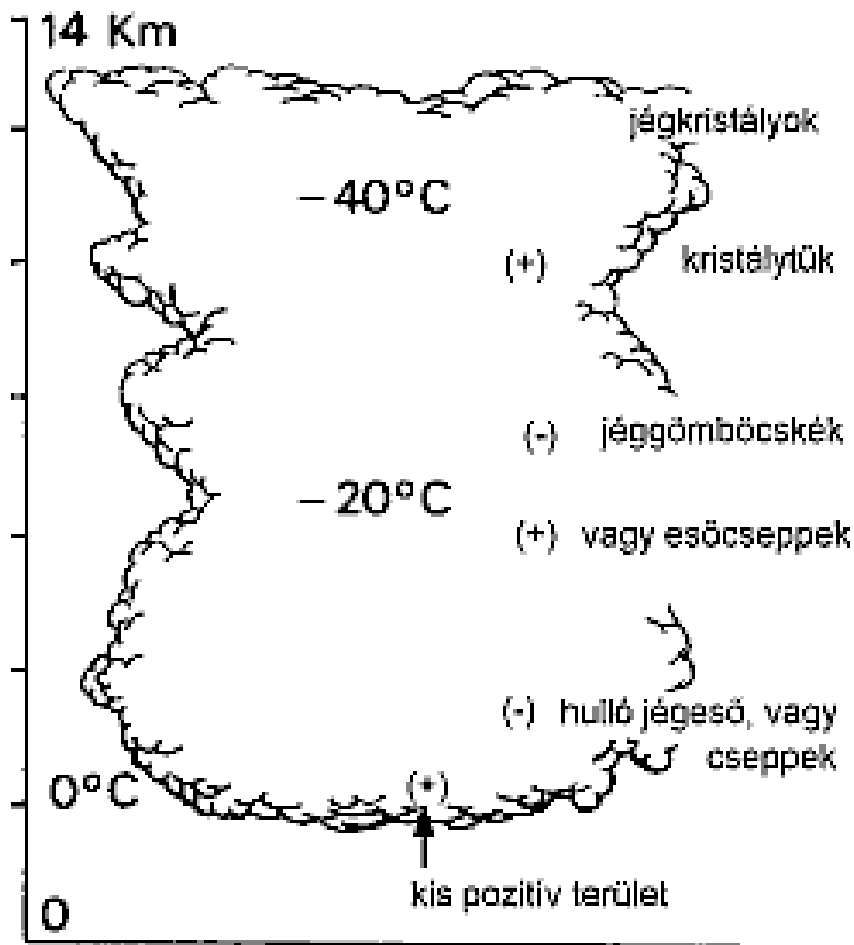


# A légköri elektromosság





-(-) és (-) töltésű részecskék élénk mozgások, ütközések miatt keverednek → egymás hatását közömbösítik → elektromosan semleges állapot

-elektromosan töltött részecskék, ionok napsugárzás és kozmikus sugárzás következtében keletkeznek

-ionok töltésüktől függően szétválnak → elektromos tér jön létre

-elektromos tér időben és térben is változik általában a talajfelszín negatív töltésű, a légkör pozitív töltésű nevezünk.

-talaj (-), légkör (+) → feszültség alakul ki

-bizonyos meteorológiai helyzetben feszültség megnő → feszültség egy kritikus értéket meghalad → elektromos kisülés indul meg → villámlás



# Ionizált részecskék tartós keletkezése

## 1. helyileg erős ionkeltő hatások

helye: termoszféra = ionoszféra 90-1000 km, 1 000 °C, elektromosságot vezet

ibolyántúli és röntgensugárzás ionizál → elektromos töltésűvé tesz

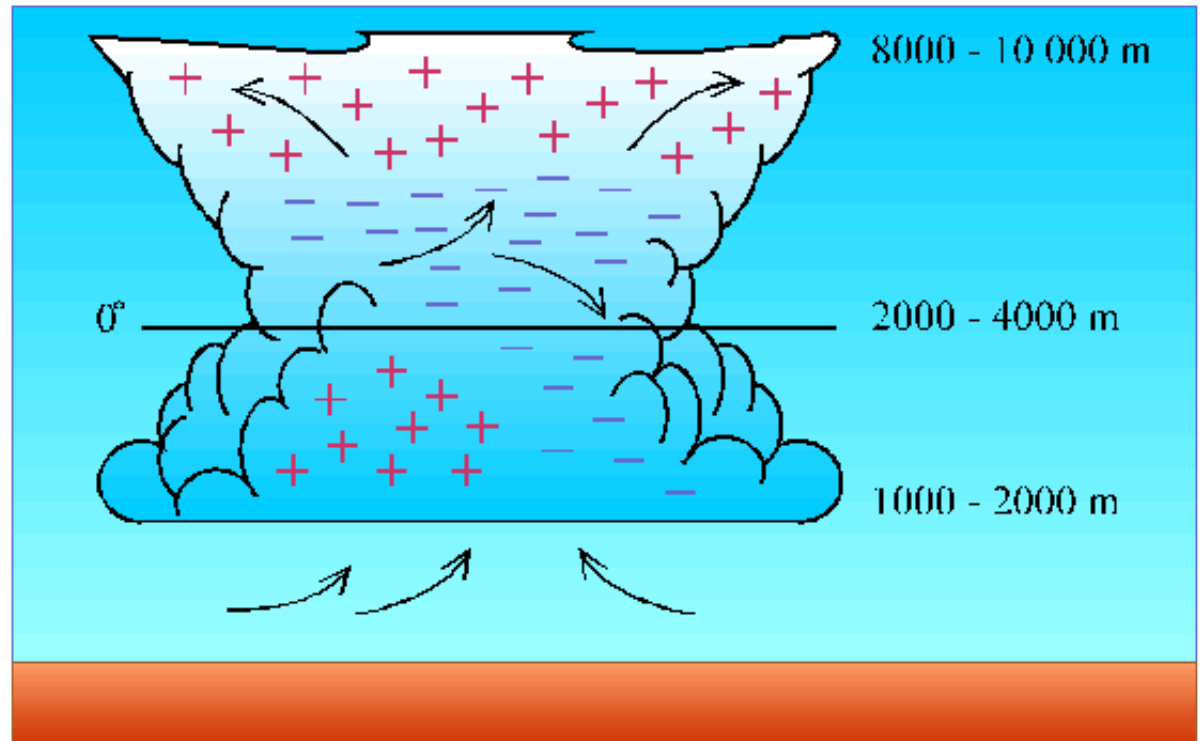
## 2. keletkezett ellentétes

előjelű töltéspárok

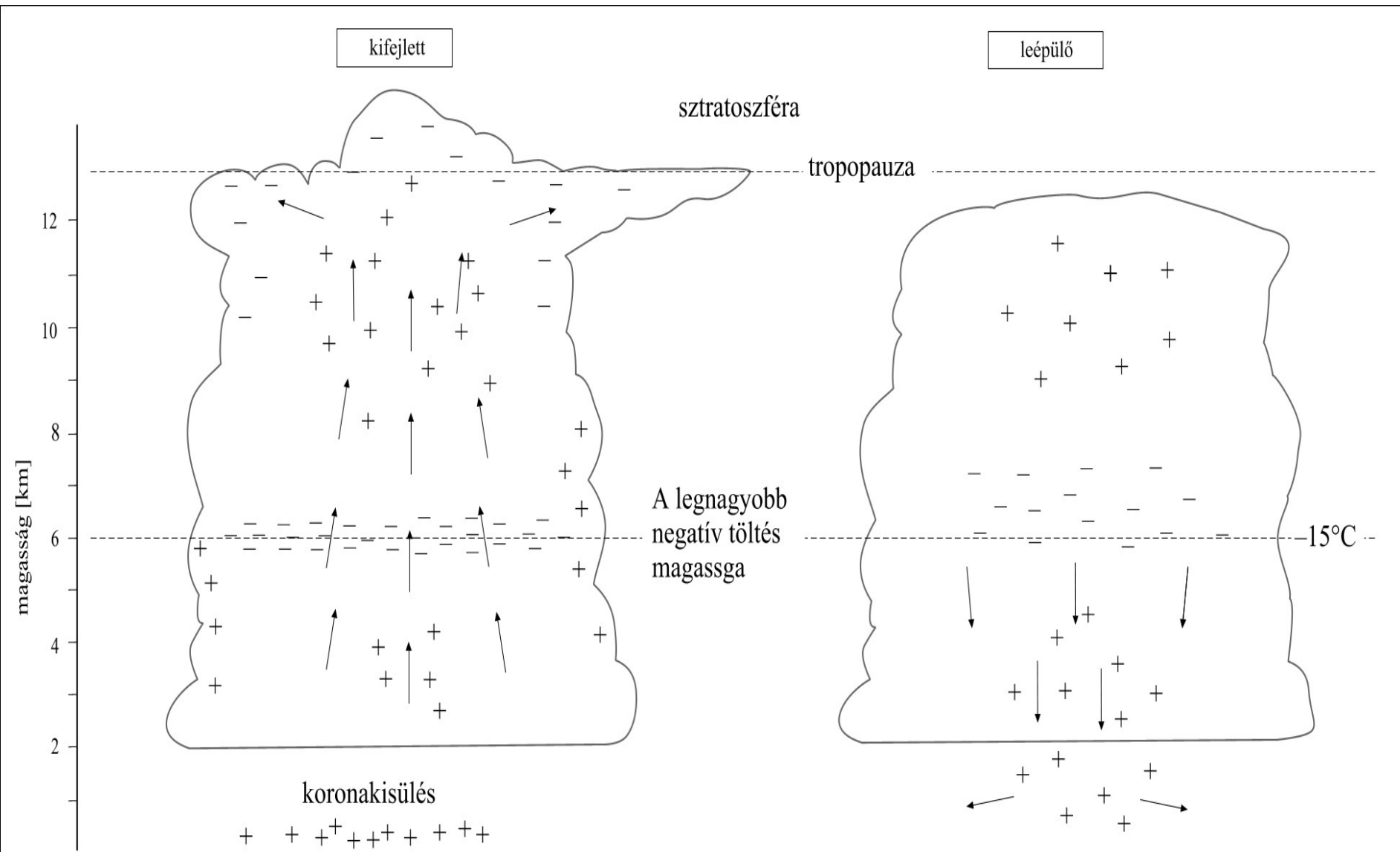
szétválasztása

helye: troposzféra,

zivatarfelhők



# Töltésszétválasztódás



-pozitív és negatív részecskék cellákat alkotnak → közöttük több százezer voltos feszültség

-két ellentétes cella közeledik, közöttük levegő elektromos vezetőképeségű → elektromos kisülés → töltések kiegyenlítődése

### Töltésszétválasztás kialakulása

-zivatarfelhőben feláramlások → vízcseppek kifagynak



- először vízcsepp felszínén vékony jég-hártya → csepp belseje a felszabadult fagyási hő miatt melegszik két rész között hőmérséklet-különbség mozgékonnyabb  $H^+$  ionok vízcsepp héjában, lassúbb  $OH^-$  ionok belül halmozódnak fel

- vízcsepp teljesen megfagy → belső rész tágul → külső negatív töltésű rész szilánkokra reped → leválik

- feláramlás pozitív töltésű jég-szilánkokat magasabb részekre sodorja

Villámok fajtái: **felhő – felhő villám** kb. 80 %

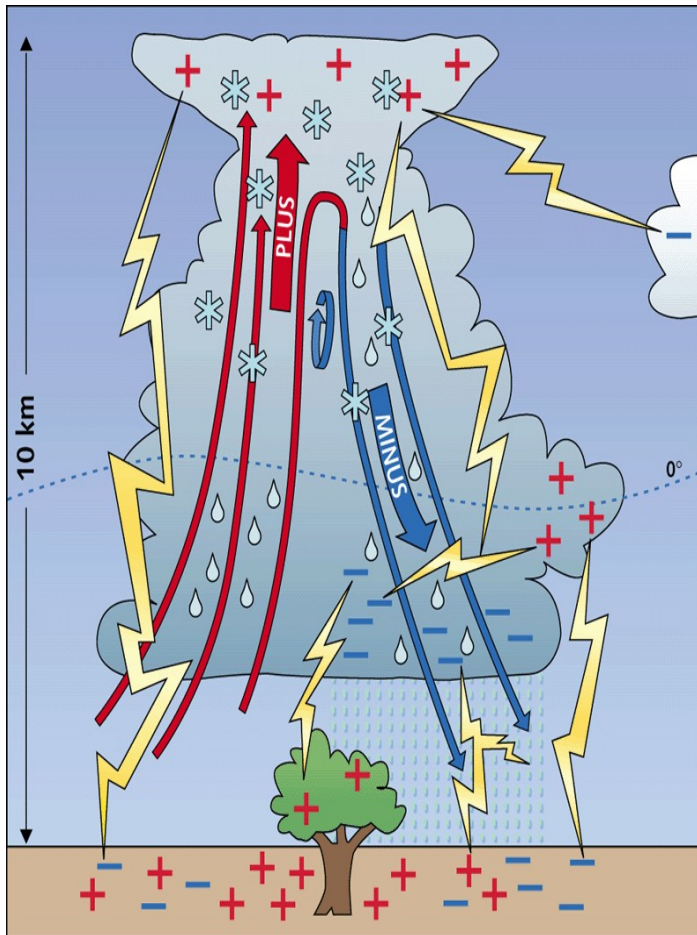
1. elektromos kisülés két felhő között, vagy egy felhőn belül

2. elektromos kisülés zivatarfelhő és környező levegő között

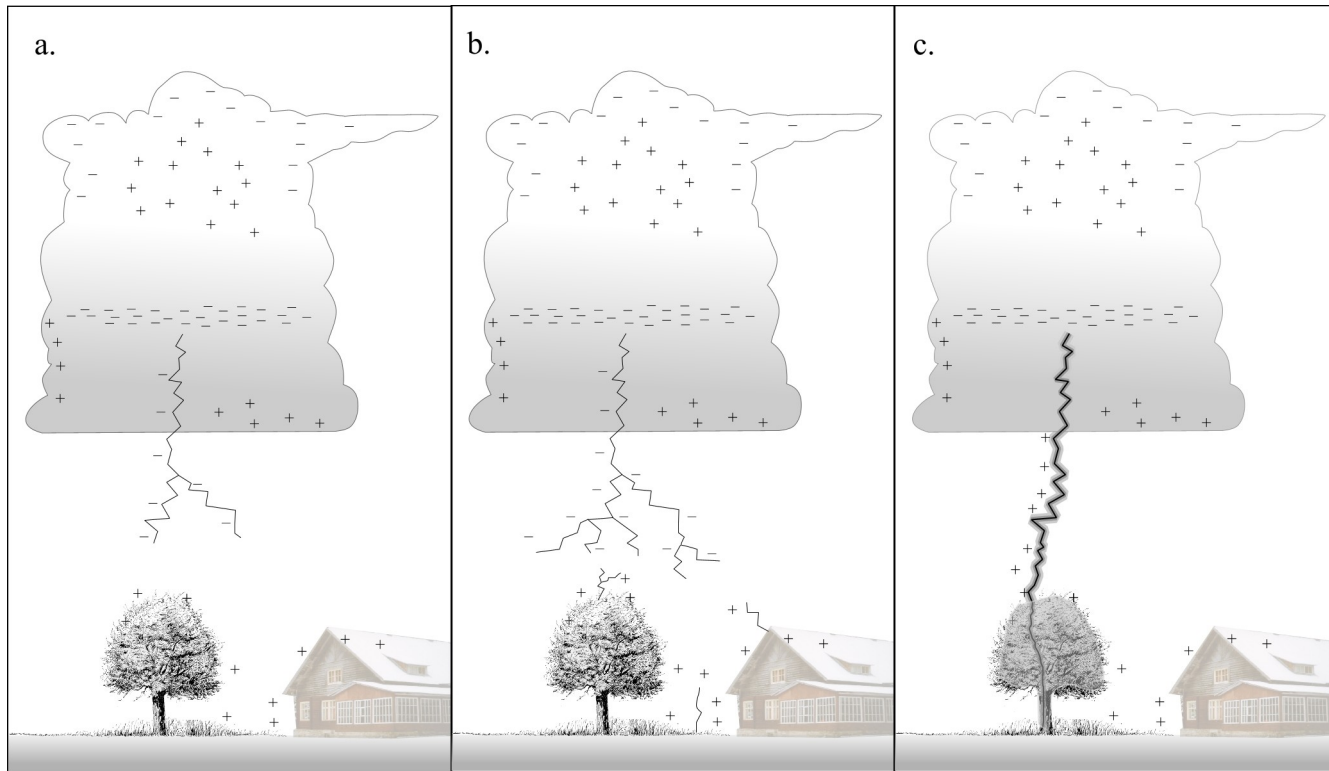
**felhő – felszín** villám kb. 20 %

negatív villám: negatív ionok felszín felé

pozitív villám: pozitív ionok felszín felé



# Villámlás fázisai (negatív villám)



előkisülés

ellenkisülés

főkisülés



- a) kisülés bevezető része az úgynevezett **elővillám** (vezetőkisülés), a felhőben kezdődik s onnan lefelé terjeszkedik - gyenge ívkisülés, csekély a fénye, sőt néha nem is elég, hogy szemünkkel láthassuk → előkészíti azt a kisülési pályát, amelyen az igazi villámkisülés végbemegy
- b) elővillám közel a felszínhez, tárgyakhoz → levegő vezetőképessége miatt ellenkező töltés felől is indul kisülés
- c) elővillám lejut a földfelszínig → ugyanebben a kisülési csatornában megindul egy sokkal erősebb ívkisülés: **fővillám**  
-új erőteljes kisülés mindig a földfelszínen kezdődik meg és innen terjeszkedik a felhő felé
- áramintenzitás az elővillámban átlagosan 100 amper, a fővillám teljes kifejlődése idején 20 000-30 000 amper

-villám általában elágazásokat tartalmaz (mellékvillámok) → vil-  
lámcsapás kb. 5 km-es körzetében jelentenek

- villám megpillantása és a dörgés meghallása között eltelt időből  
villámcsapás távolsága kiszámítható → hang kb. 330 m/s sebes-  
séggel terjed → 3 sec 1 km → villám után 15 sec-on belül halljuk  
a **dörgést**, veszélyes zónában vagyunk

↓  
villámcsatornában elektronok és ionok tömegei mozognak → hő-  
mérséklet több ezer fokra felmelegszik kisüléskor → robbanássze-  
rű tágulás

Földvillám  
- elővillám a földfelszíntől a  
felhő irányába tart



# Felhővillám

- felhőn belül
- felhő és felhő között
- felhő és felhőn kívüli „légtér” között





- zivatarokban egy vihar alkalmával többféle elektromos kisülés is megfigyelhető

**a) cikázó** (vagy vonalás) villám → villámcsatornában jön le: felhő és a föld között = lecsapó villám  
felhők között: legtöbbször vízszintes, avagy szöveget zár be vele

**b) felhővillám:** nem látjuk a villámot, csak a nagy fényességet

**c) felületi villám:** egyedülálló zivatarfelhőből látjuk a kisülést

-villám sebessége: 180 km/s



**Gömbvillám:** troposzférában előforduló elektromos kisülés

-fénylő, változatos alakú, általában gömbszerű, lassúbb mozgású, hosszabb életű

-kutatását nehezíti, hogy laboratóriumi körülmények között való előállítása nem megoldott

- esetek túlnyomó részében zivatarok közelebbi környezetében jelennek meg

- átlagos élettartamuk néhányszor 10 sec

- többségében nyílt területen fordulnak elő, de zárt térben is megfigyelhető

- elektromos terek befolyásolhatják mozgásuk irányát

- felrobbanással vagy elhalványulással szűnnek meg



-fizikai modell: elektromos töltéshalmaz, a villámmal azonos karakterű bűr

kémiai modell: nitrogén, melyhez az atmoszférikus áramok teremtik meg a feltételeket

-örvénymodellek: gyorsan pörgő plazma vagy ionizált gáz, melynek összetartását mágneses és elektromos mezők biztosítják





GLOBE OF FIRE DESCENDING INTO A ROOM.

# Mennydörgés

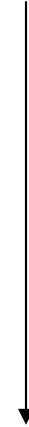
- villámlás mennydörgést okoz

hallható rész



mennydörgés: fővillám kialakulásával  
kapcsolatos melegedés okozza  
(a fővillám csatornájában a hőmérséklet  
20 000 K körüli, levegő plazma állapotú)

nem-hallható rész



20 Hz-nél kisebb frekven-  
ciájú rész, infraszónikus  
mennydörgés

-**mennydörgés** → fővillám kialakulása rövidebb ideig tart  
- 1-2 cm vastagságú csatornában óriási a nyomás és a fényesség

nagy nyomás hatására  
lökéshullám keletkezik, sebessége kb. 10-szer nagyobb, mint  
a  
hangsebesség

- lökéshullám termodinamikai energiájának forrása plazmában levő elektromos és mágneses energia →

-lökéshullám terjedve munkát végez gyengül  
csökken terjedési sebessége, a benne levő nyomás  
gyengülés miatt perturbációvá, majd hanghullámmá alakul

mennydörgés

- mennydörgés terjedése

lökéshullámból keletkező hanghullám az első 1 km-es szakasz megtétele során jelentősen gyengül: súrlódás  
hővezetés

molekuláris abszorpció

turbulens örvények miatt

mennydörgés terjedésével kapcsolatban fontos még a refrakció: meghatározza azt a maximális távolságot, ahol a mennydörgés még hallható



mérések szerint e maximális távolság átlagosan 25 km körül van