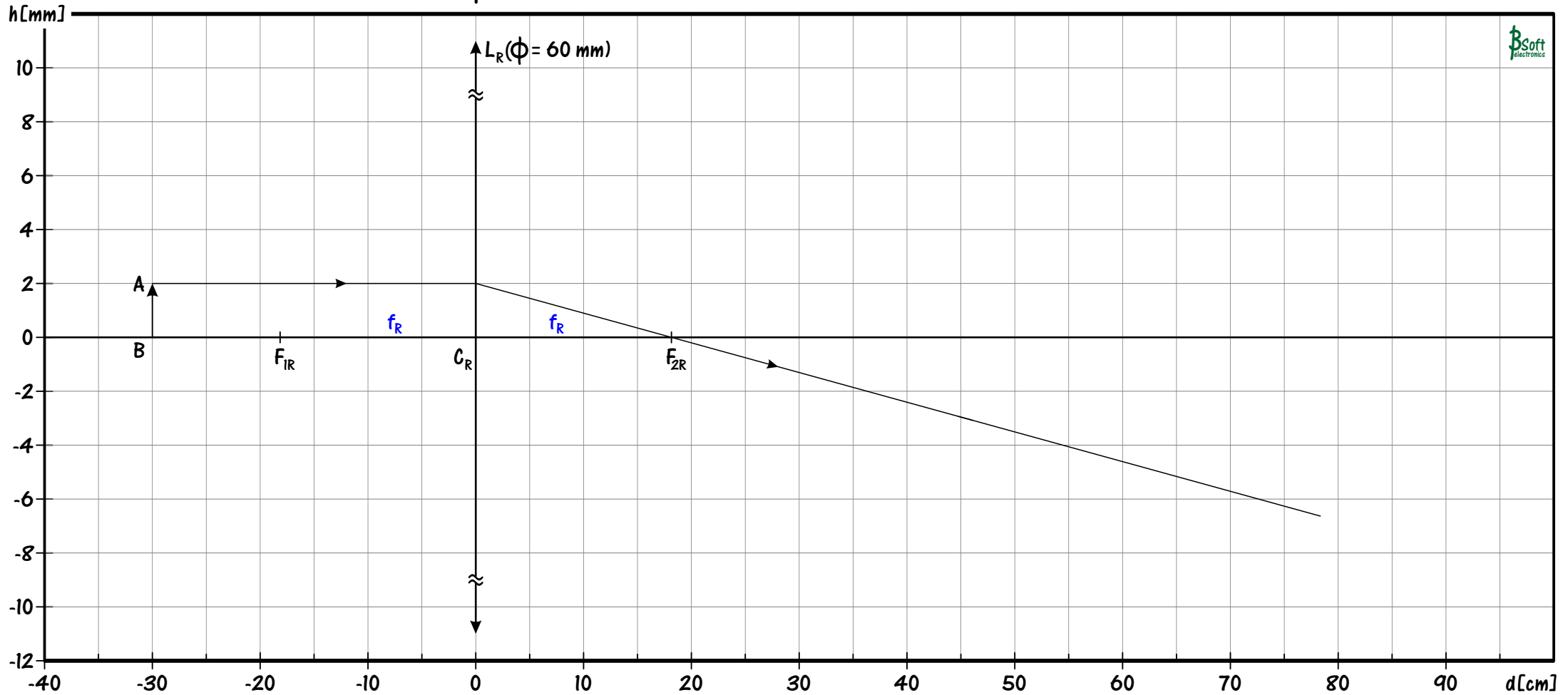


Lentila marcată cu roșu ( $L_R$ ) o plasăm în originea sistemului de coordonate, planul lentilei fiind perpendiculară pe axa optică principală a sistemului. Diametrul lentilei fiind 60 mm, reprezentăm doar partea utilizată pentru construcția imaginii.

A pirossal jelzett lencsét ( $L_R$ ) a koordinátarendszer origójába helyezük, a lencse síkja merőleges a rendszer optikai főtengelyére. A lencse átmérője 60 mm lévén, csak a szerkesztéshez használt részt ábrázoljuk.

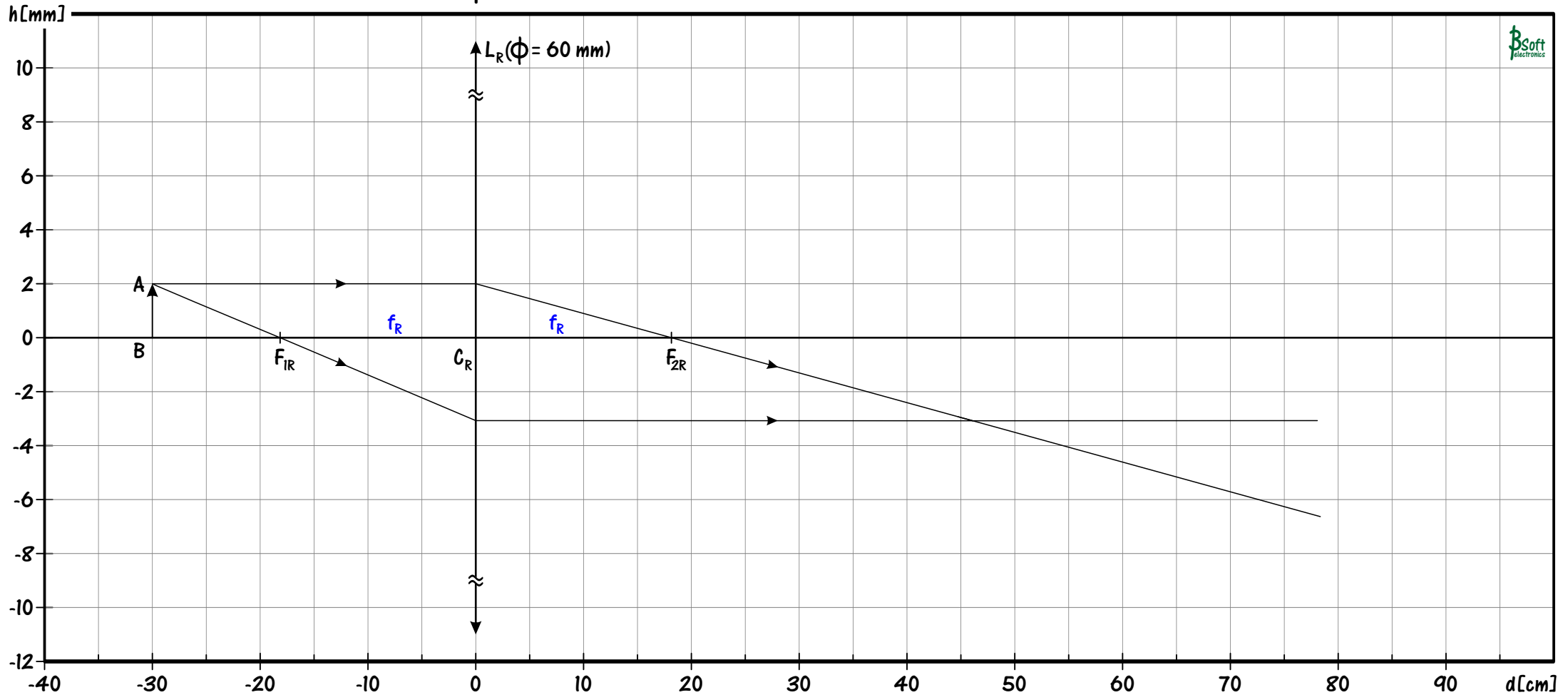






Pentru construcția imaginii vom folosi două raze ale căror mers se desenează ușor. Raza paralelă cu axa optică principală se refractă prin lentilă și trece prin focarul principal  $F_{2R}$ .

A kép megszerkesztéséhez a lencsén áthaladó nevezetes sugarakat használjuk. Az optikai főtengellyel párhuzamos sugár megtörik a lencsén, majd áthalad az  $F_{2R}$  főfókuszon.

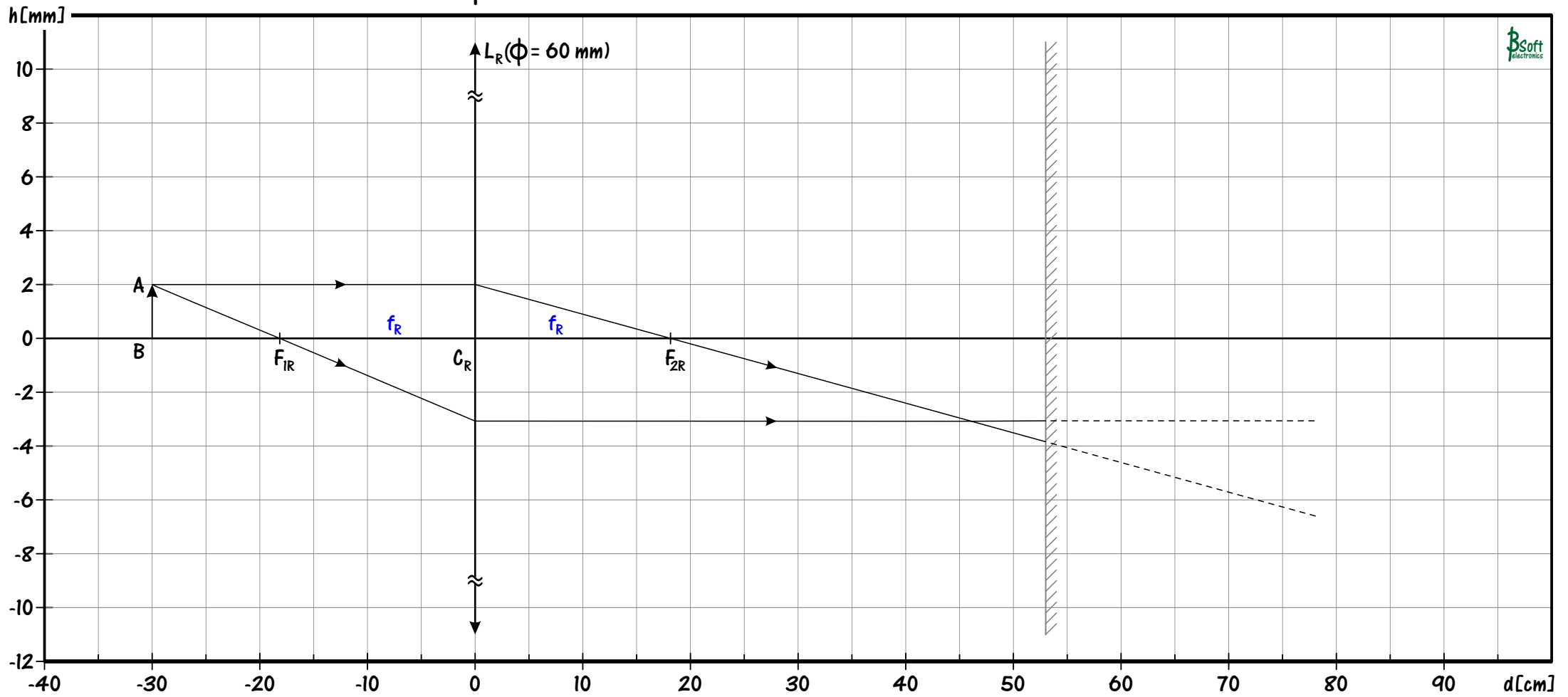


Raza ce trece prin focarul principal  $F_{1R}$  se refractă prin lentilă și trece mai departe paralel cu axa optică principală. În punctul de intersecție al celor două raze obținem un punct de imagine reală. Obiectul fiind considerat o linie perpendiculară pe axa optică principală, și imaginea va fi o linie dreaptă perpendiculară pe axa principală. În realitate este puțin înclinată spre lentilă (distorsiuni sferice).

A lencse  $F_{1R}$  főfókuszán áthaladó sugár megtörik a lencsén és a fő-tengellyel párhuzamosan halad tovább. A két sugár metszéspontjában egy valódi képpont keletkezik. Mivel a tárgyat a fő-tengelyre merőleges vonalként képzeljük el, a képvonal is merőleges lesz a fő-tengelyre. A valóságban egy kissé ferde, a lencse felé hajlik (szférikus torzítás).

# Prima serie de experimente

# Első kísérletsorozat

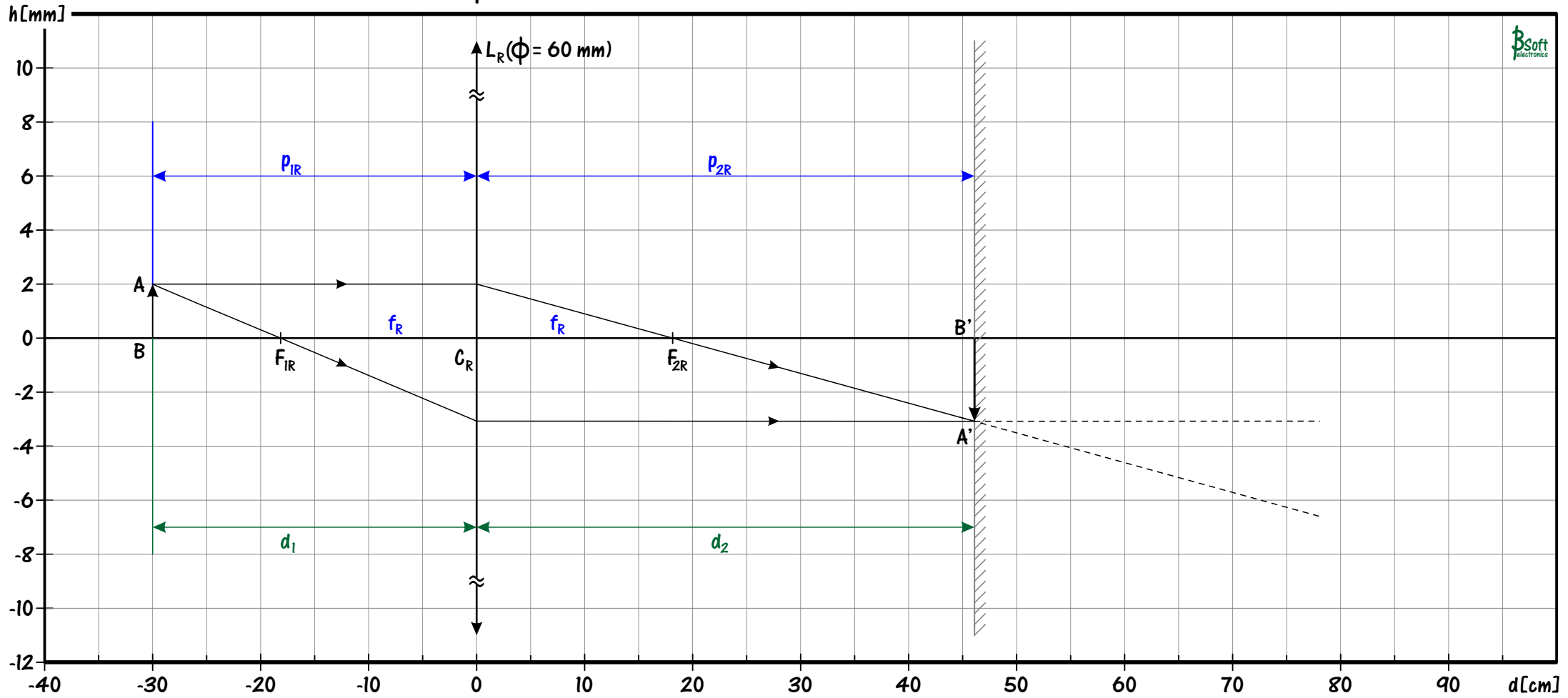


Căutăm aceea poziție a ecranului pentru care primim o imagine bine focalizată...

A ernyőnek azt a helyzetét keressük, amelynél jól fókuszált képet kapunk...

# Prima serie de experimente

# Első kísérletsorozat



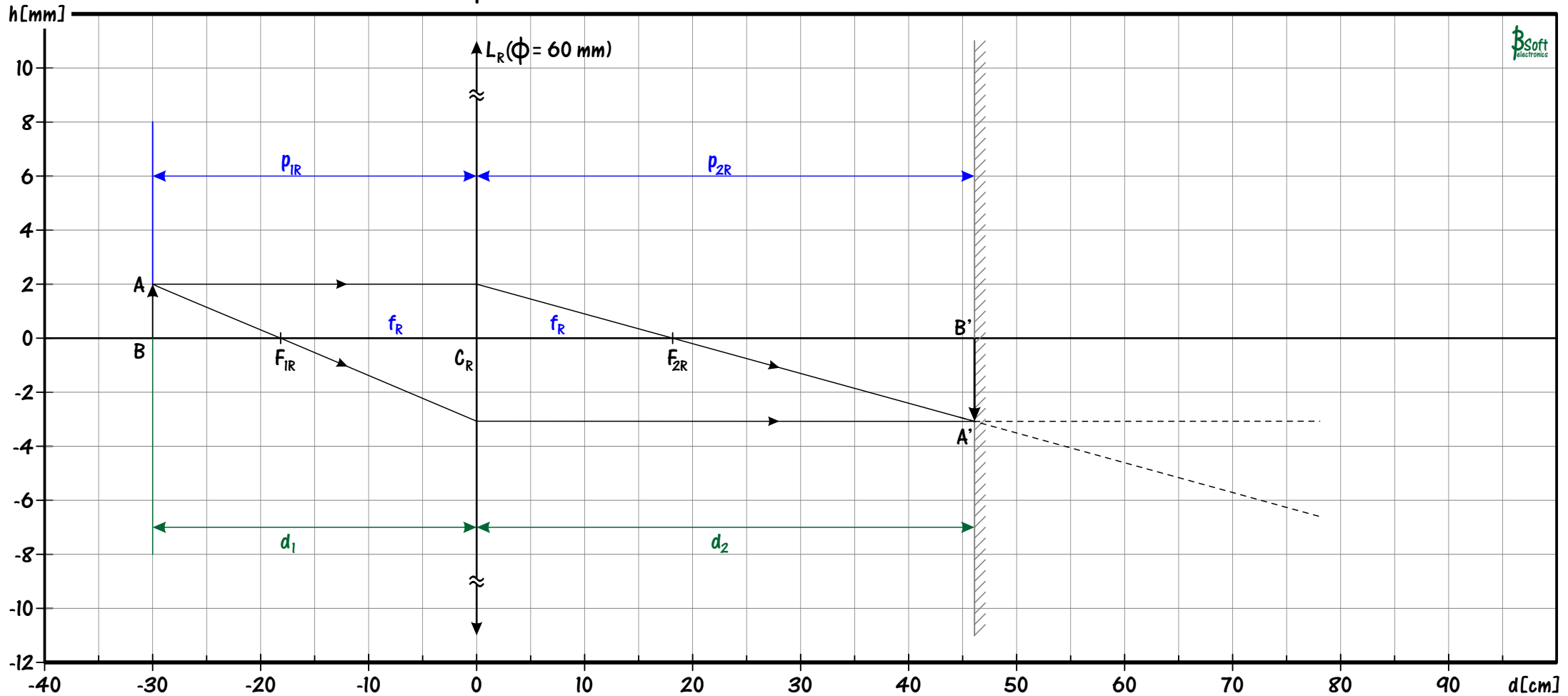
Am găsit poziția ecranului pentru o imagine bine focalizată, măsurăm distanțele  $d_1$ ,  $d_2$ , precum și distanța obiect  $p_{1R}$  și distanța imagine  $p_{2R}$ . Imaginea  $A'B'$  este reală, deci lentila  $L_R$  este o lentilă convergentă.

Megtaláltuk a jól fókuszált képnek megfelelő ernyőhelyzetet, mérjük a  $d_1$ ,  $d_2$  távolságokat, valamint a  $p_{1R}$  tárgytávolságot és a  $p_{2R}$  képtávolságot. Az  $A'B'$  kép valódi, tehát az  $L_R$  egy gyűjtőlencse.



# Prima serie de experimente

# Első kísérletsorozat



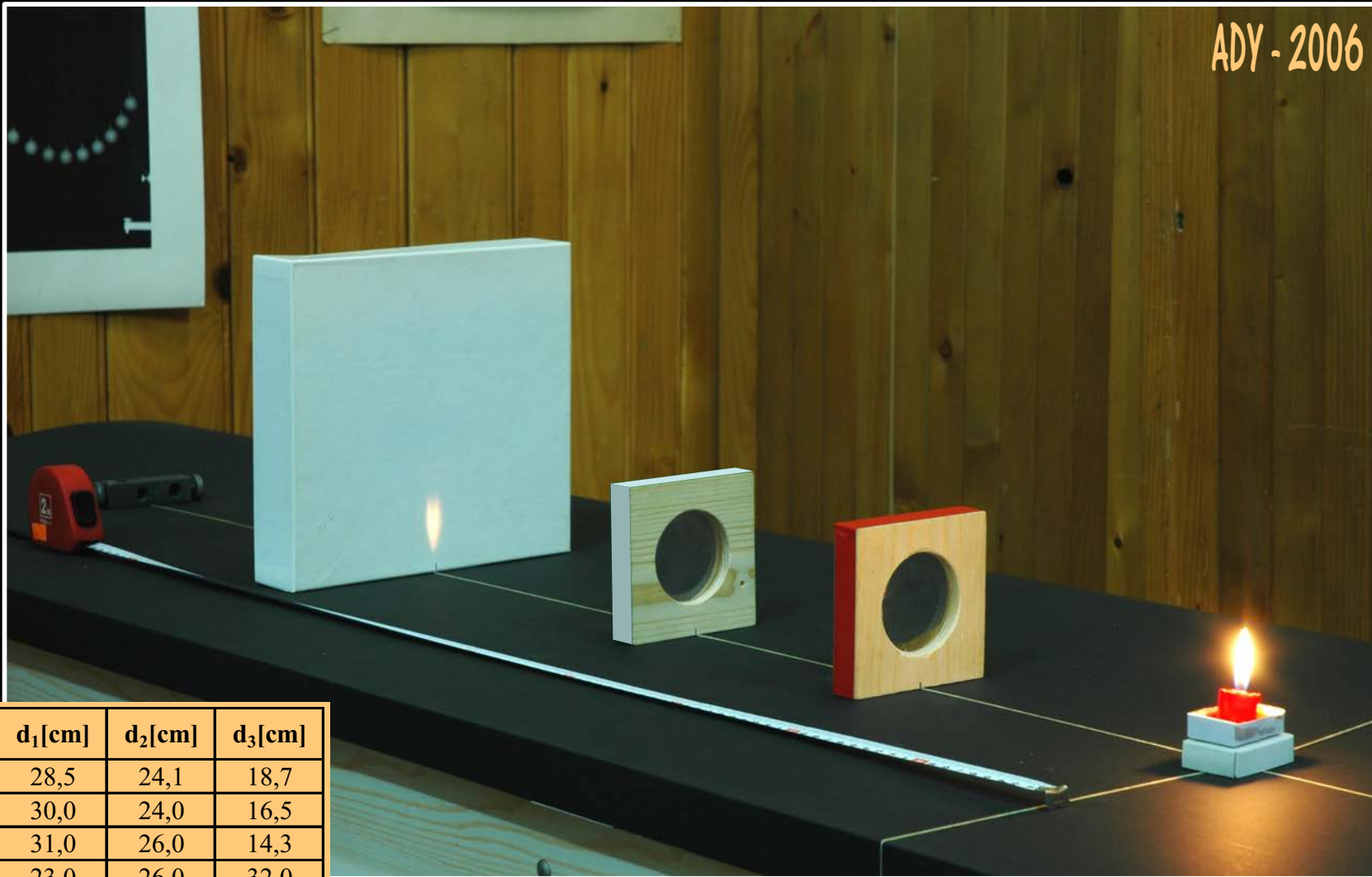
**Concluzii:** Lentila  $L_R$  este convergentă cu distanța focală  $f_R=18,17$  cm,  $f_{Rmedie}=18,18$  cm. Valoarea nominală a convergenței fiind  $C_R=+5,50 \delta$ . Pentru un obiect real în afara focarului am primit o imagine reală și răsturnată.

**Következtetések:** Az  $L_R$  egy gyűjtőlencse, melynek fókusztávolsága  $f_R=18,17$  cm,  $f_{Rátlag}=18,18$  cm. A konvergencia névleges értéke  $C_R=+5,50 \delta$ . Egy fókuszon kívüli valódi tárgyra valódi, fordított képet ad.

Nr.	$d_1$ [cm]	$d_2$ [cm]	$f_R$ [cm]	$C_R$ [ $\delta$ ]
1	30,0	46,1	18,17	5,50
2	34,0	39,3	18,23	5,49
3	34,4	38,8	18,23	5,48
4	29,3	47,6	18,14	5,51
5	26,5	57,7	18,16	5,51
6	32,4	41,3	18,16	5,51

A doua serie de experimente

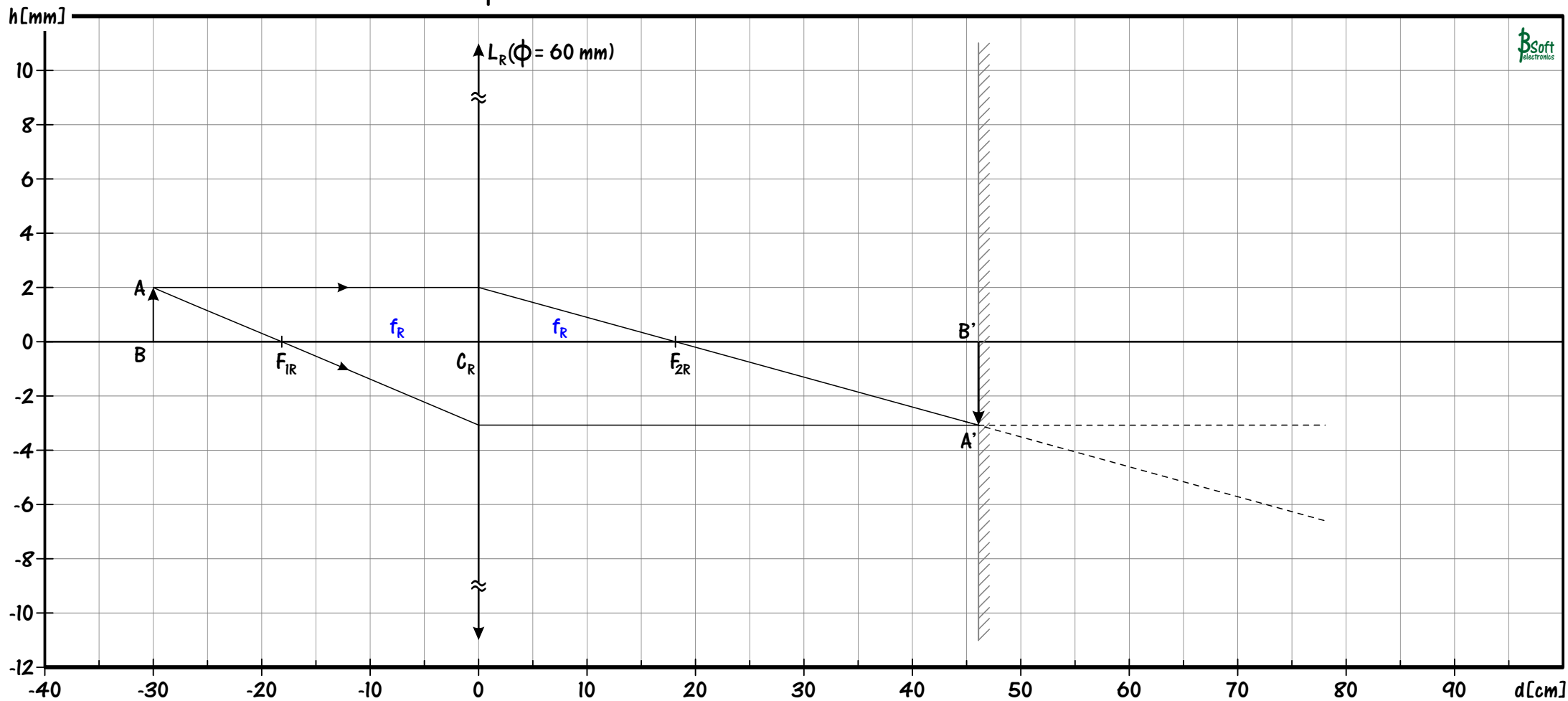
Második kísérletsorozat



Nr.	$d_1$ [cm]	$d_2$ [cm]	$d_3$ [cm]
1	28,5	24,1	18,7
2	30,0	24,0	16,5
3	31,0	26,0	14,3
4	23,0	26,0	32,0
5	24,0	27,0	28,0

# A doua serie de experimente

# Második kísérletsorozat

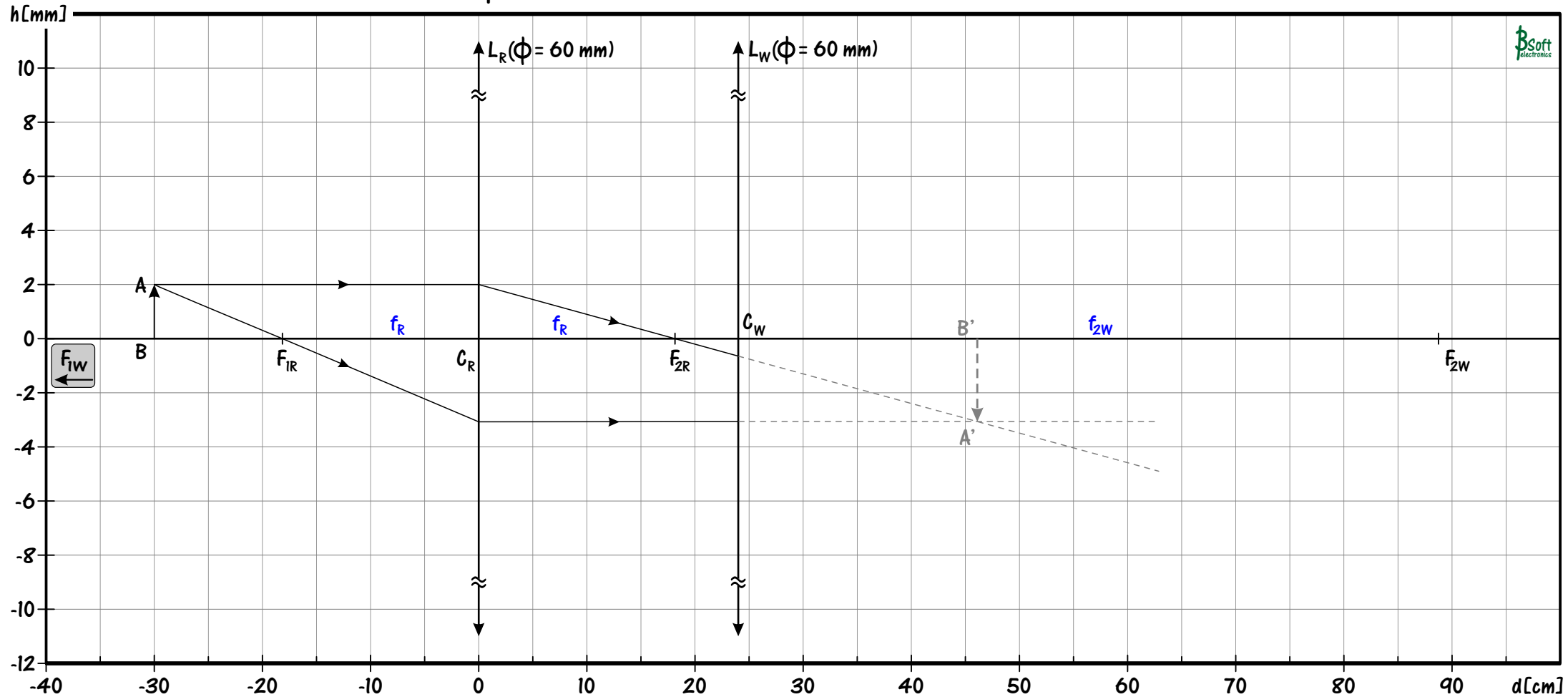


Lentila  $L_w$  (cu banda albă) o vom monta între  $L_R$  și ecran.

Az  $L_w$  lencsét (a fehér csíkos) az  $L_R$  és az ernyő közé fogjuk helyezni.

# A doua serie de experimente

# Második kísérletsorozat



Convergența lentilei fiind mică, focarul  $F_{1W}$  nu mai încapă pe desen. Imaginea reală de odinioară dată de  $L_R$  va deveni un obiect virtual pentru lentila  $L_W$ .

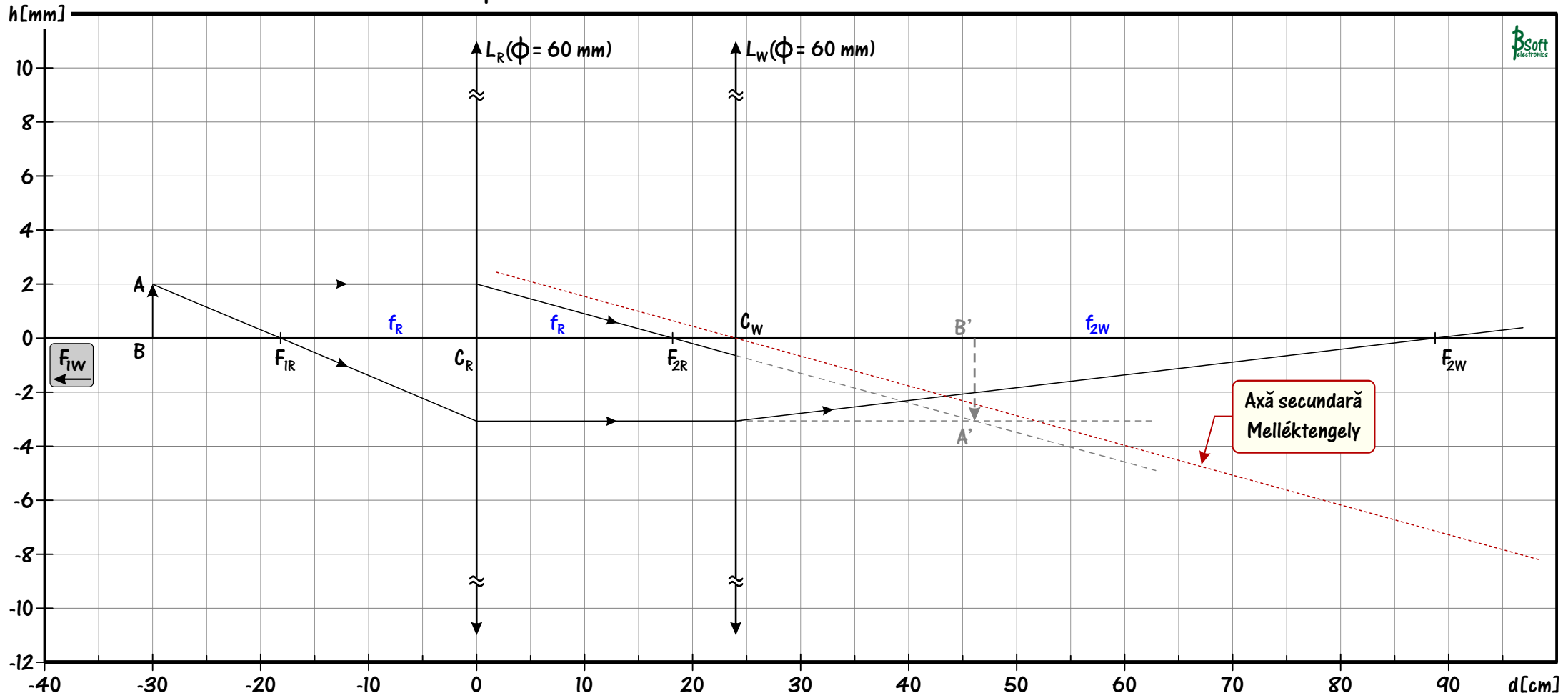
A lencse konvergenciája kicsi, ezért az  $F_{1W}$  fókuszpont már nem fér el a rajzon. Az  $L_R$  lencse által adott egykori valódi kép látszólagos tárgy lesz az  $L_W$  számára.





# A doua serie de experimente

# Második kísérletsorozat

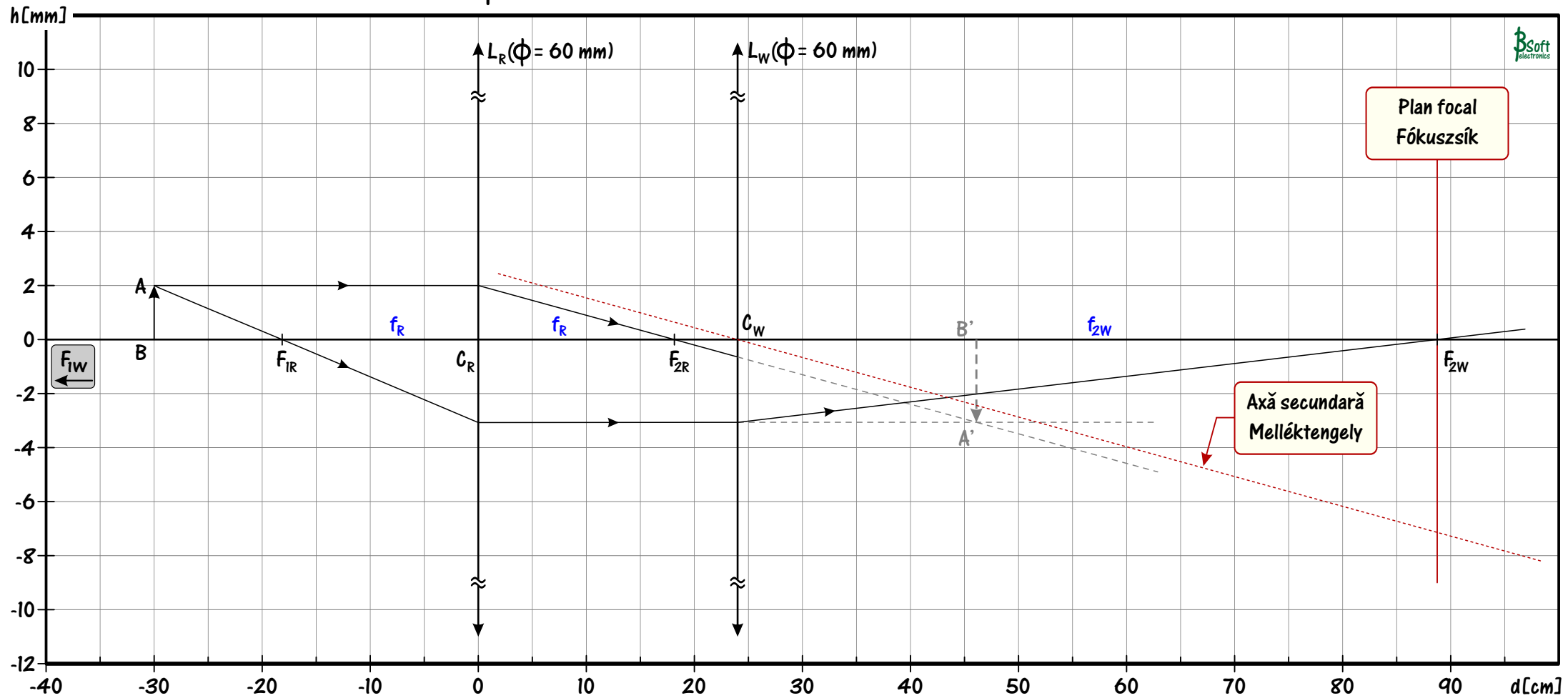


Construcția mersului celeilalte raze este mult mai complexă. Vom căuta axa secundară care este paralelă cu raza ce sosește prin  $F_{2R}$ .

A másik sugármenet megrajzolása sokkal körülményesebb. Megkeressük azt a melléktengelyt, amely párhuzamos az  $F_{2R}$  fókuszponton át érkező sugárral.

## A doua serie de experimente

## Második kísérletsorozat

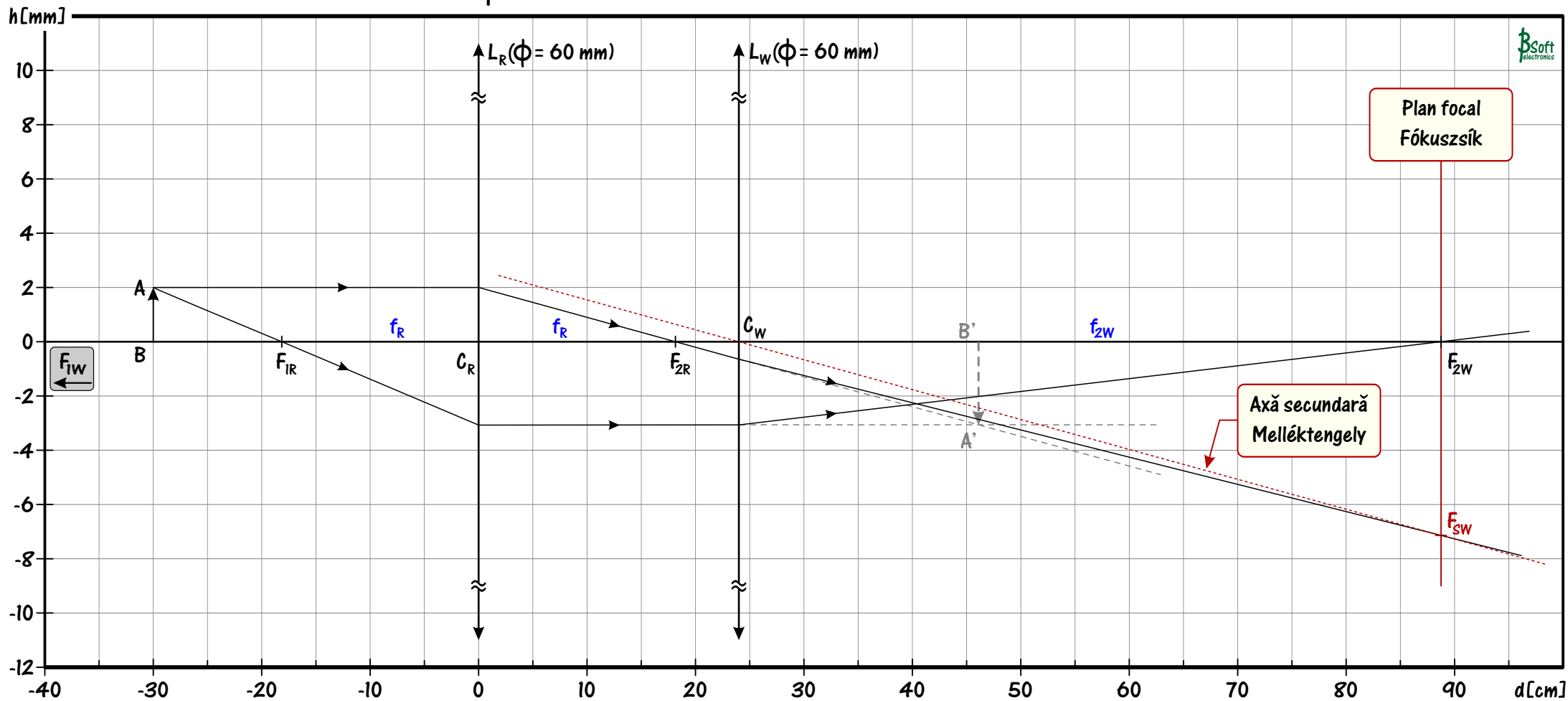


Construcția mersului celeilalte raze este mult mai complexă. Vom căuta axa secundară ce este paralelă cu raza ce sosește prin  $F_{2R}$ . Construim planul focal al lentilei  $L_W$ .

A másik sugármenet megrajzolása sokkal körülményesebb. Megkeressük azt a melléktengelyt, amely párhuzamos az  $F_{2R}$  fókuszponton át érkező sugárral. Megrajzoljuk az  $L_W$  lencse fókusz síkját.

# A doua serie de experimente

# Második kísérletsorozat

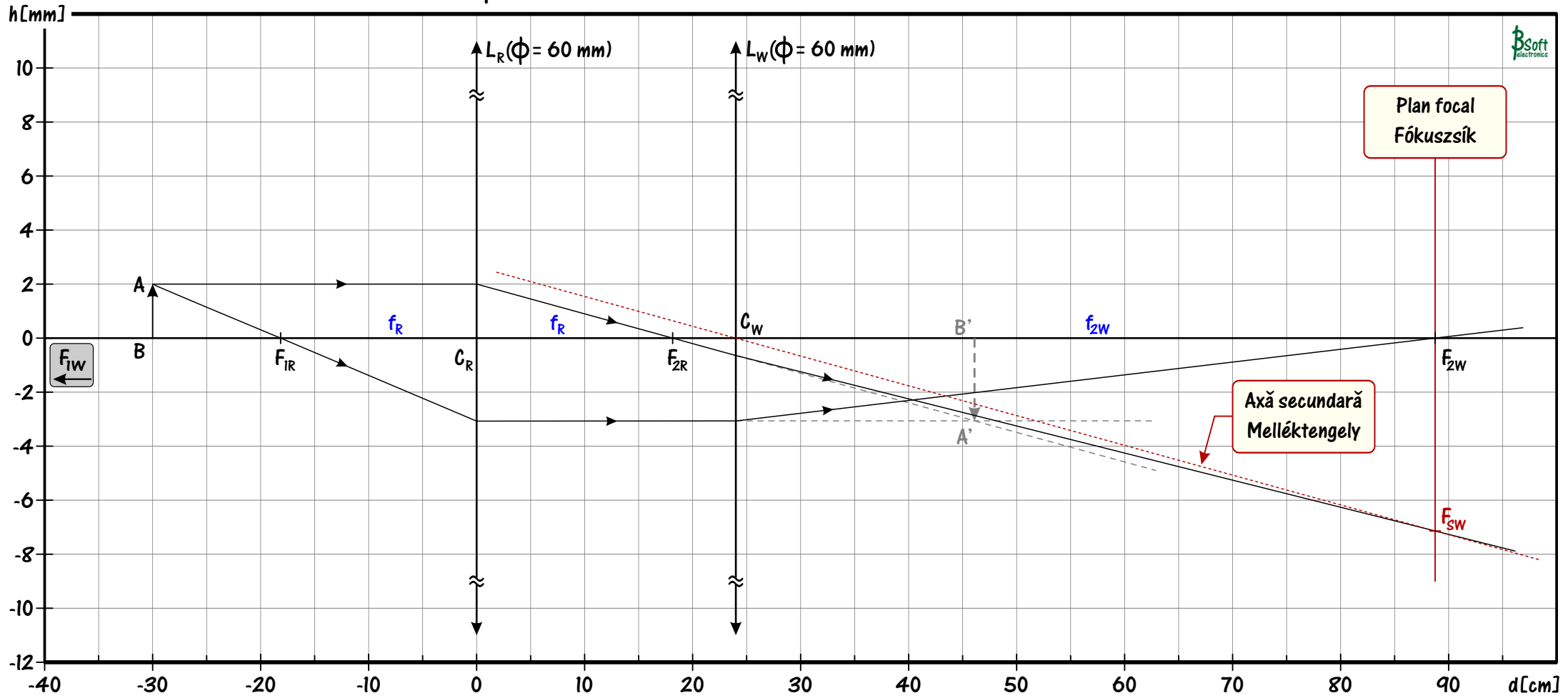


Construcția mersului celeilalte raze este mult mai complexă. Vom căuta axa secundară care este paralelă cu raza ce sosește prin  $F_{2R}$ . Construim planul focal al lentilei  $L_W$ . Raza ce sosește prin focarul  $F_{2R}$  al lentilei  $L_R$  se refractă prin focarul secundar  $F_{SW}$  al lentilei  $L_W$ .

A másik sugármenet megrajzolása sokkal körülményesebb. Megkeressük azt a melléktengelyt, amely párhuzamos az  $F_{2R}$  fókuszponton át érkező sugárral. Megrajzoljuk az  $L_W$  lencse fókuszsíkját. Az  $F_{2R}$  fókuszponon át érkező sugár megtörik az  $L_W$  lencsén, és annak  $F_{SW}$  mellékfókuszán át halad tovább.

# A doua serie de experimente

# Második kísérletsorozat

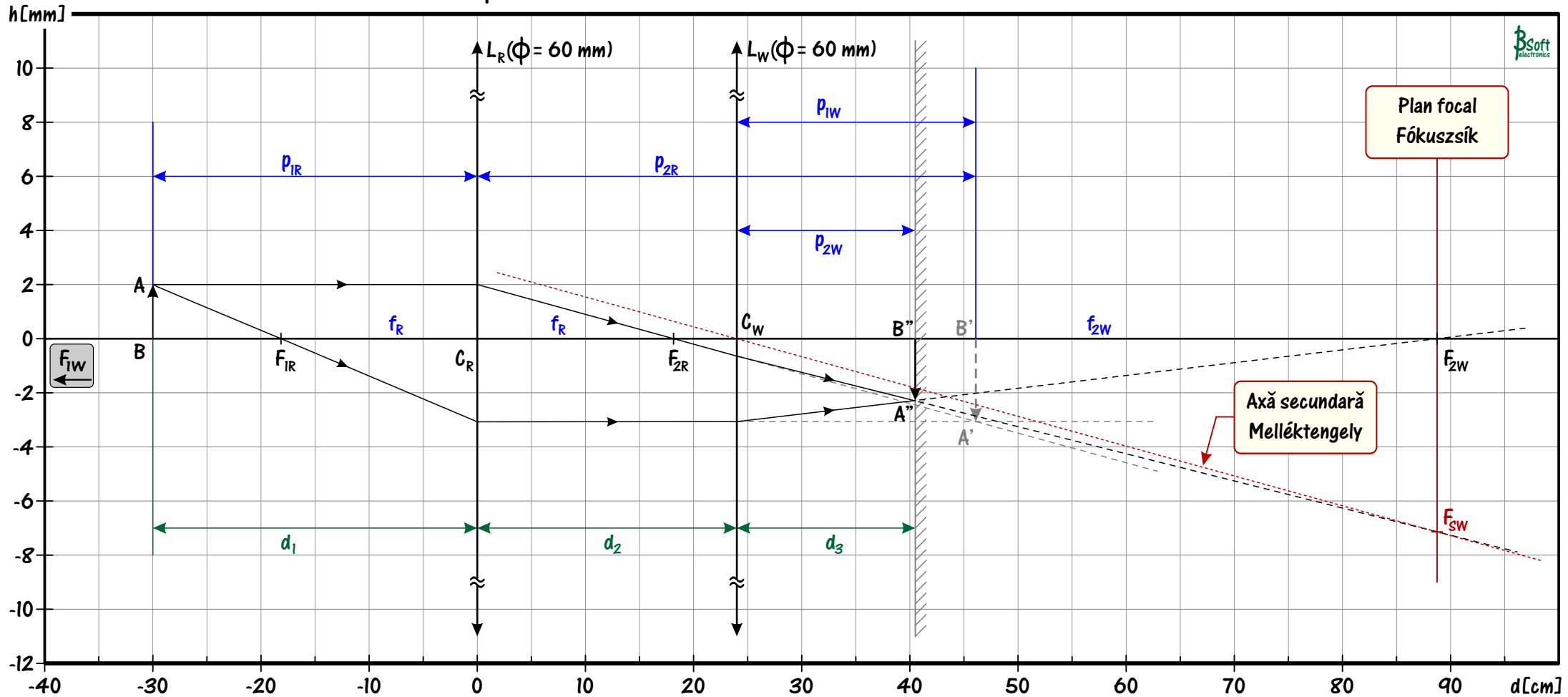


Unghiul dintre raza ce sosește prin focarul  $F_{2R}$  al lentilei  $L_R$  și axa principală aparent de circa  $15^\circ$  este de numai  $0,62^\circ$ . La intersecția celor două raze se va forma o imagine reală.

Az  $L_R$  lencse  $F_{2R}$  fókuszán át érkező sugár és a főtengely közötti, mintegy  $15^\circ$ -os szög valójában csak  $0,62^\circ$ -os. A két sugár metszéspontjában egy valódi kép fog keletkezni.

## A doua serie de experimente

## Második kísérletsorozat



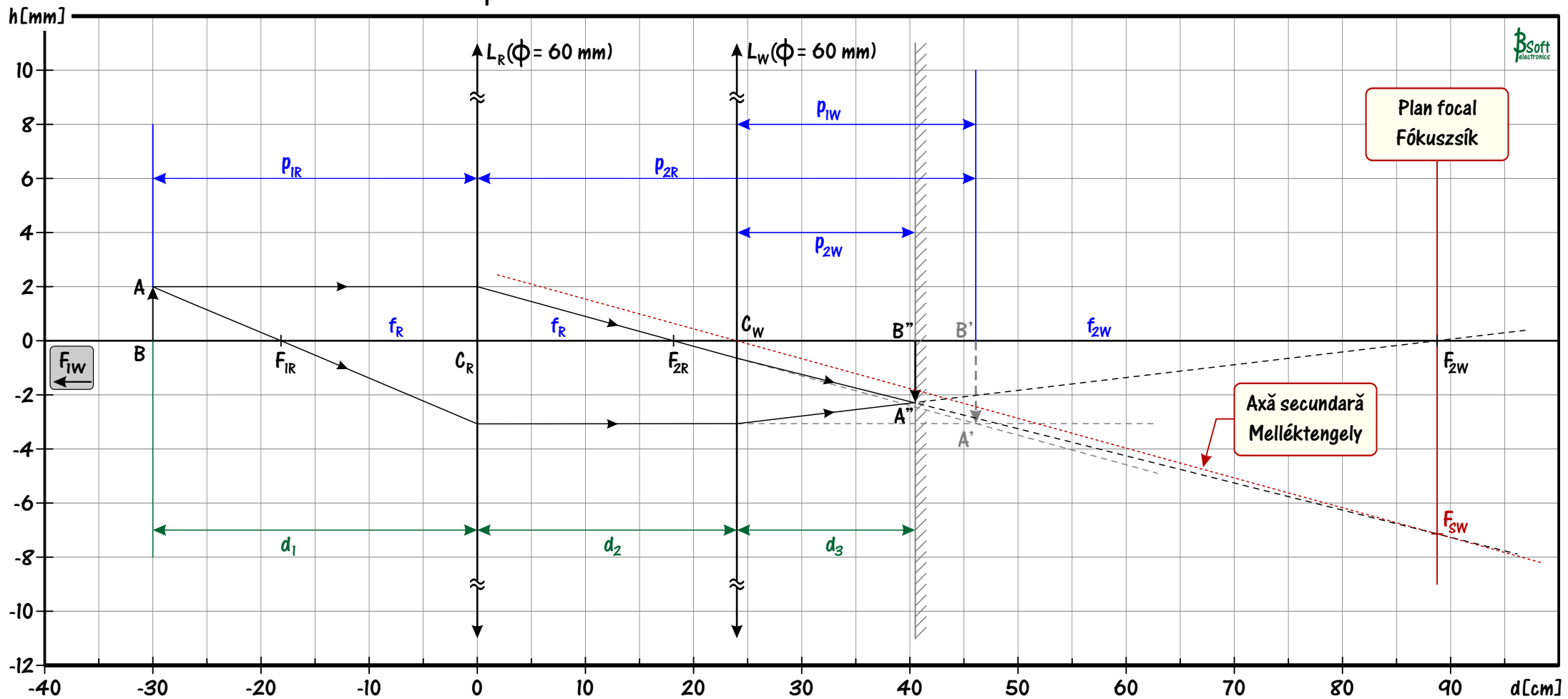
Imaginea finală  $A''B''$  dată de cele două lentile este reală. Măsurăm distanțele  $d_1$ ,  $d_2$  și  $d_3$ . La începerea experimentului am marcat poziția imaginii  $A'B'$ , adică a obiectului virtual al lentilei  $L_W$ . Acum putem calcula distanța obiect  $p_{1W}$  și distanța imagine  $p_{2R}$ . Poziția obiectului  $AB$  nu a fost schimbată.

A két lencse által adott  $A''B''$  kép valódi. Megmérjük a  $d_1$ ,  $d_2$  és a  $d_3$  távolságokat. A kísérlet megkezdésekor megjegyeztük az  $A'B'$  kép, azaz az  $L_W$  lencse látszólagos tárgyának a helyzetét. Most kiszámíthatjuk a  $p_{1W}$  tárgytávolságot és a  $p_{2W}$  képtávolságot. Az  $AB$  tárgy helyzete nem változott.



# A doua serie de experimente

# Második kísérletsorozat



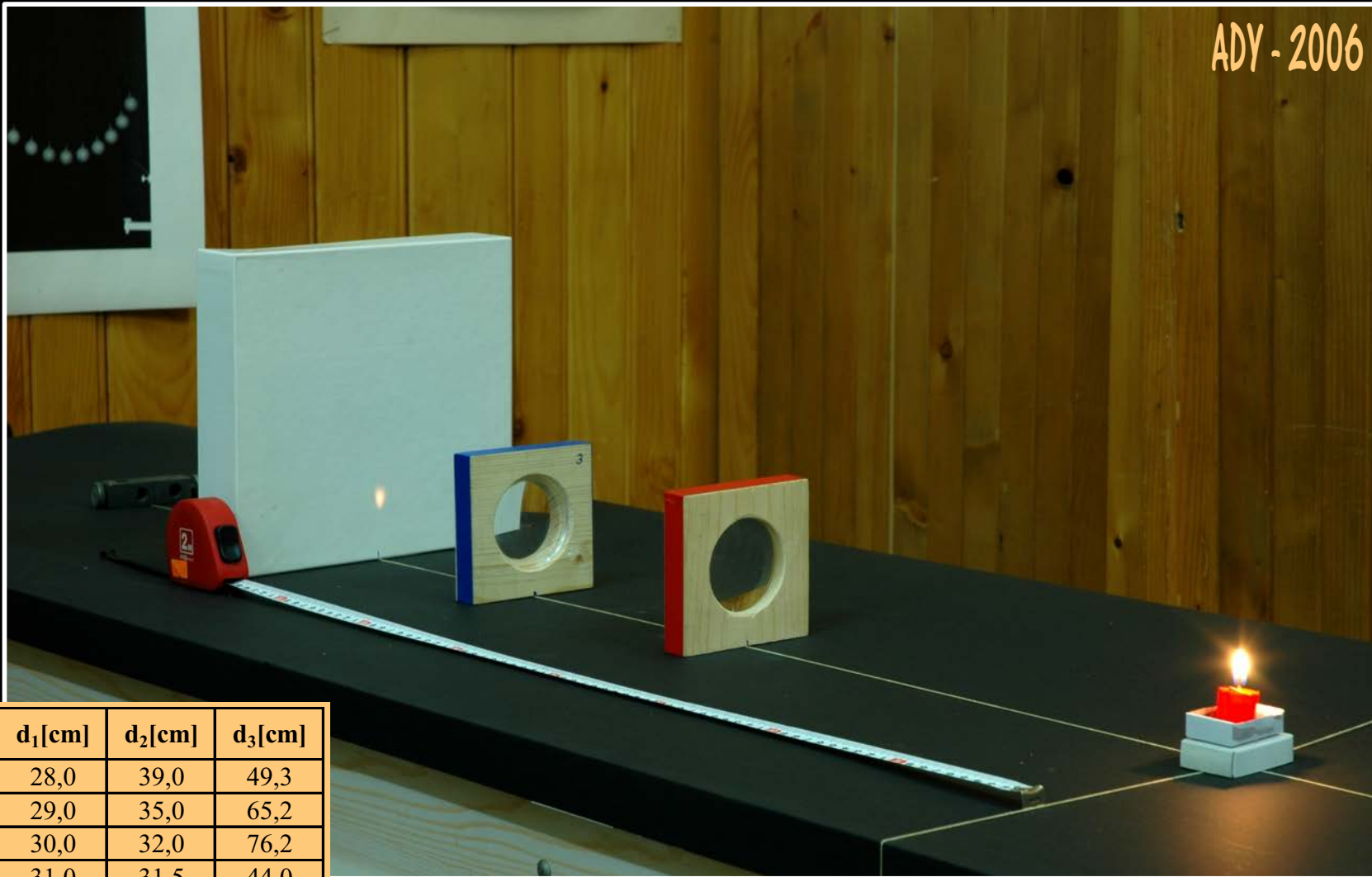
**Concluzii:** Lentila  $L_w$  este convergentă cu distanța focală  $f_w=64,75$  cm,  $f_{w_{medie}}=67,14$  cm. Valoarea nominală a convergenței fiind  $C_w=+1,50 \delta$ . Pentru obiect virtual în interiorul focarului ne dă o imagine reală și dreaptă.

**Következtetések:** Az  $L_w$  egy gyűjtőlencse, melynek fókusztávolsága  $f_w=64,75$  cm,  $f_{w_{átlag}}=67,14$  cm. A konvergencia névleges értéke  $C_w=+1,50 \delta$ . Egy fókuszon belüli látszólagos tárgyra valódi, álló képet ad.

Nr.	$d_1$ [cm]	$d_2$ [cm]	$d_3$ [cm]	$p_{2R}$ [cm]	$p_{1W}$ [cm]	$f_w$ [cm]	$C_w[\delta]$
1	28,5	24,1	18,7	50,21	-26,11	65,91	1,52
2	30,0	24,0	16,5	46,14	-22,14	64,75	1,54
3	31,0	26,0	14,3	43,96	-17,96	70,16	1,43
4	23,0	26,0	32,0	86,75	-60,75	67,62	1,48
5	24,0	27,0	28,0	74,97	-47,97	67,26	1,49

A treia serie de experimente

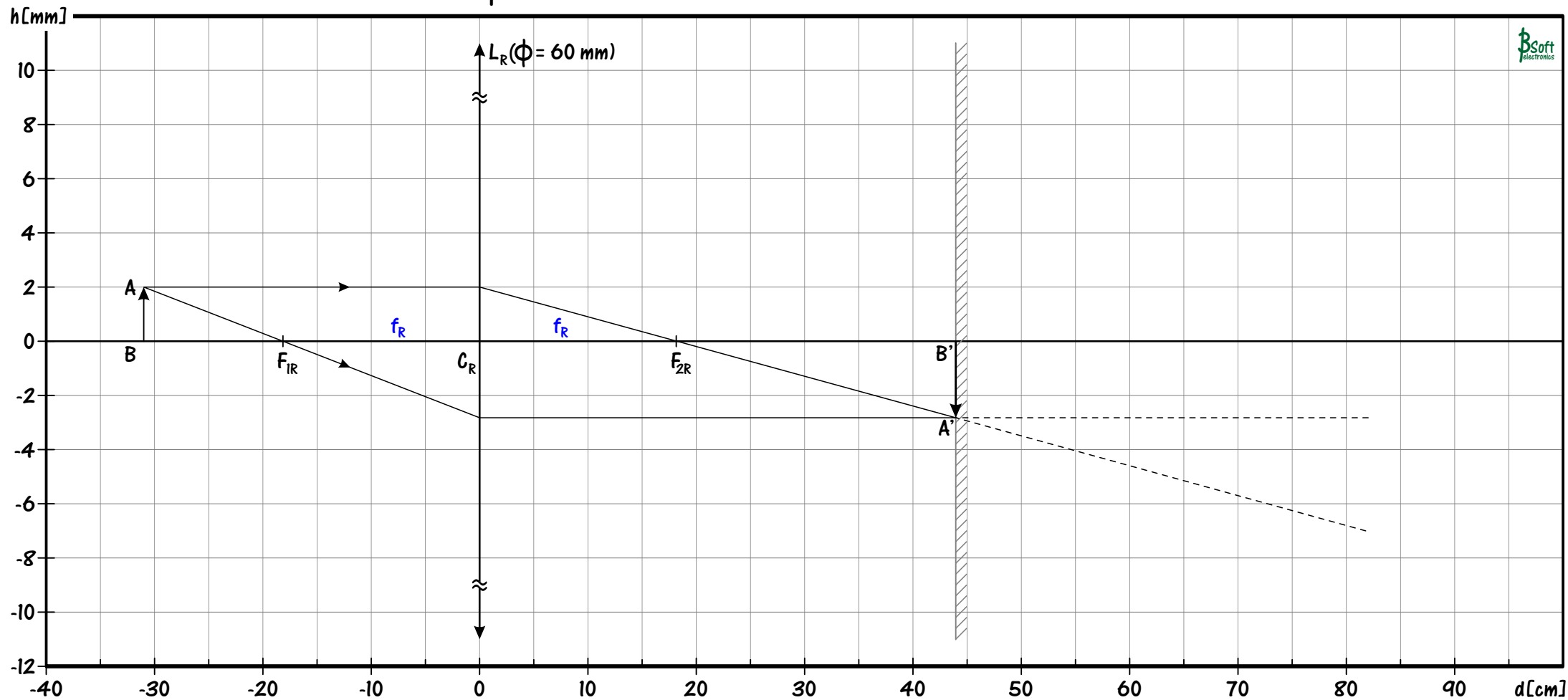
Harmadik kísérletsorozat



Nr.	$d_1$ [cm]	$d_2$ [cm]	$d_3$ [cm]
1	28,0	39,0	49,3
2	29,0	35,0	65,2
3	30,0	32,0	76,2
4	31,0	31,5	44,0
5	32,0	30,0	40,0

## A treia serie de experimente

## Harmadik kísérletsorozat

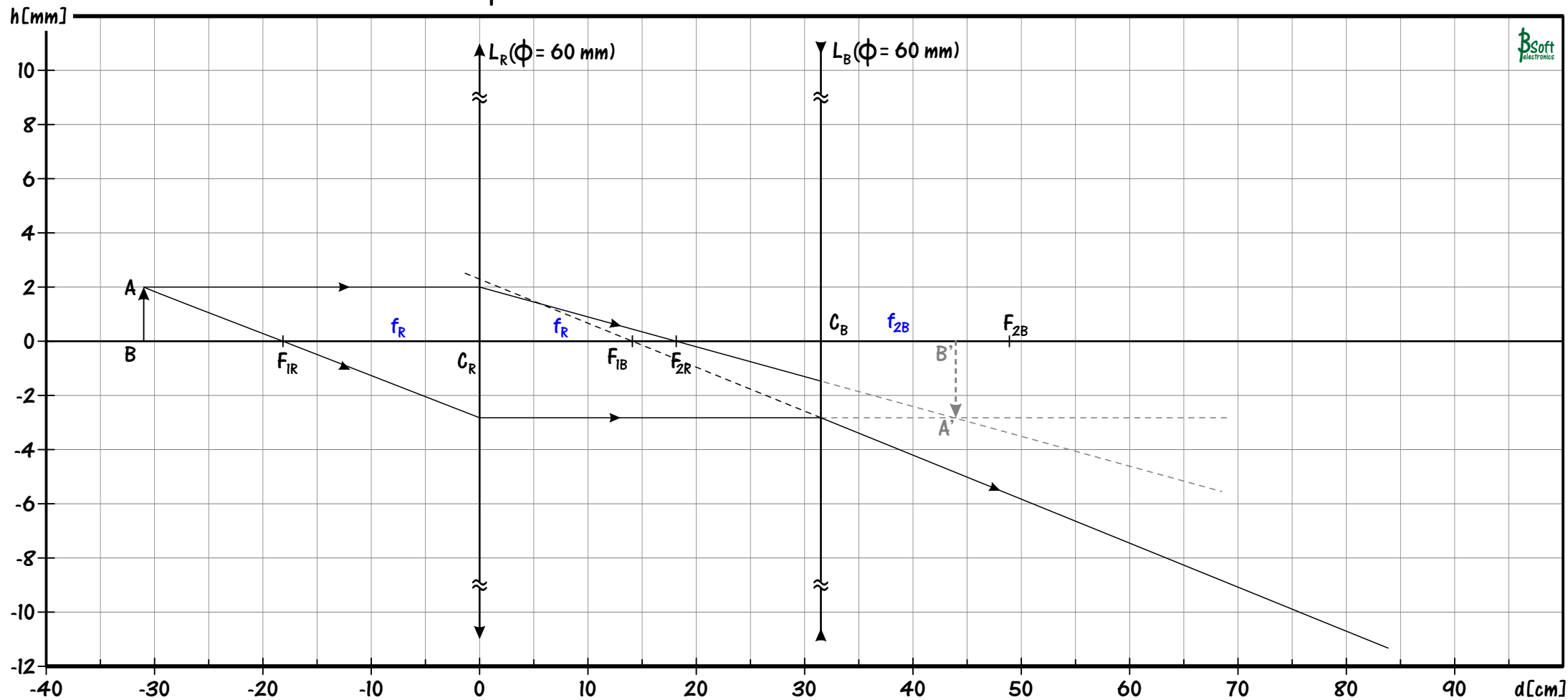


Lentila  $L_B$  (cu banda albastră) o vom monta între  $L_R$  și ecran.  
 Poziția obiectului  $AB$  a fost puțin schimbată.

Az  $L_B$  lencsét (a kék csíkos) az  $L_R$  és az ernyő közé fogjuk helyezni.  
 Az  $AB$  tárgy helyzete egy kissé változott.

## A treia serie de experimente

## Harmadik kísérletsorozat

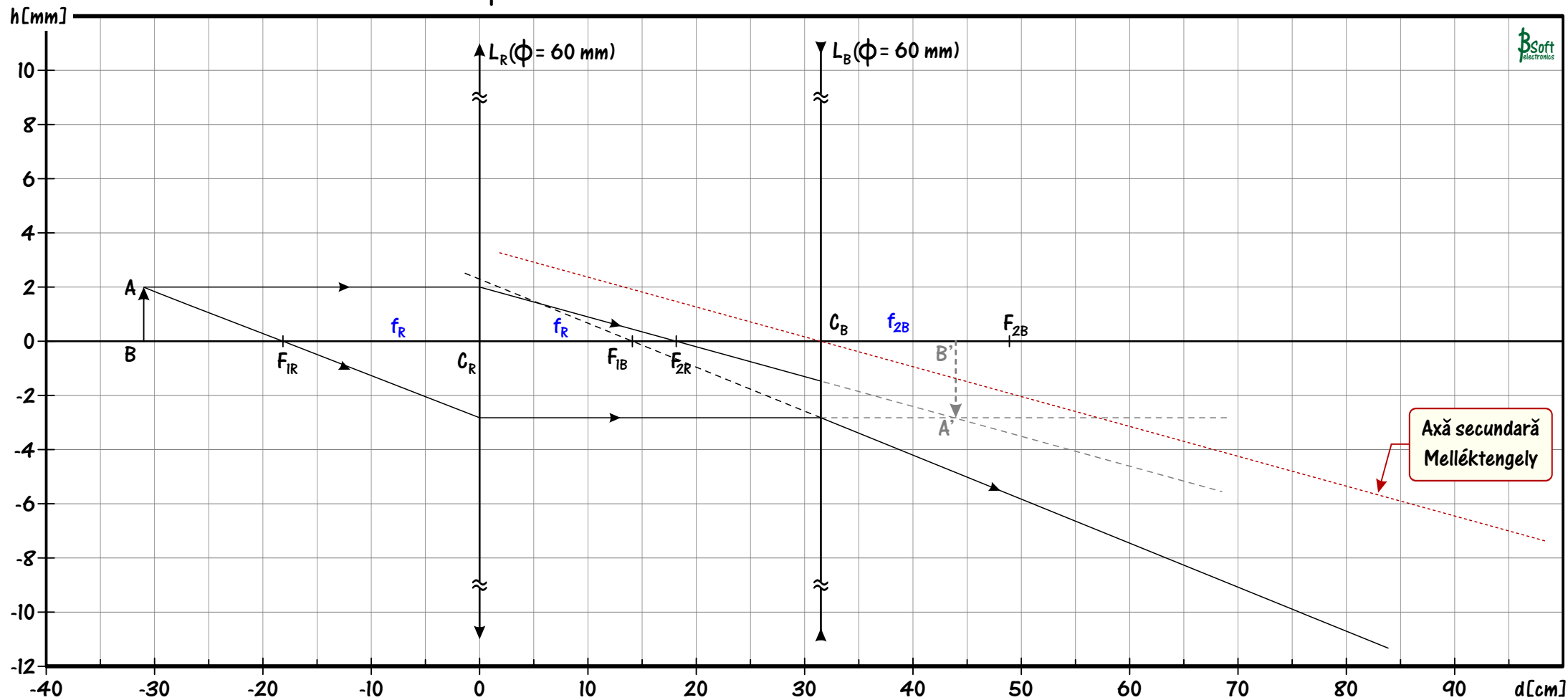


Imaginea reală de ordinioară dată de  $L_R$  va deveni un obiect virtual pentru lentila  $L_B$ . Raza paralelă cu axa optică principală se va refracta astfel încât prelungirea ei să treacă prin focarul virtual  $F_{2B}$  al lentilei  $L_B$ .

Az  $L_R$  lencse által adott egykori valódi kép látszólagos tárgy lesz az  $L_B$  számára. A főtengellyel párhuzamosan érkező sugár úgy tör meg az  $L_B$  lencsén, hogy a meghosszabbítása az  $F_{1W}$  virtuális fókuszon haladjon át.

## A treia serie de experimente

## Harmadik kísérletsorozat



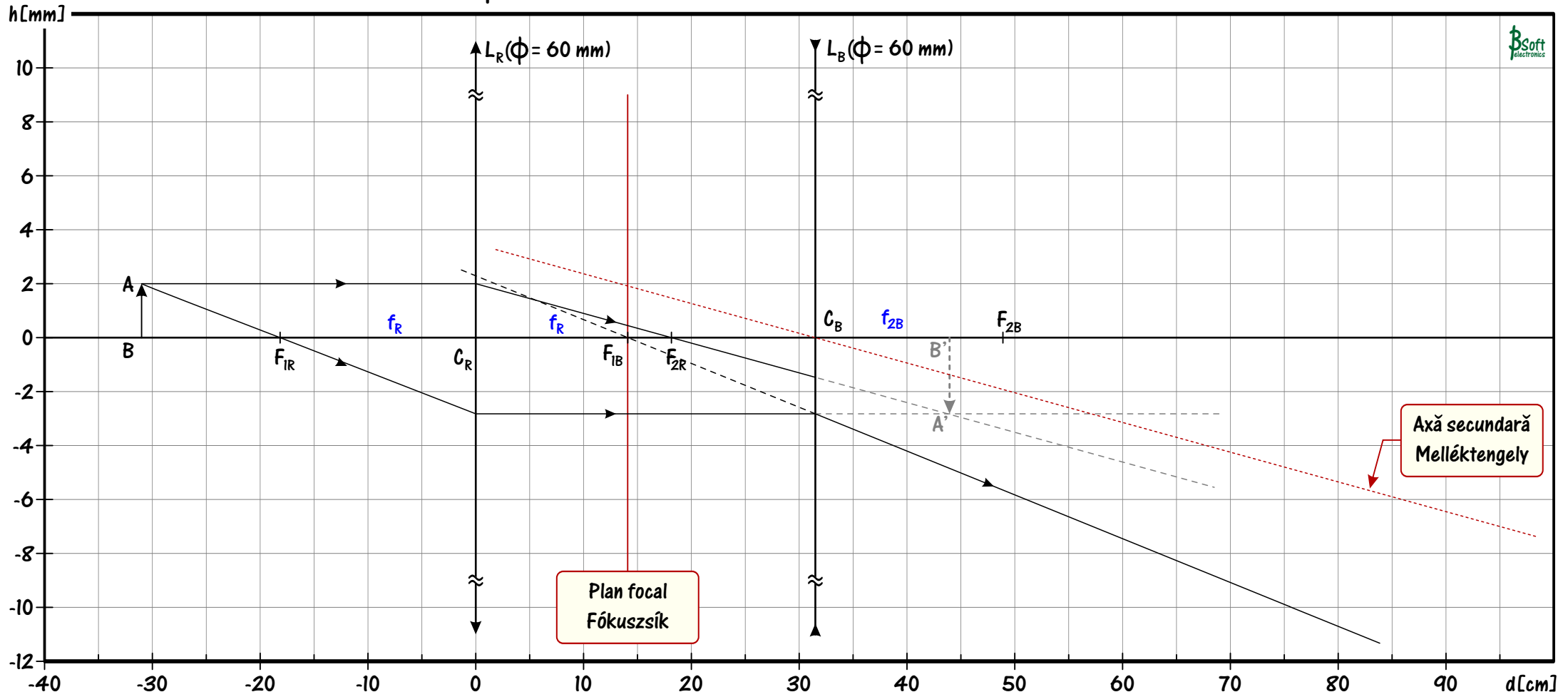
Construcția mersului celeilalte raze este mult mai complexă. Vom căuta axa secundară ce este paralelă cu raza ce sosește prin  $F_{2R}$ .

A másik sugármenet megrajzolása sokkal körülményesebb. Megkeressük azt a melléktengelyt, amely párhuzamos az  $F_{2R}$  fókuszponton át érkező sugárral.



## A treia serie de experimente

## Harmadik kísérletsorozat

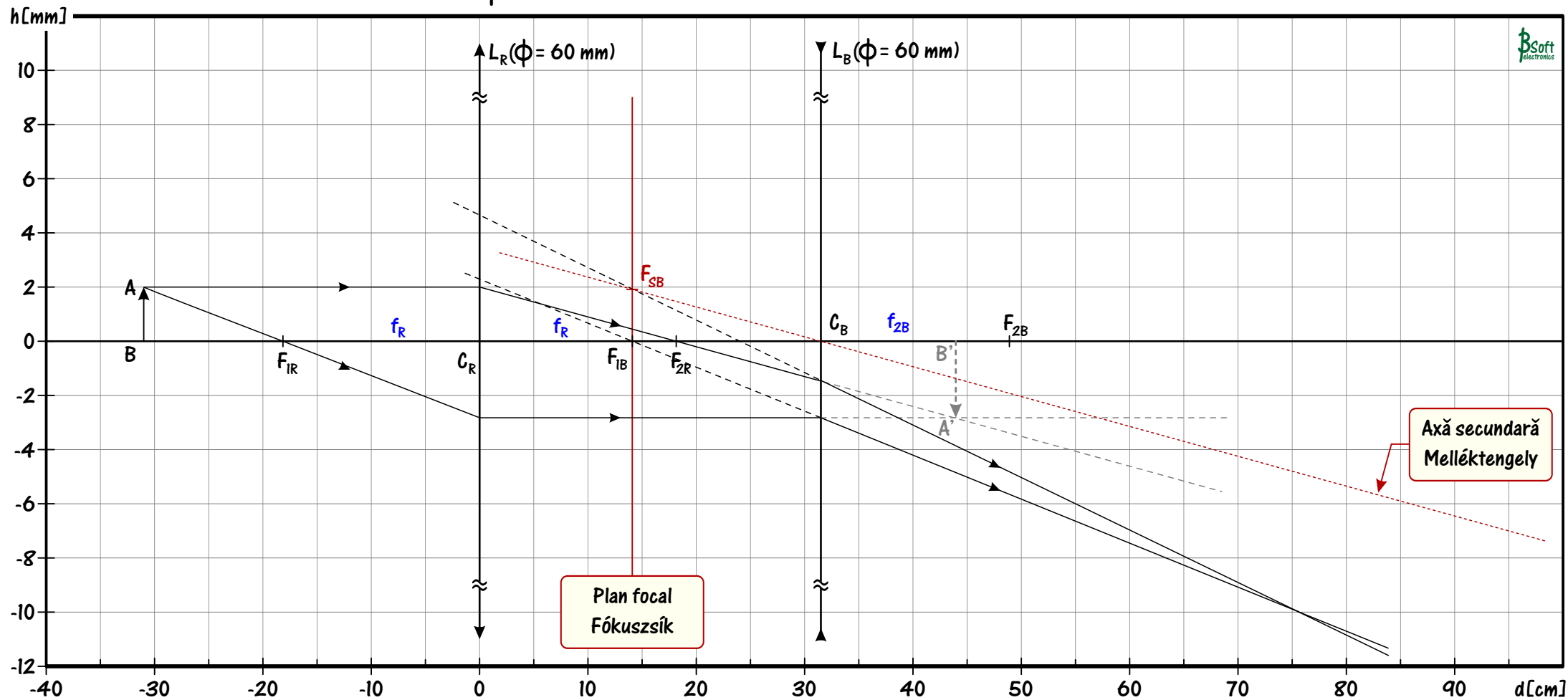


Construcția mersului celeilalte raze este mult mai complexă. Vom căuta axa secundară ce este paralelă cu raza ce sosește prin  $F_{2R}$ . Construim planul focal al lentilei  $L_B$ .

A másik sugármenet megrajzolása sokkal körülményesebb. Megkeressük azt a melléktengelyt, amely párhuzamos az  $F_{2R}$  fókuszponton át érkező sugárral. Megrajzoljuk az  $L_B$  lencse fókusz síkját.

# A treia serie de experimente

# Harmadik kísérletsorozat

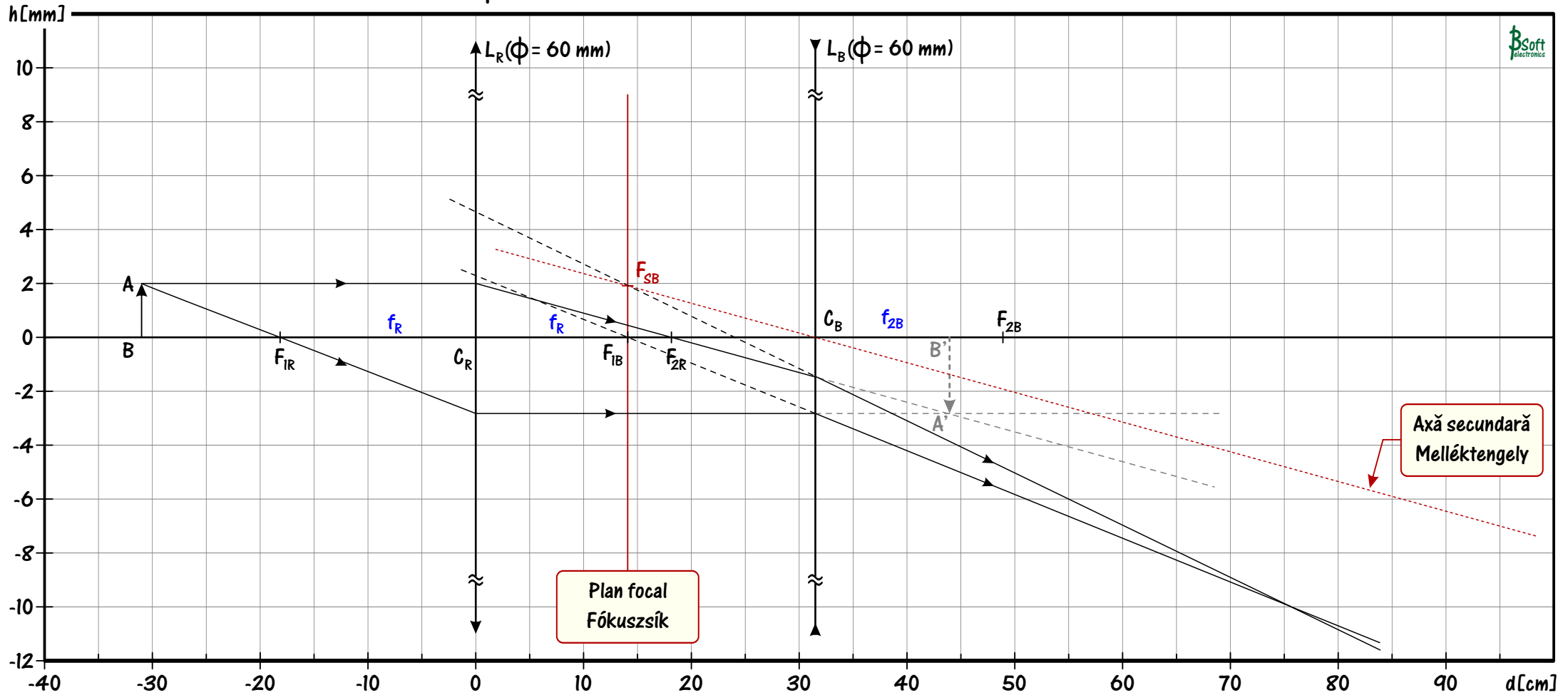


Raza ce sosește prin focarul  $F_{2R}$  al lentilei  $L_R$  se refractă prin lentila  $L_B$  astfel încât prelungirea ei să treacă prin focarul secundar virtual  $F_{SB}$  al lentilei  $L_B$ .

Az  $F_{2R}$  fókuszponton át érkező sugár úgy törik meg az  $L_B$  lencsén, hogy annak meghosszabbítása az  $L_B$  lencse  $F_{SB}$  látszólagos mellékfókuszán haladjon át.

## A treia serie de experimente

## Harmadik kísérletsorozat



Raza ce sosește prin focarul  $F_{2R}$  al lentilei  $L_R$  se refractă prin lentila  $L_B$  astfel încât prelungirea ei să treacă prin focarul secundar virtual  $F_{SB}$  al lentilei  $L_B$ .

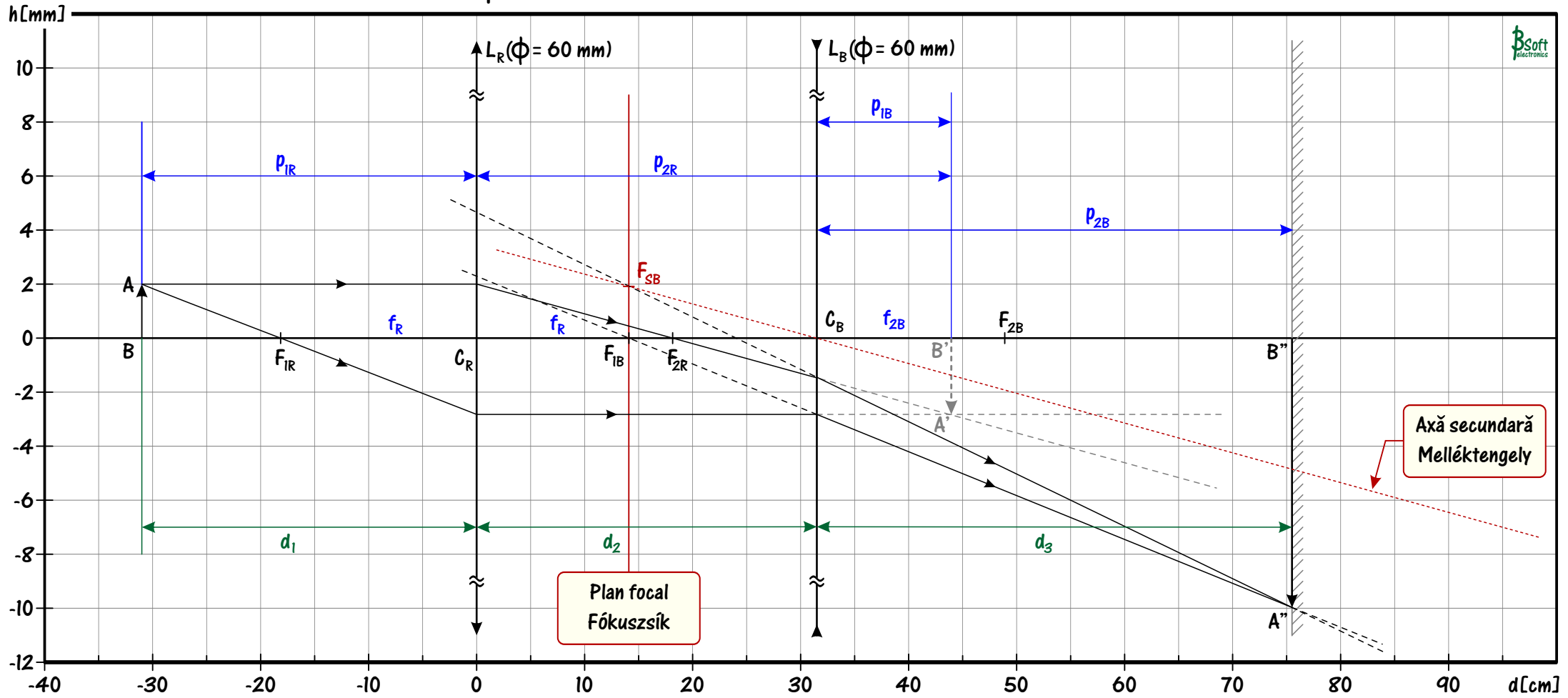
Unghiul dintre această rază și axa principală aparent de circa  $26^\circ$  este de numai  $1,12^\circ$ . La intersecția celor două raze se va forma o imagine reală.

Az  $F_{2R}$  fókuszponton át érkező sugár úgy törik meg az  $L_B$  lencsén, hogy annak meghosszabbítása az  $L_B$  lencse  $F_{SB}$  látszólagos mellékfókuszán haladjon át.

A sugár és a főtengely közötti, látszólagosan mintegy  $26^\circ$ -os szög valójában csak  $1,12^\circ$ -os. A két sugár metszéspontjában egy valódi kép fog keletkezni.

# A treia serie de experimente

# Harmadik kísérletsorozat

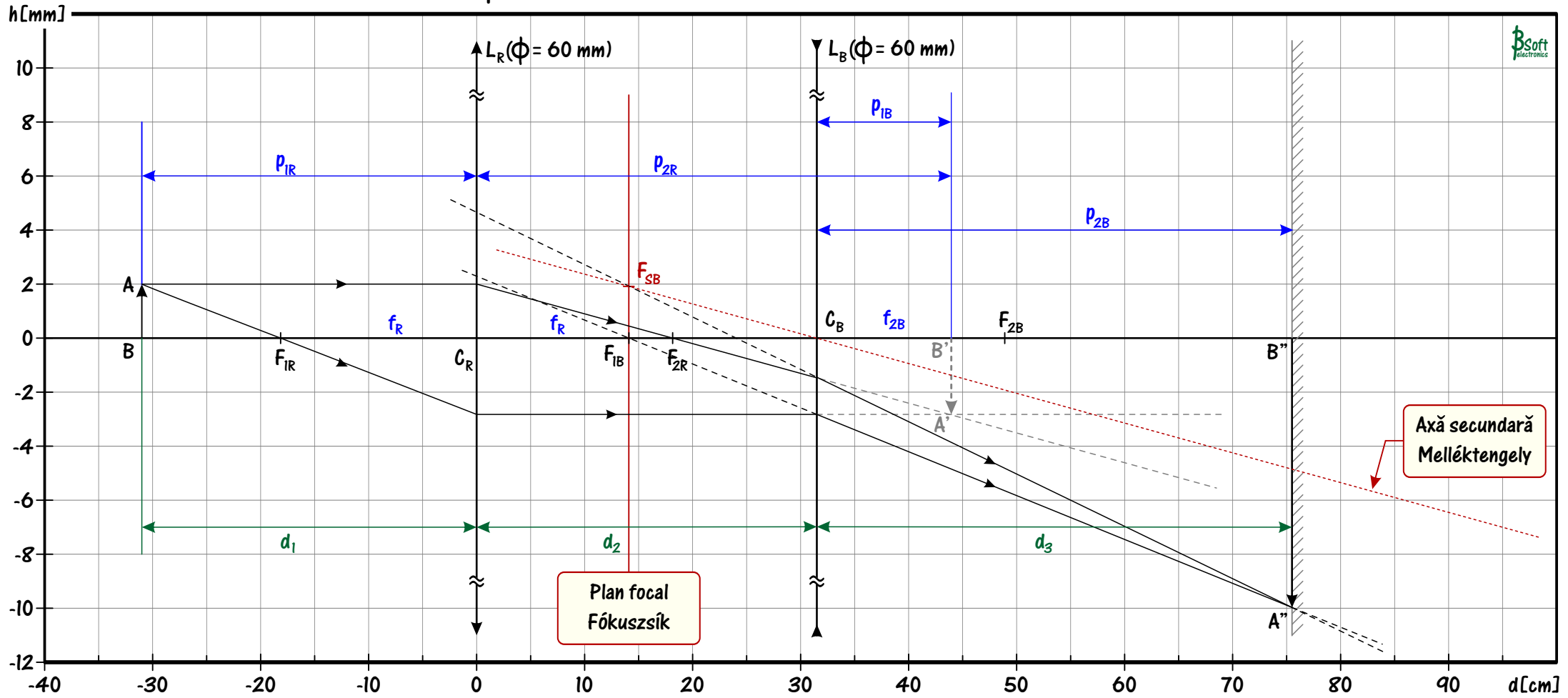


Imaginea finală A''B'' dată de cele două lentile este reală. Măsurăm distanțele  $d_1$ ,  $d_2$  și  $d_3$ . La începerea experimentului am marcat poziția imaginii A'B', adică a obiectului virtual al lentilei  $L_B$ . Acum putem calcula distanța obiect  $p_{IB}$  și distanța imagine  $p_{2R}$ .

A két lencse által adott A''B'' kép valódi. Megmérjük a  $d_1$ ,  $d_2$  és a  $d_3$  távolságokat. A kísérlet megkezdésekor megjegyeztük az A'B' kép, azaz az  $L_B$  lencse látszólagos tárgyának a helyzetét. Most kiszámíthatjuk a  $p_{IB}$  tárgytávolságot és a  $p_{2B}$  képtávolságot.

# A treia serie de experimente

# Harmadik kísérletsorozat



**Concluzii:** Lentila  $L_B$  este divergentă cu distanța focală  $f_B = -17,38$  cm,  $f_{B_{medie}} = -17,37$  cm. Valoarea nominală a convergenței fiind  $C_B = -5,75 \delta$ . Pentru obiect virtual în interiorul focarului ne dă o imagine reală și dreaptă.

**Következtetések:** Az  $L_B$  egy szórólencse, melynek fókusztávolsága  $f_B = -17,38$  cm,  $f_{B_{átlag}} = -17,37$  cm. A konvergencia névleges értéke  $C_B = -5,75 \delta$ . Egy fókuszon belüli látszólagos tárgyra valódi, álló képet ad.

Nr.	$d_1$ [cm]	$d_2$ [cm]	$d_3$ [cm]	$p_{2R}$ [cm]	$p_{1B}$ [cm]	$f_B$ [cm]	$C_B$ [ $\delta$ ]
1	28,0	39,0	49,3	51,84	-12,84	-17,36	-5,76
2	29,0	35,0	65,2	48,73	-13,73	-17,39	-5,75
3	30,0	32,0	76,2	46,14	-14,14	-17,36	-5,76
4	31,0	31,5	44,0	43,96	-12,46	-17,38	-5,75
5	32,0	30,0	40,0	42,10	-12,10	-17,34	-5,77

# Schw2014

Prelucrarea datelor experimentale  
Kísérleti adatok feldolgozása



Mulțumesc pentru atenție!

Köszönöm a figyelmet!