

# ÚVOD

# NESAMOSTATNÝ VÝBOJ

F3180 | Výboje v plynech

prof. RNDr. Mirko Černák, CSc.

**MUNI**  
**SCI**

# Fyzika elektrických výbojů



Elektrické výboje sú „najpraktickejším“ spôsobom generovania elektrickej plazmy

- **zdroje svetelného žiarenia a lasery**
- **40 % technologických operácií pri výrobe mikročipov**
- **povrchové úpravy materiálov – nanotechnológie – čisté technológie**
- **rozklad toxických materiálov – „čistiace“ technológie**
- **„Nežiadúce“ výboje: blesky, prieraz vo vedení VN**

**ŠKODA AUTO** ve výrobě motorů zavádí **plazmové nanášení** povrchové vrstvy válců

16. 9. 2020

**Ultrajemná vrstva, nanášená pomocí plazmy, nahrazuje u nového benzinového motoru 1,0 TSI řady EA211 litinové vložky válců**

**Společnost ŠKODA AUTO uvedla do provozu novou linku pro plazmové nanášení povrchové vrstvy válců motoru. Technicky inovativní proces umožňuje nahradit dosavadní vložky válců nanesením práškové vrstvy o celkové tloušťce 150 mikrometrů (0,15 milimetru). Zařízení bude využíváno při výrobě nových tříválcových motorů modelové řady EA211 EVO za účelem snížení vnitřního tření. V důsledku toho budou benzinové motory 1,0 TSI EVO ještě efektivnější a budou emitovat méně škodlivin. Do potřebných přípravných prací a stavebních úprav investovala ŠKODA AUTO v Mladé Boleslavi zhruba 29 milionů euro.**

## Renault jde proti proudu. Zvětší motory a představí nové diesely

1. února 2018

Označení napovídá zvětšení objemu o jeden decilitr, ale rozdíl je o kousek výraznější. Objem benzinového turbomotoru se zvětší z 1198 na 1330 kubických centimetrů. K již používanému variabilnímu časování sacích a výfukových ventilů nový motor přidává zvýšení maximálního tlaku u vstřikovací soustavy, upravený tvar spalovacích prostorů a stěny válců **opracované plazmou (tuto technologii přebírá z Nissanu GT-R)**.

An interesting fact about the three-in-one TCe gasoline engine is represented by its cylinder coating technology borrowed from the Nissan GT-R engine. According to [Renault](#), it has boosted efficiency by diminishing friction and optimizing heat transfer.



**Ale!:** Nežiadúce el. Výboje vo vedení VN

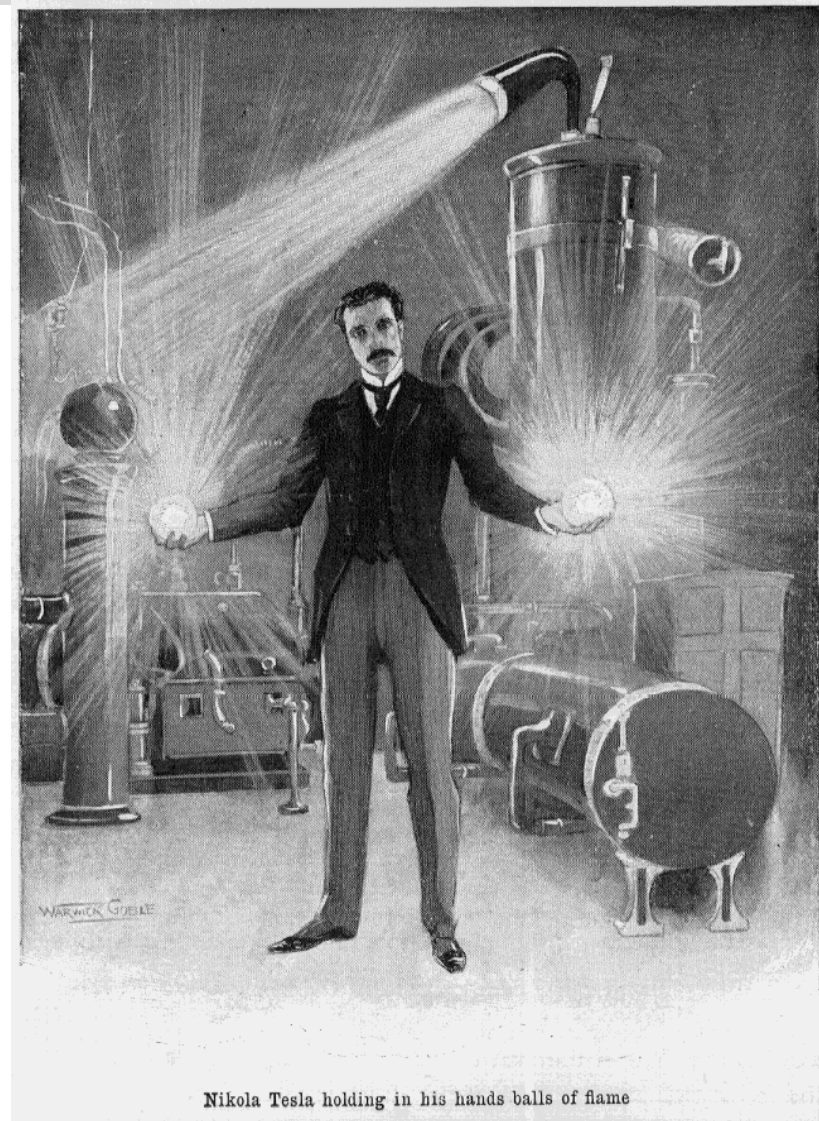
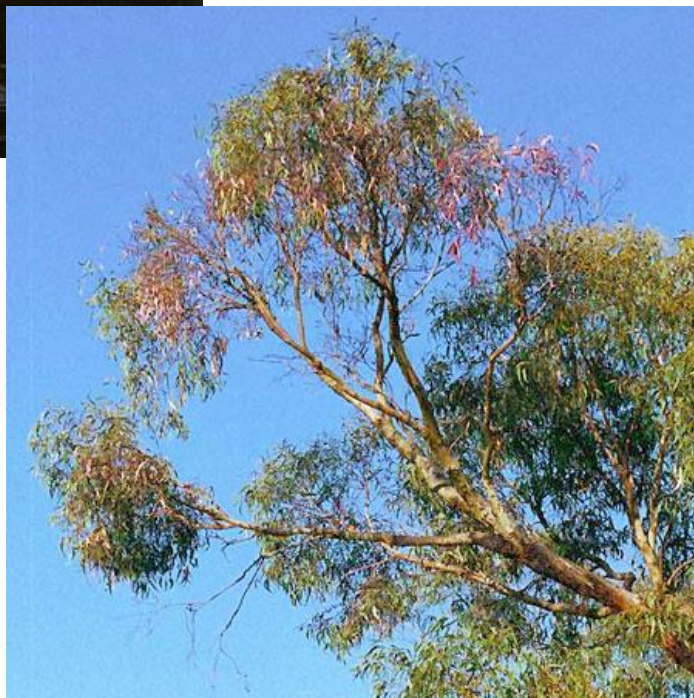


**Ale!:** aminokyseliny vzniknuté výbojom v atmosfére s vysokým obsahom čpavku.

# Záhada guěového blesku



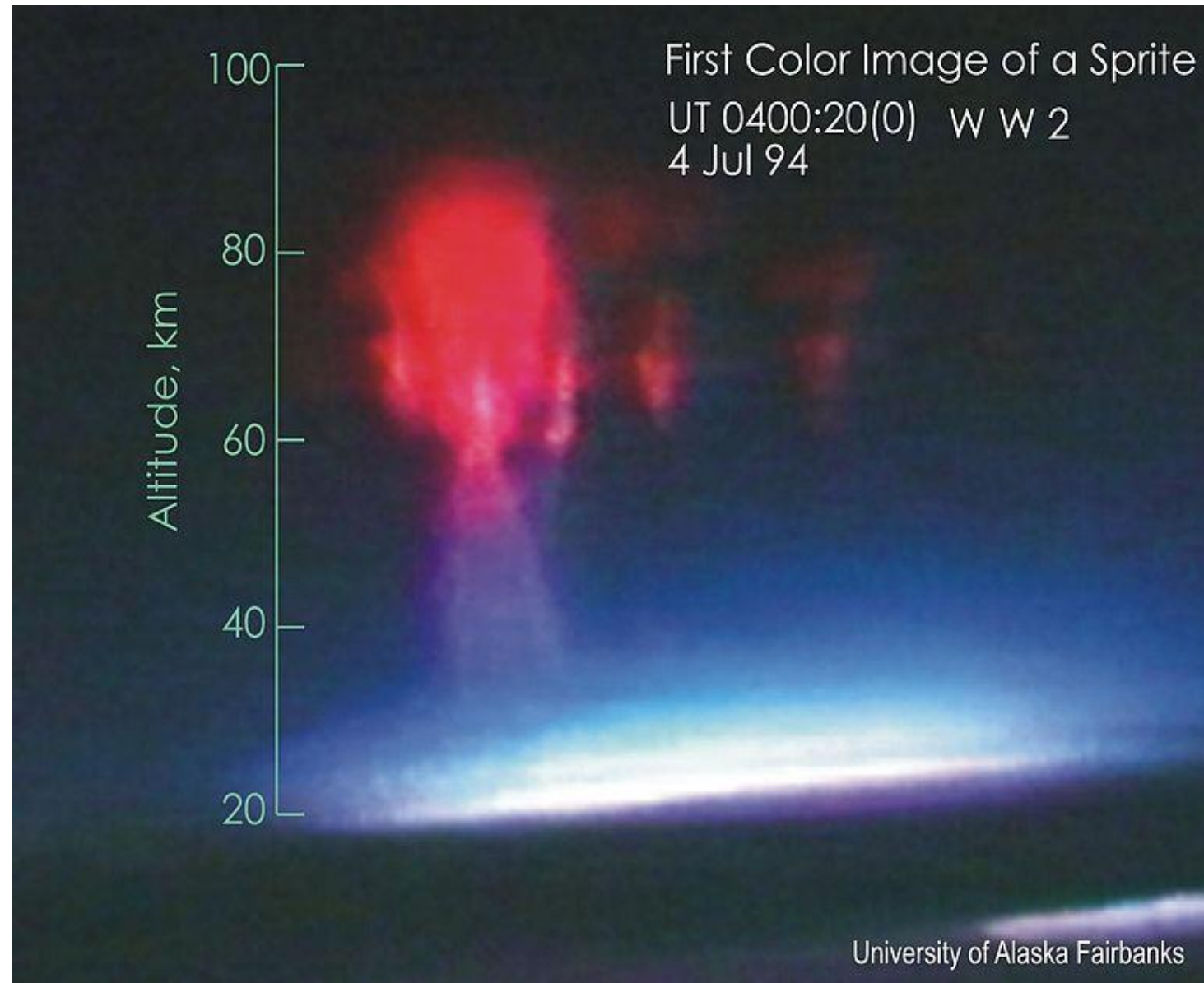




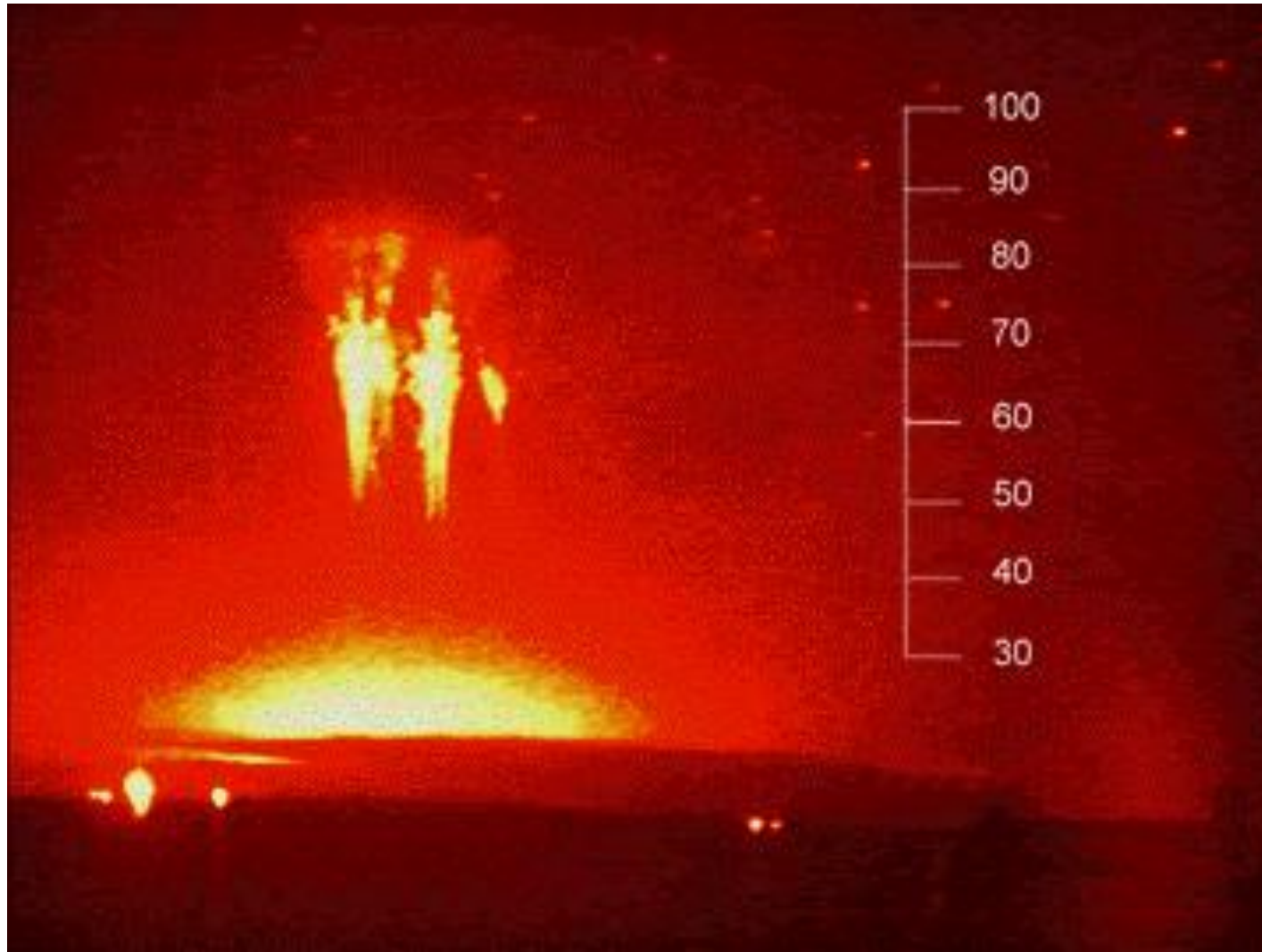
Nikola Tesla holding in his hands balls of flame

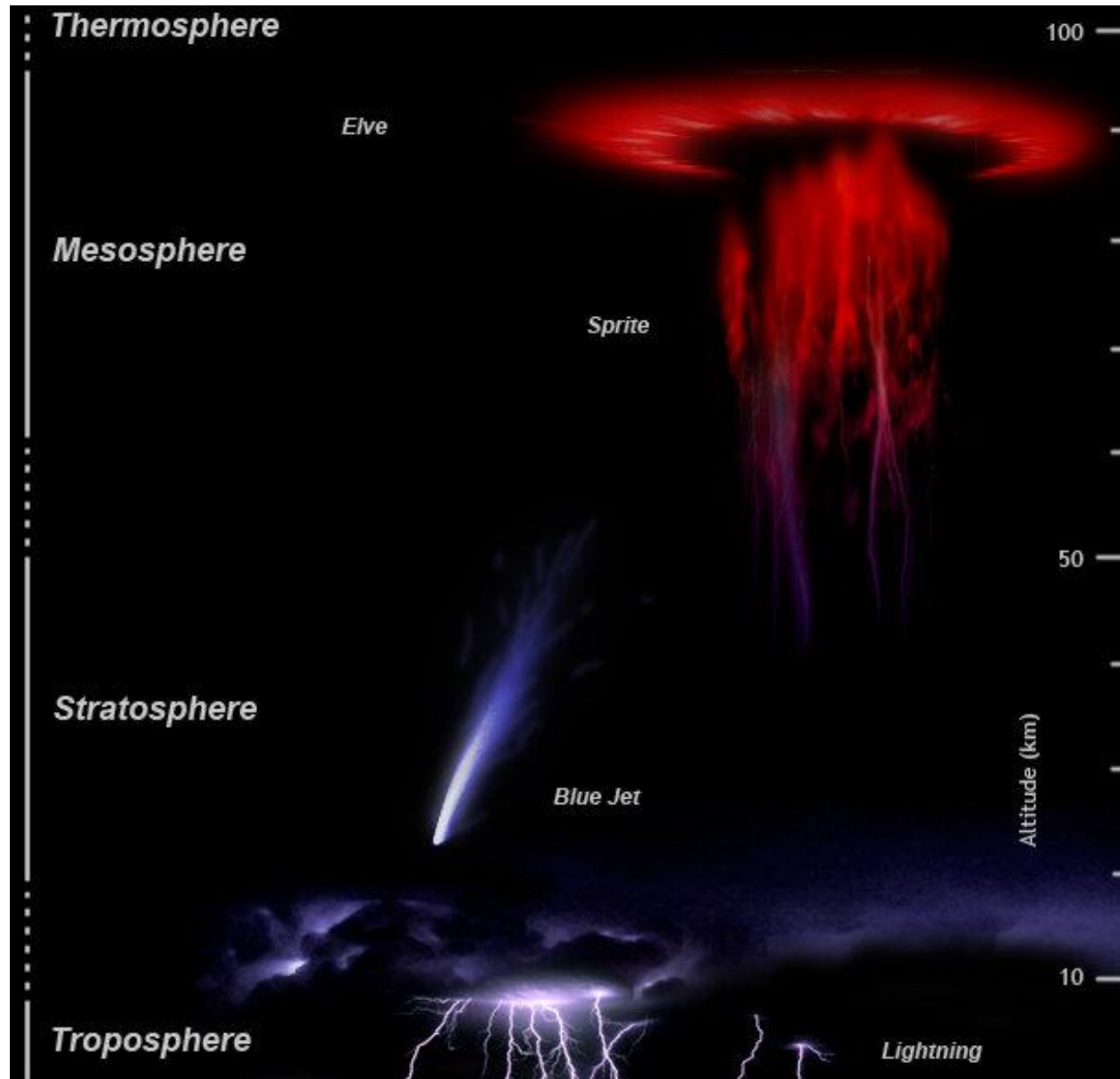
**NICOLE TESLA 1904 !**

# Nevysvetlené javy v horných vrstvách atmosféry



# „sprites“







V protiklade k výbojom v horných vrstvách atmosféry existujú i výboje v zemskej kôre, ktoré sa študujú kvôli možnému predpovedaniu zemetrasení

Phys Chem Minerals (1998) 25:566–573

© Springer-Verlag 1998

ORIGINAL PAPER

L. Scudiero · J.T. Dickinson · Y. Enomoto

## The electrification of flowing gases by mechanical abrasion of mineral surfaces

Received: 14 July 1997 / Revised, accepted: 2 January 1998

**Abstract** In the past, a number of workers have shown that both charged and neutral particles are released from inorganic materials during fracture and abrasion. In this work we show that charge can be transported by electrification of flowing gases over a surface undergoing abrasion. These results are relevant to possible mechanisms of a number of observed electrical phenomena associated with fault motion and earthquake activity.

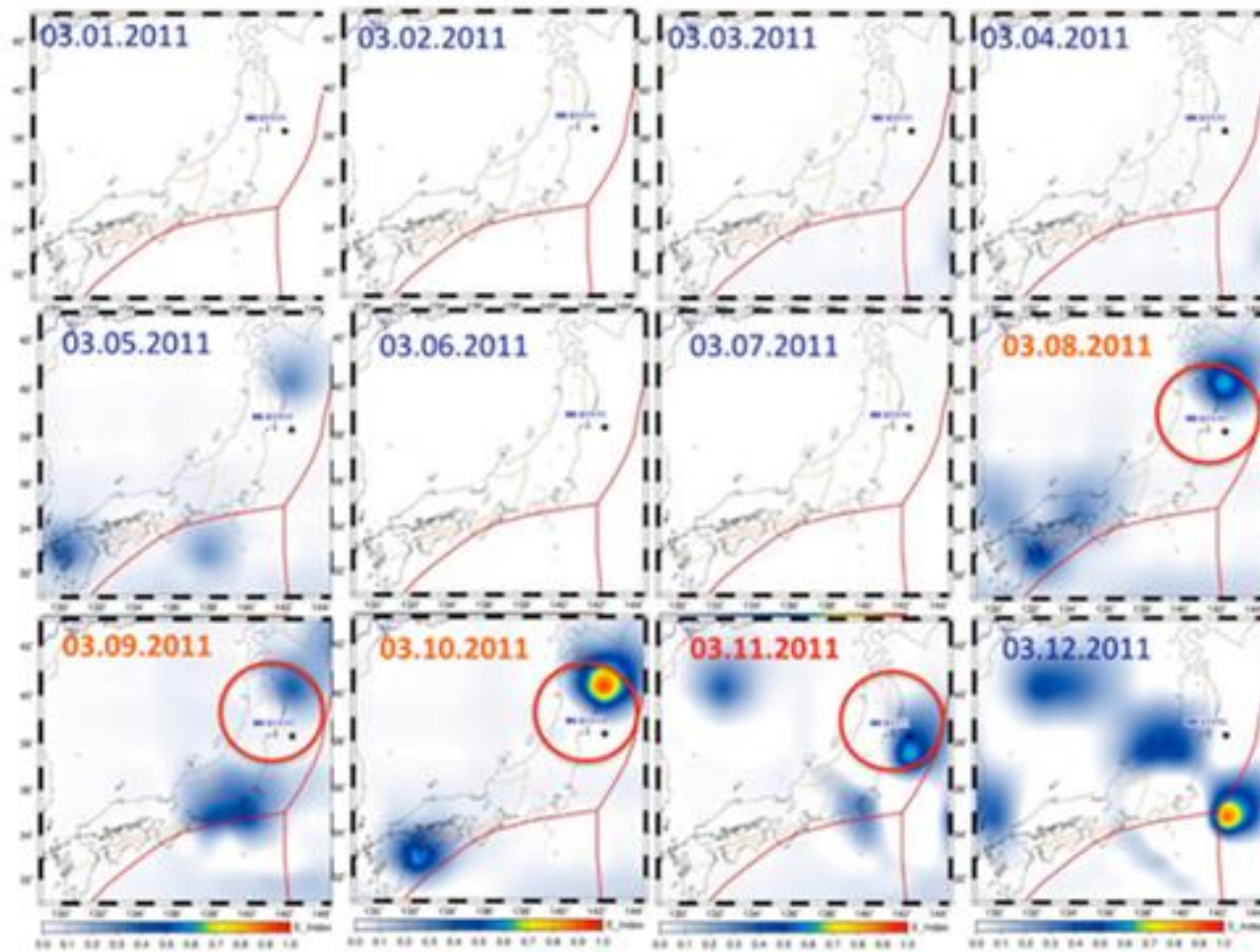
those predicted from the above models (Park et al. 1996). Various laboratory experiments have been conducted to assist formulating a plausible model for the problem. One possible step is the production and transport of free charge due to mechanically stimulated particle emission which is released into the gas phase resulting in the electrification of the gas.

In this study we show that electrons due to tribological action between two surfaces can indeed release free

- Dimitar Ouzounov at the NASA Goddard Space Flight Centre in Maryland present the data from the Great Tohoku earthquake which devastated Japan on 11 March, 2011. Their results, although preliminary, are eye-opening.
- This adds weight to the Geoplasma model – that earthquakes might be **subterranean electrical discharges**.

- They say that before the M9 earthquake, the total electron content of the ionosphere increased dramatically over the epicentre, reaching a maximum three days before the quake struck.
- At the same time, satellite observations showed **a big increase in infrared emissions from above the epicentre, which peaked in the hours before the quake.** In other words, the atmosphere was heating up.





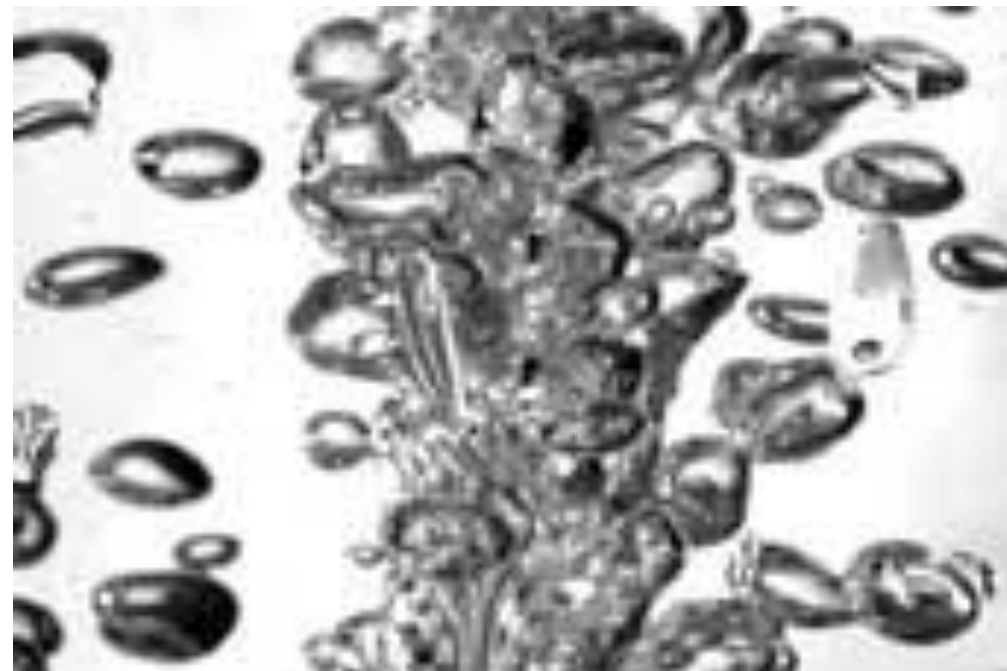
# Areas With Powerful Electrical Formations

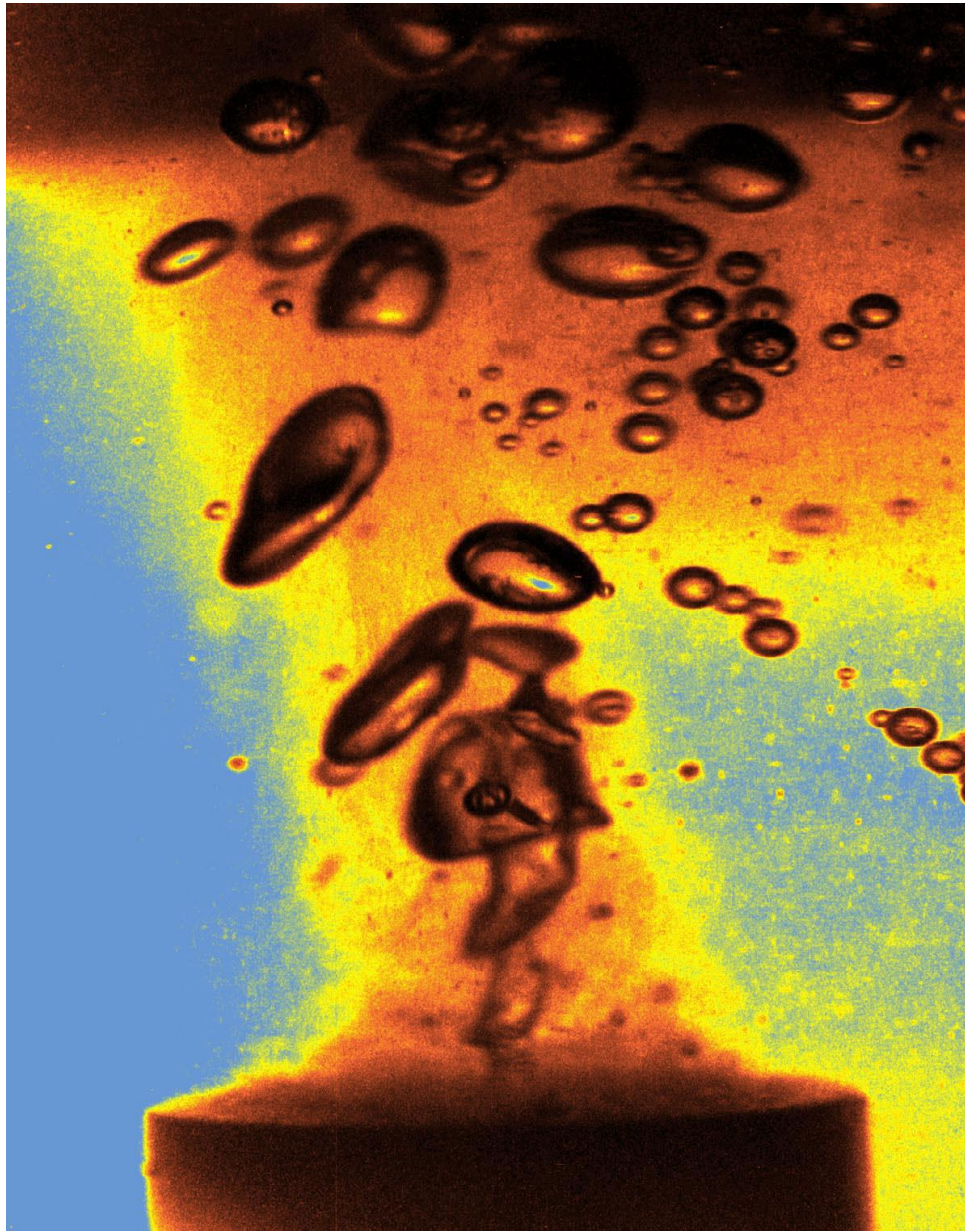
**The deserts of Namibia hold many unusual geological structures that stretch the imagination and defy conventional explanation. Are electric discharges responsible for their formation?**



**Sonoluminescence** je jev známý již delší dobu. Jak název napovídá, jedná se o vznik světla zapříčiněný zvukem. V praxi se nejčastěji zkoumá tak, že nádobou s acetonem necháme procházet intenzivní ultrazvuk. Velmi rychlé změny tlaku v kapalině způsobené průchodem ultrazvuku vyvolávají jev podobný kavitaci. Když je nějaké místo kapaliny v oblasti minima tlaku zvukové vlny, začne se odpařovat (je-li tlak dostatečně nízký) a vznikne malá bublinka, při příchodu maxima tlaku vlny velmi rychle zkolabuje a v jejím středu vznikne vysoký tlak a teplota.

- Termojaderná fúze na stole. Tak by bylo možné nazvat bublínkovou fúzí. Není k ní nutný neuvěřitelně nákladný reaktor a přitom jde o stejný pochod jako při výbuchu vodíkové bomby nebo reakcích v nitru Slunce.
- **Sonoluminiscence byla na začátku**





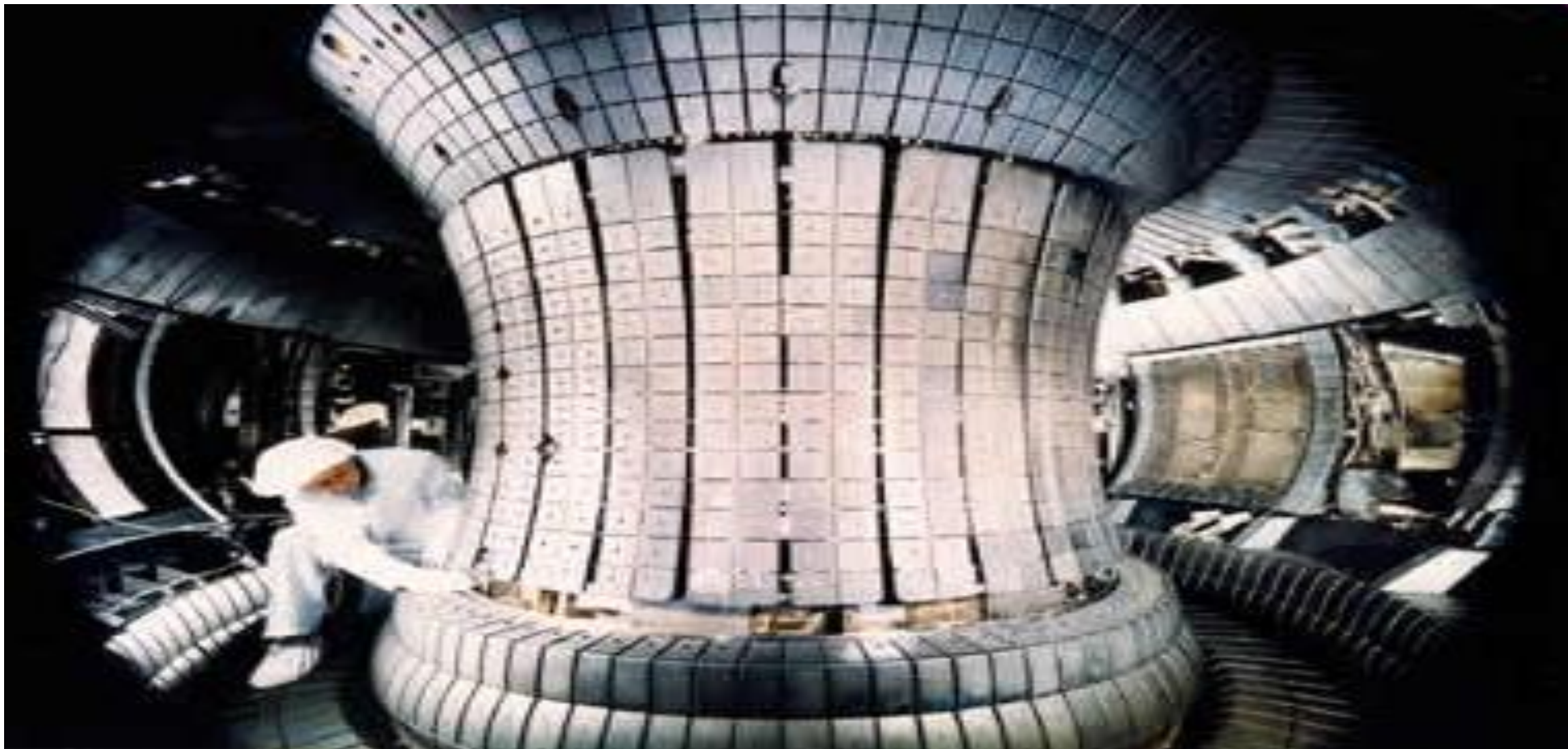
- *Když jsou tlak a teplota dostatečně vysoké, je možné, že na malý okamžik nastane v centru bublinky termojaderná reakce, která vytvoří světelný záblesk.* Pro lepší iniciování sonoluminiscence je vhodné, aby v acetonu byly již přítomné nějaké bublinky a také se využívají neutrony procházející kapalinou generované nějakým zdrojem. Jejich konkrétní účel mi bohužel není jasný.

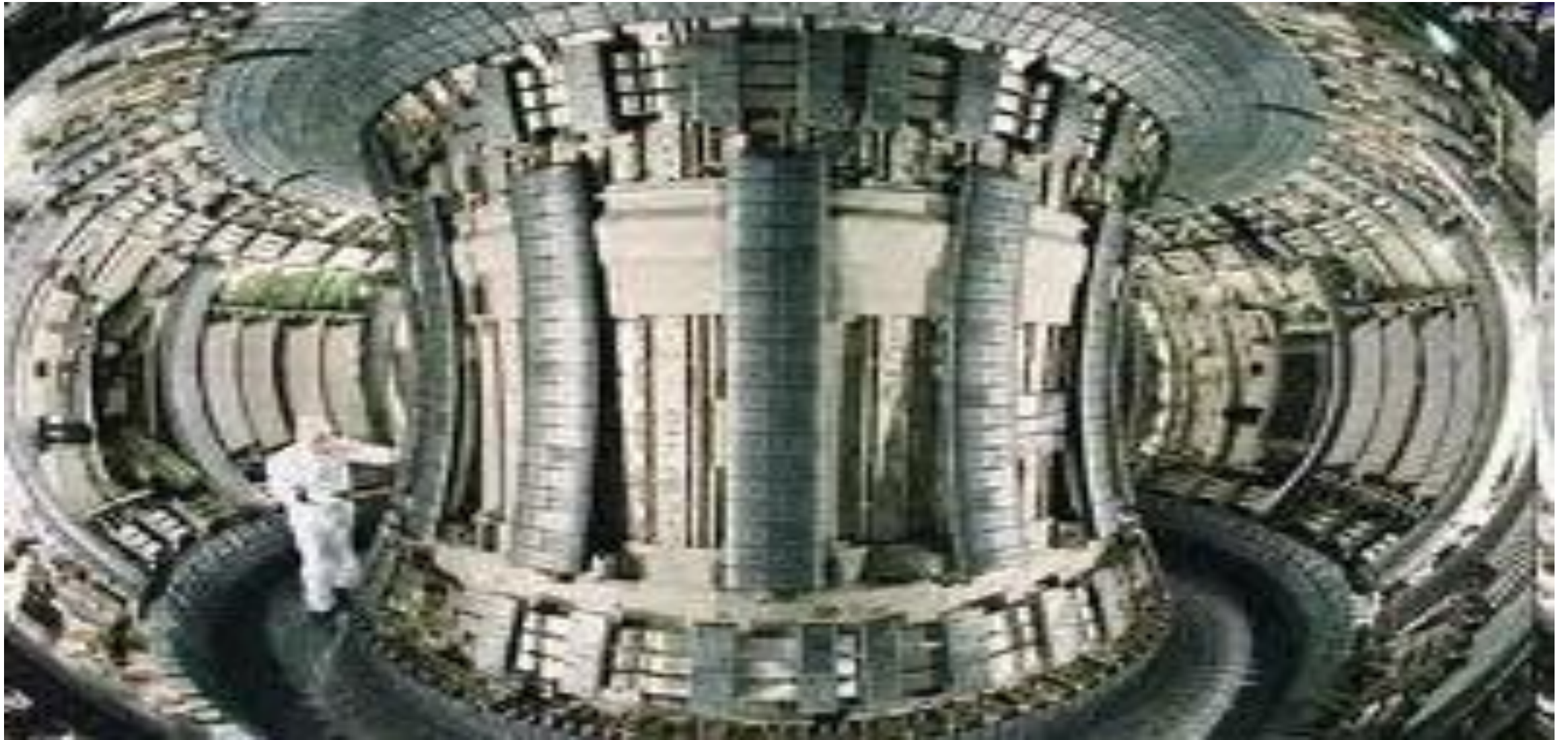
- **Bublínková fúze dlouho zavrhaná**
- V roce 2002 byla poprvé publikována teorie, že za sonoluminiscencí je termojaderná fúze. Prezentované výsledky byly napadány mnoha vědci. Bylo argumentováno zejména tím, že interpretace výsledků je účelová a že naměřená data nedokazují ani nevyvracejí podíl jaderné fúze na sonoluminiscenci. Podivné je, že se experiment nepodařilo zopakovat v jiné laboratoři.

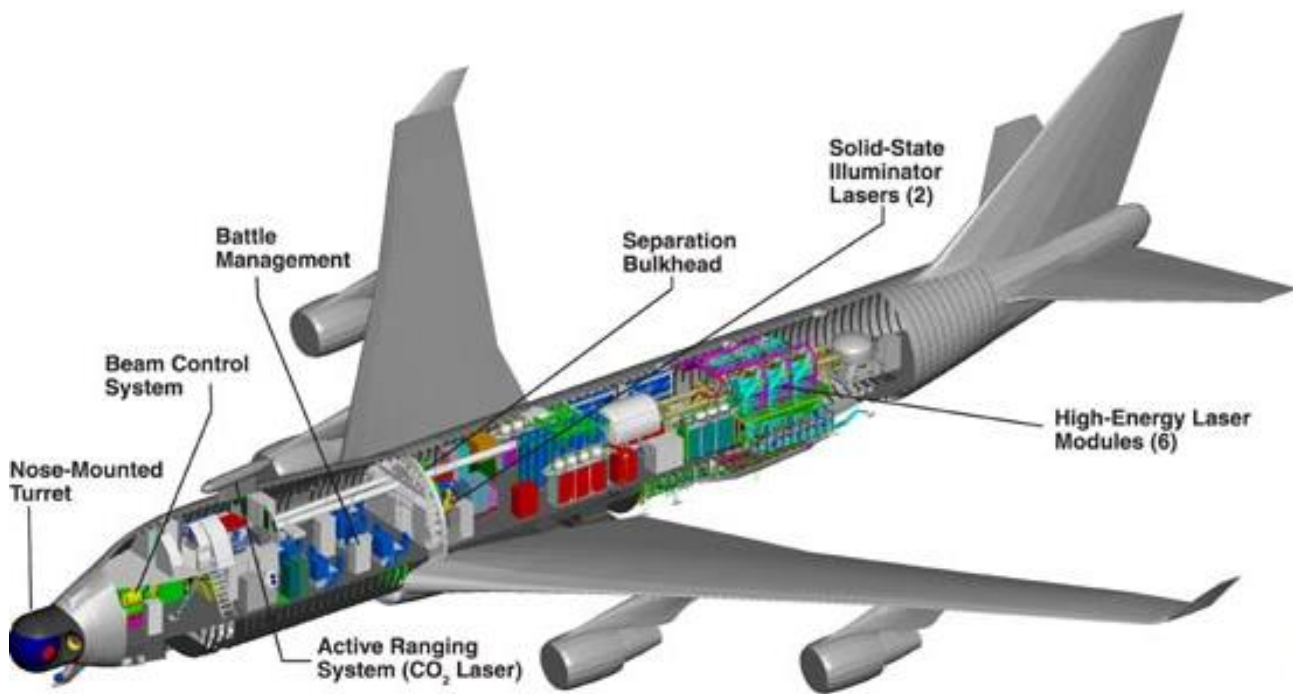
- On June 11, 2009, Kimberly-Clark filed a patent application on a thermonuclear fusion cell using ultrasound horns and by using an electric potential between the horn and the cell wall. They claimed to fuse hydrogen isotopes inside a carrier liquid, namely water and to have solved the reproducibility problems of Taleyarkhan in preamble.



# Termonukleárna syntéza – TOKAMAK







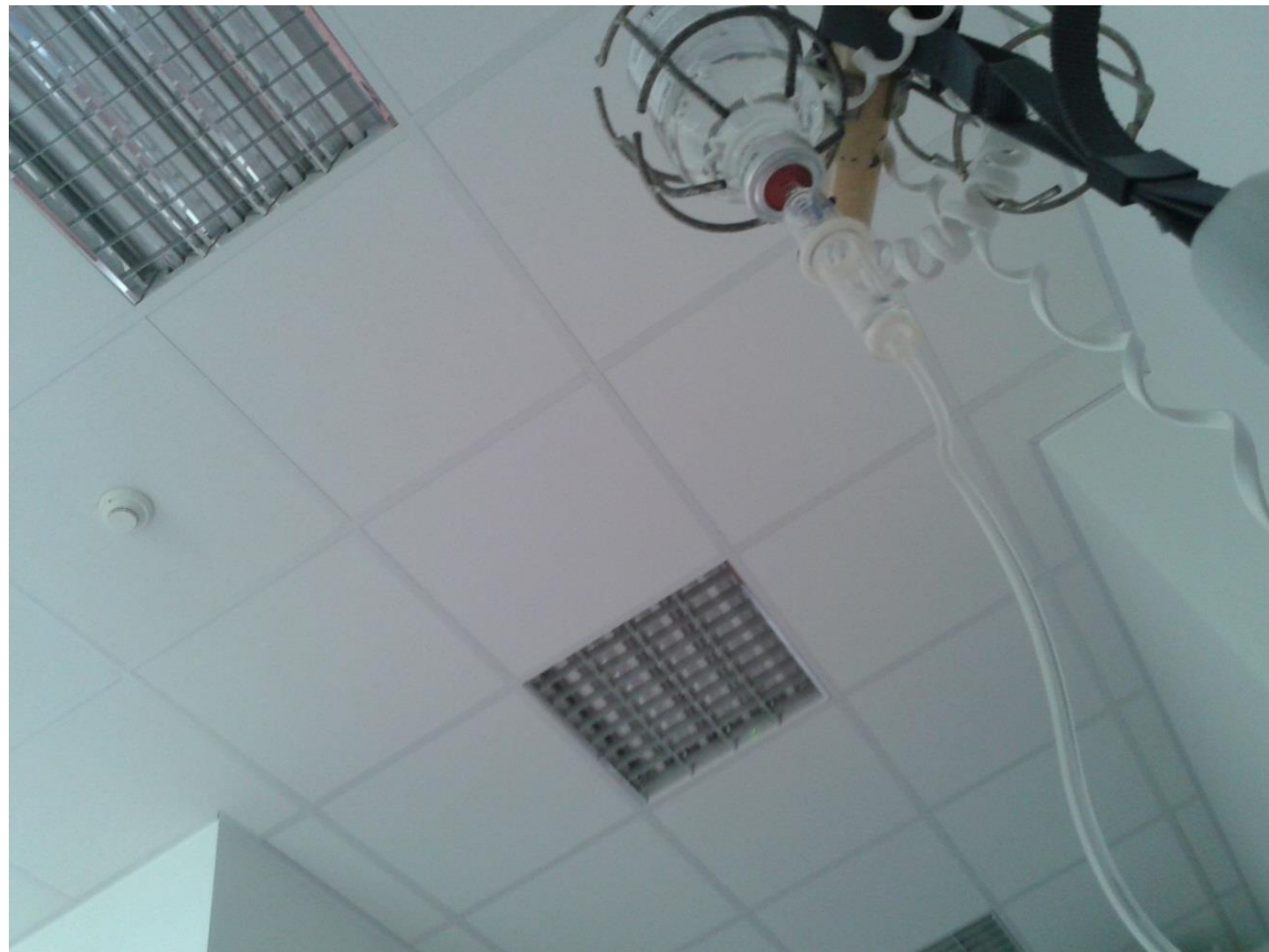
**Friday, February 12, 2010. Successful *Anti-Missile* Airborne *Laser* Test**

## A. Fridman: Plasmachemistry“ 2008



## Tri aplikácie plazmatu :

- žiarivky,
- detektor dymu,
- plazmou upravený povrch hadičiek



# NESAMOSTATNÉ ELEKTRICKÉ VÝBOJE

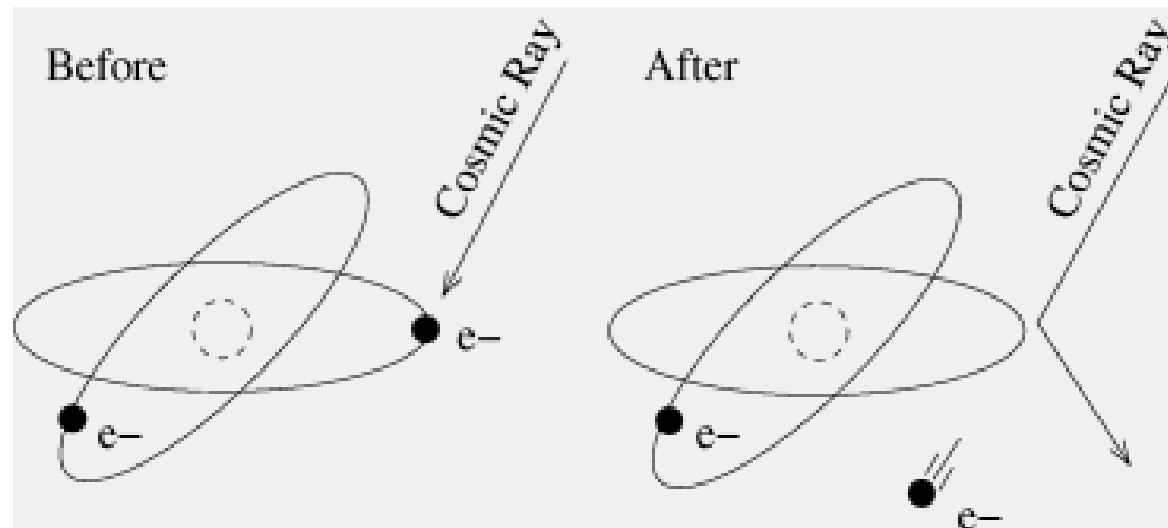
F3180 | Výboje v plynech

prof. RNDr. Mirko Černák, CSc.

MUNI  
SCI

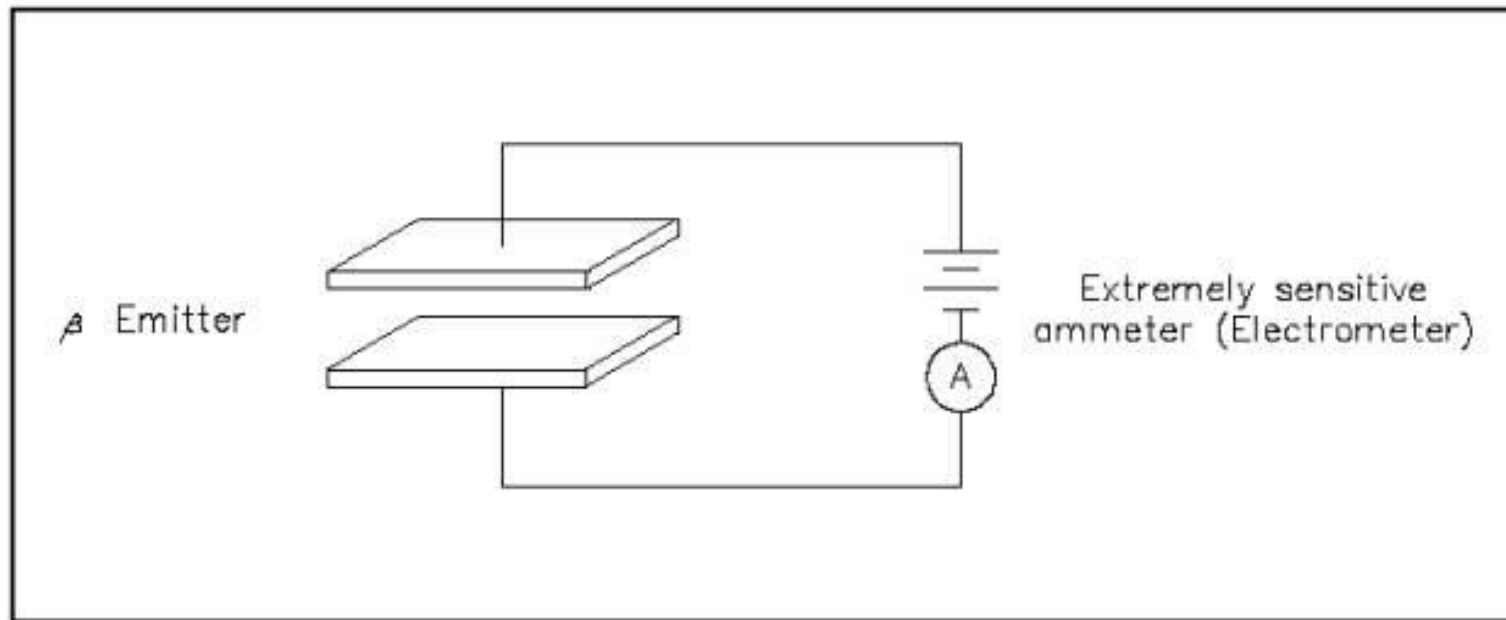
# Nesamostatné elektrické výboje

V slabom elektrickom poli môže atmosférou na zemskom povrchu pretekať len veľmi slabý prúd s hustotami  $10^{-12}$  až  $10^{-6}$  A/m<sup>2</sup> v dôsledku **ionizácie** spôsobenej rádioaktívnym žiarením Zeme a kozmickým žiarením vesmíru.

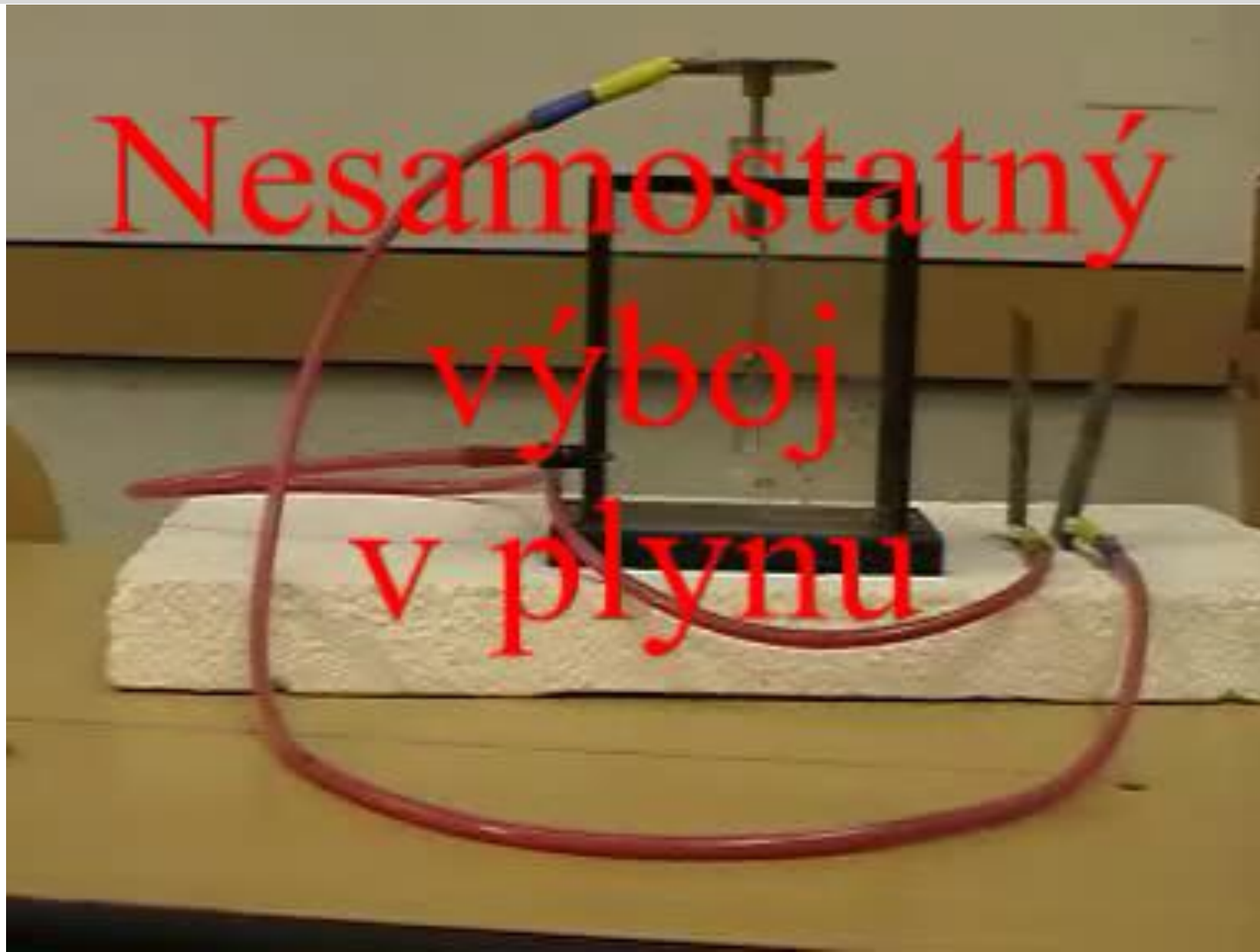


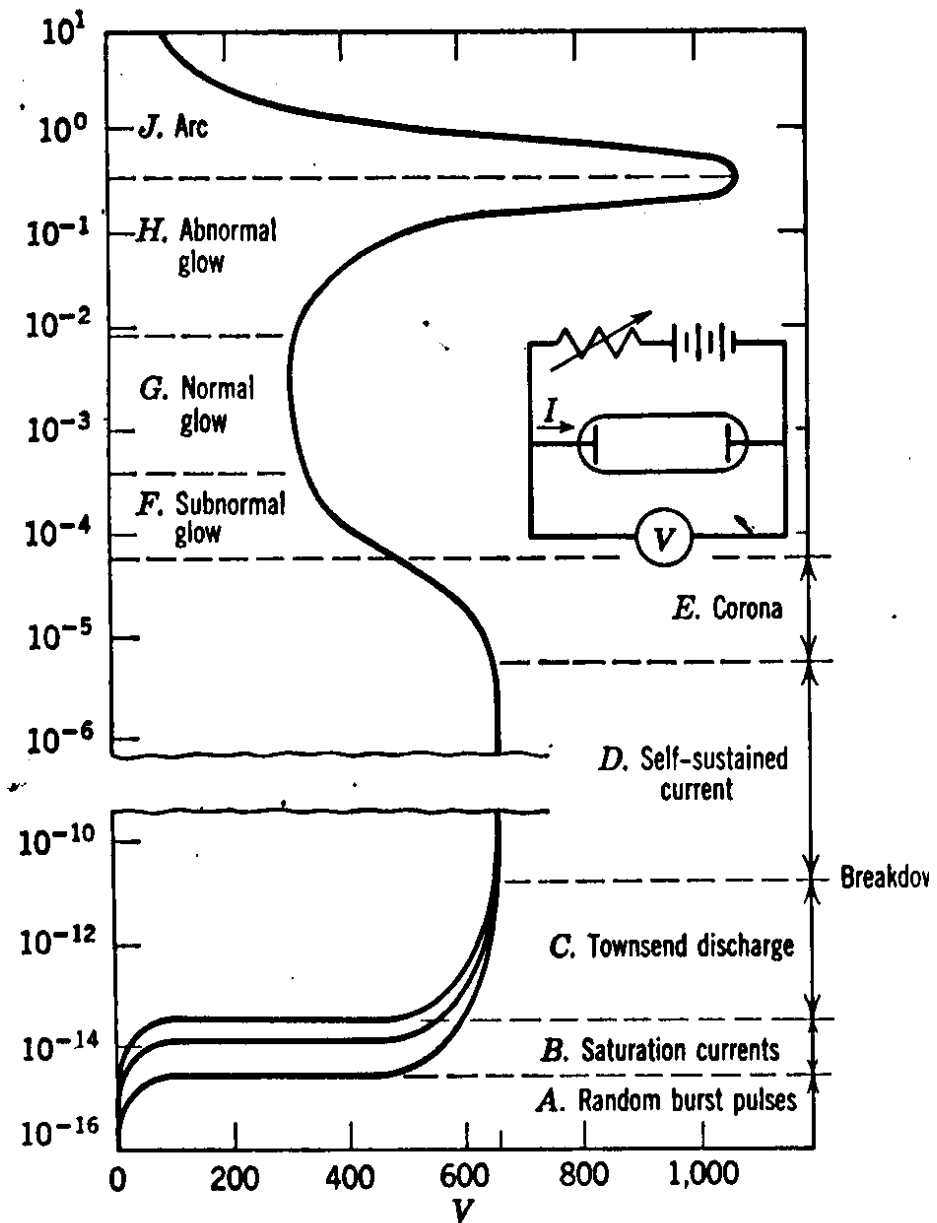
Týmto spôsobom sa v zemskej atmosfére vytvára v 1 cm<sup>-3</sup> asi 1 000 iónových párov za 1 s. Pre vedenie elektrického prúdu väčšej hustoty je treba dodatočné ionizačné činidlo a výboje vyvolané týmto spôsobom nazývame **nesamostatné**.

***Volt-ampérová charakteristika nesamostatných výbojov:***  
prúd v dôsledku ionizácie pozadia alebo iného externého zdroja ionizácie  
Townsendov el. výboj (tmavý el. výboj).

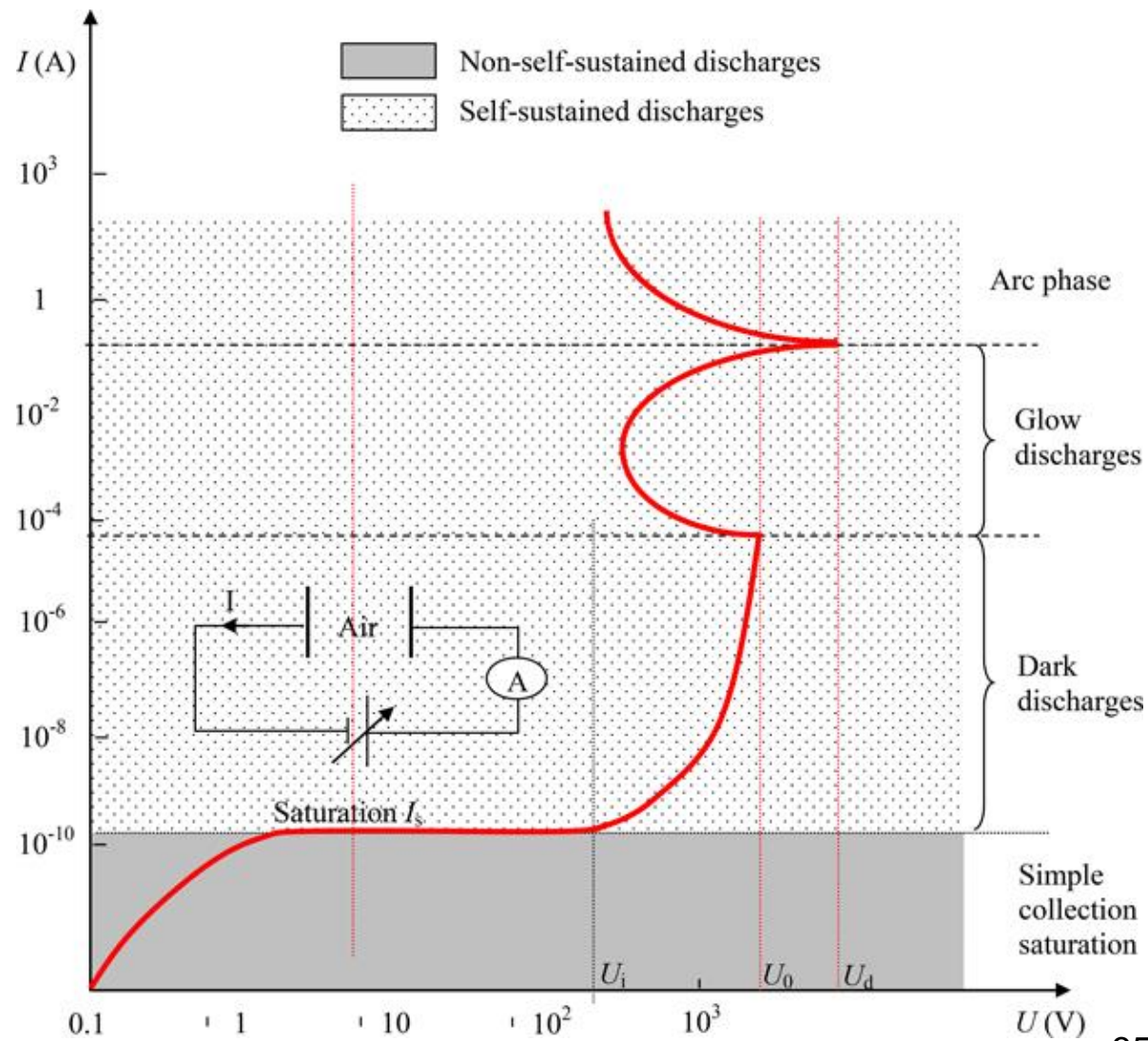
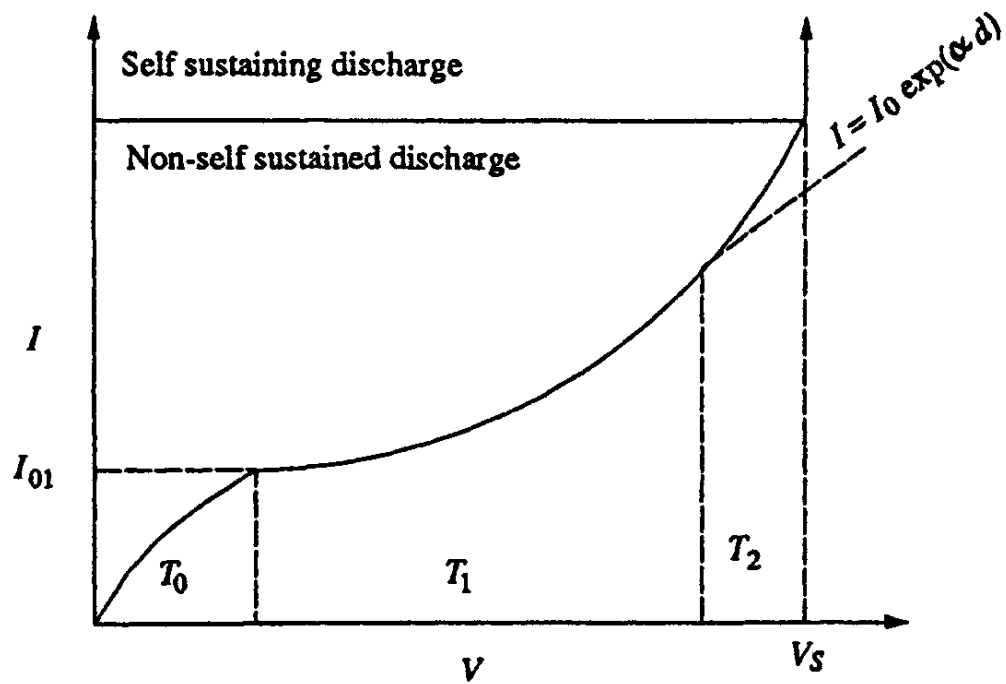




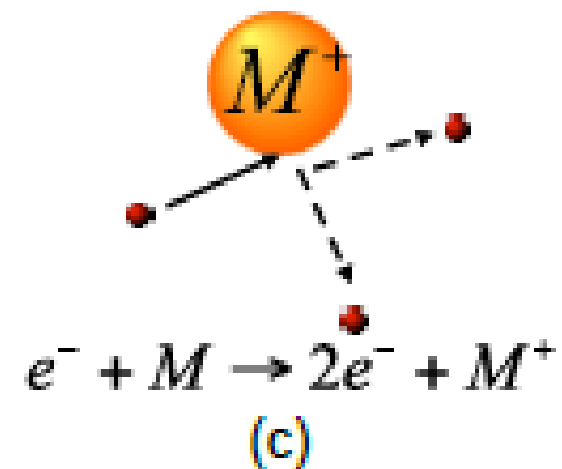
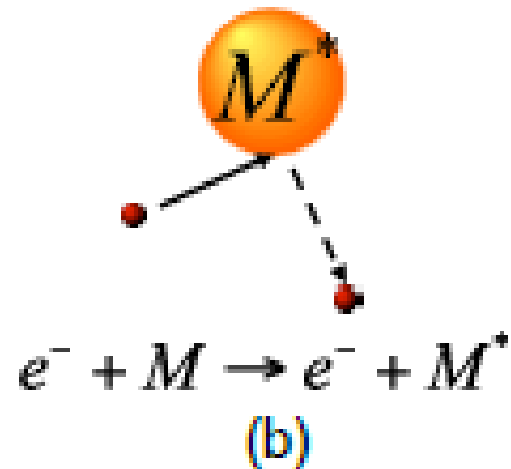
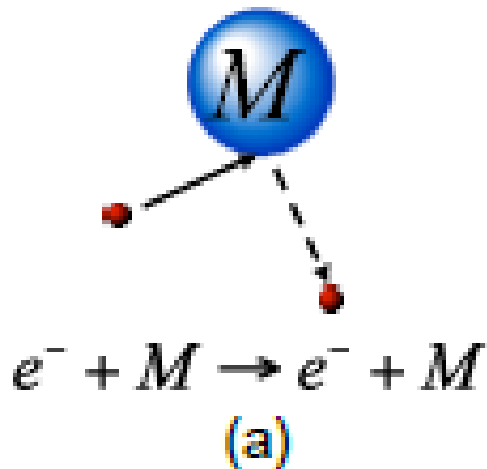


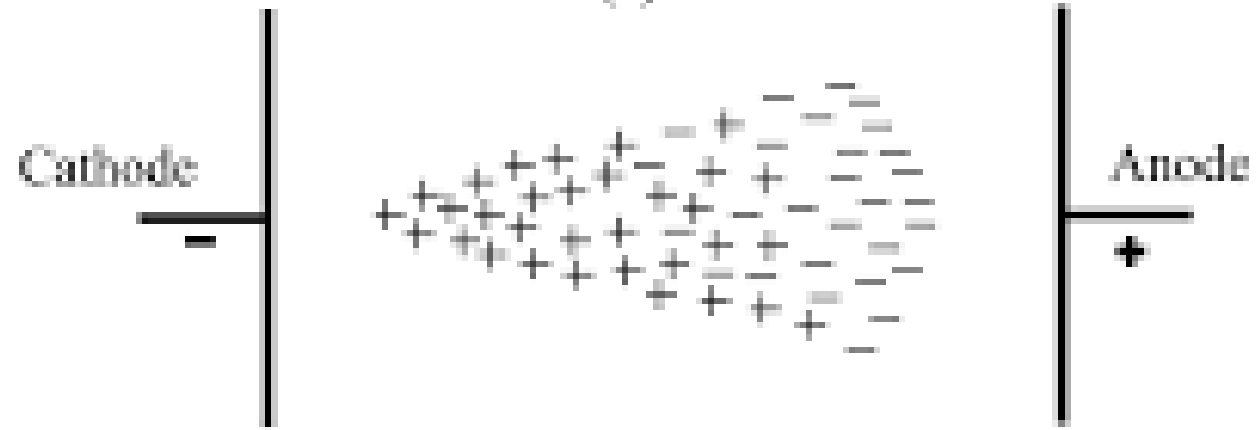
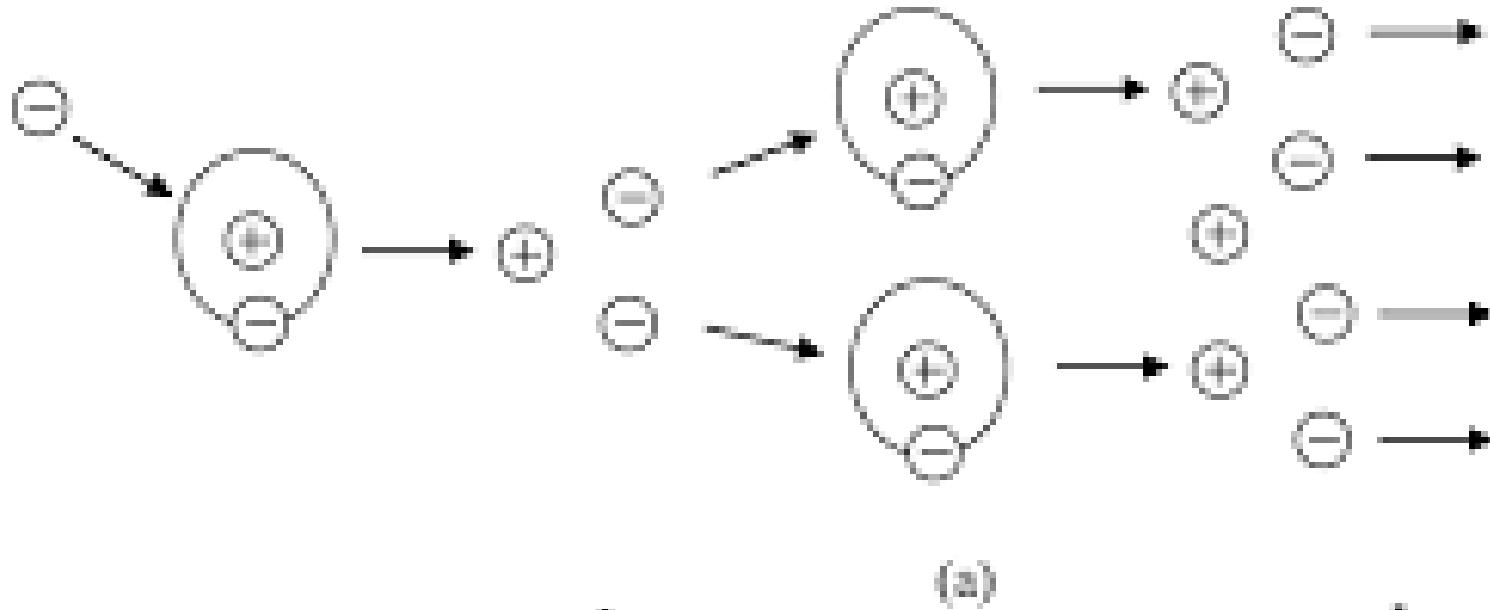


Ktorý obrázok je správny ?



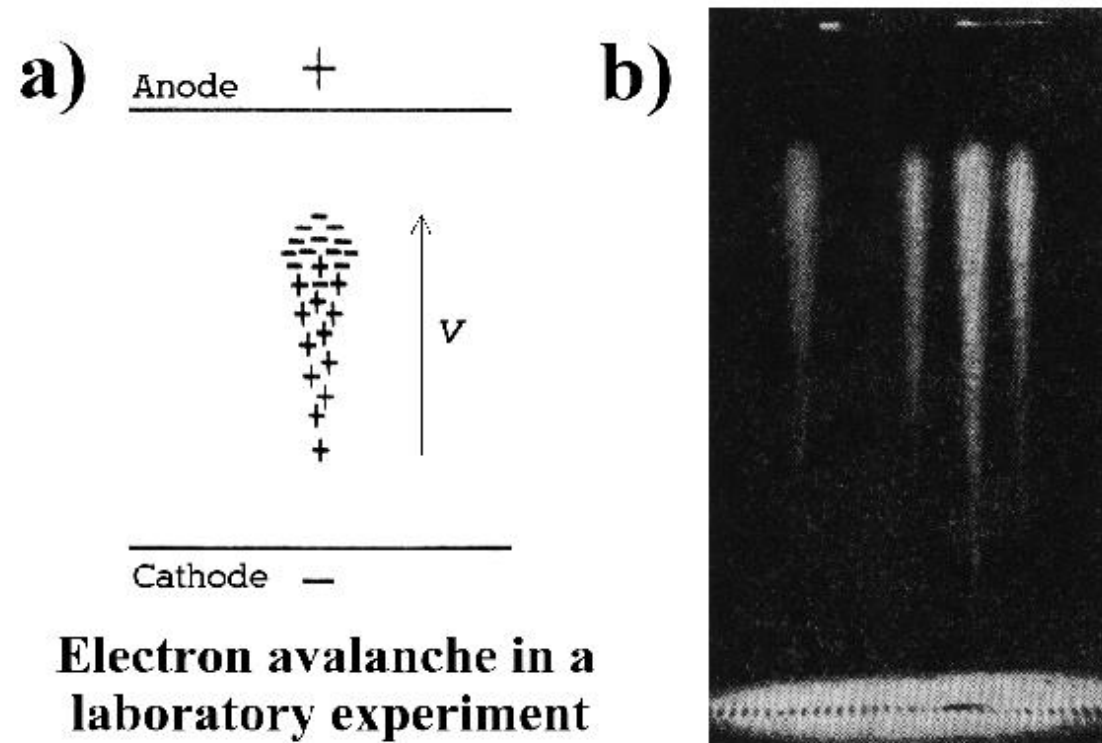
- a) Pružná zrážka ( $\Delta\varepsilon \sim m/M$ )
- b) Excitácia
- c) Ionizácia nárazom elektrónu



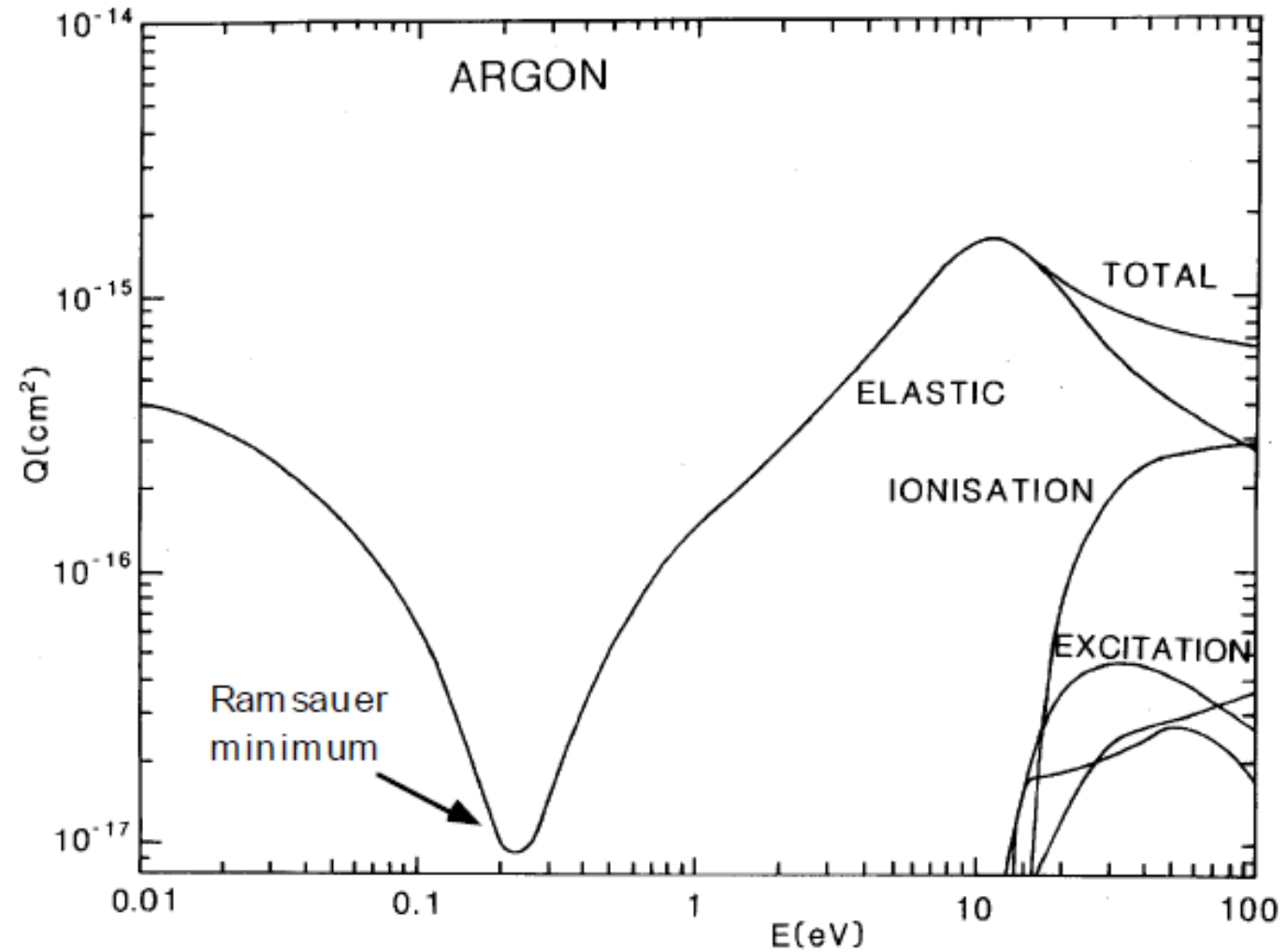


... je počet ionizačných zrážok, ktoré elektrón vykoná na jednotkovej dráhe (1 cm) pri pohybe v smere elektrického poľa.

## Elektrónová lavína



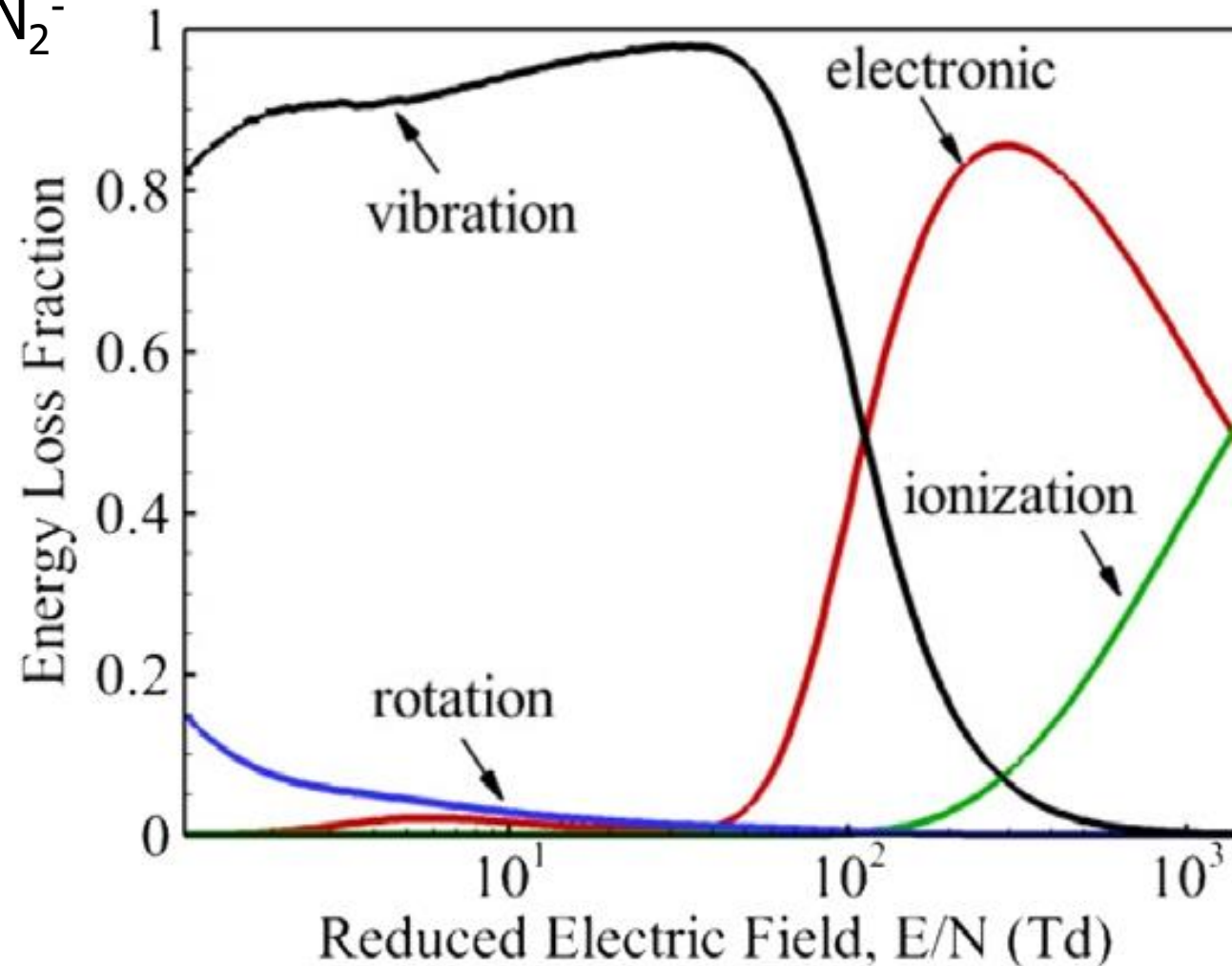
- Příklad: Ar



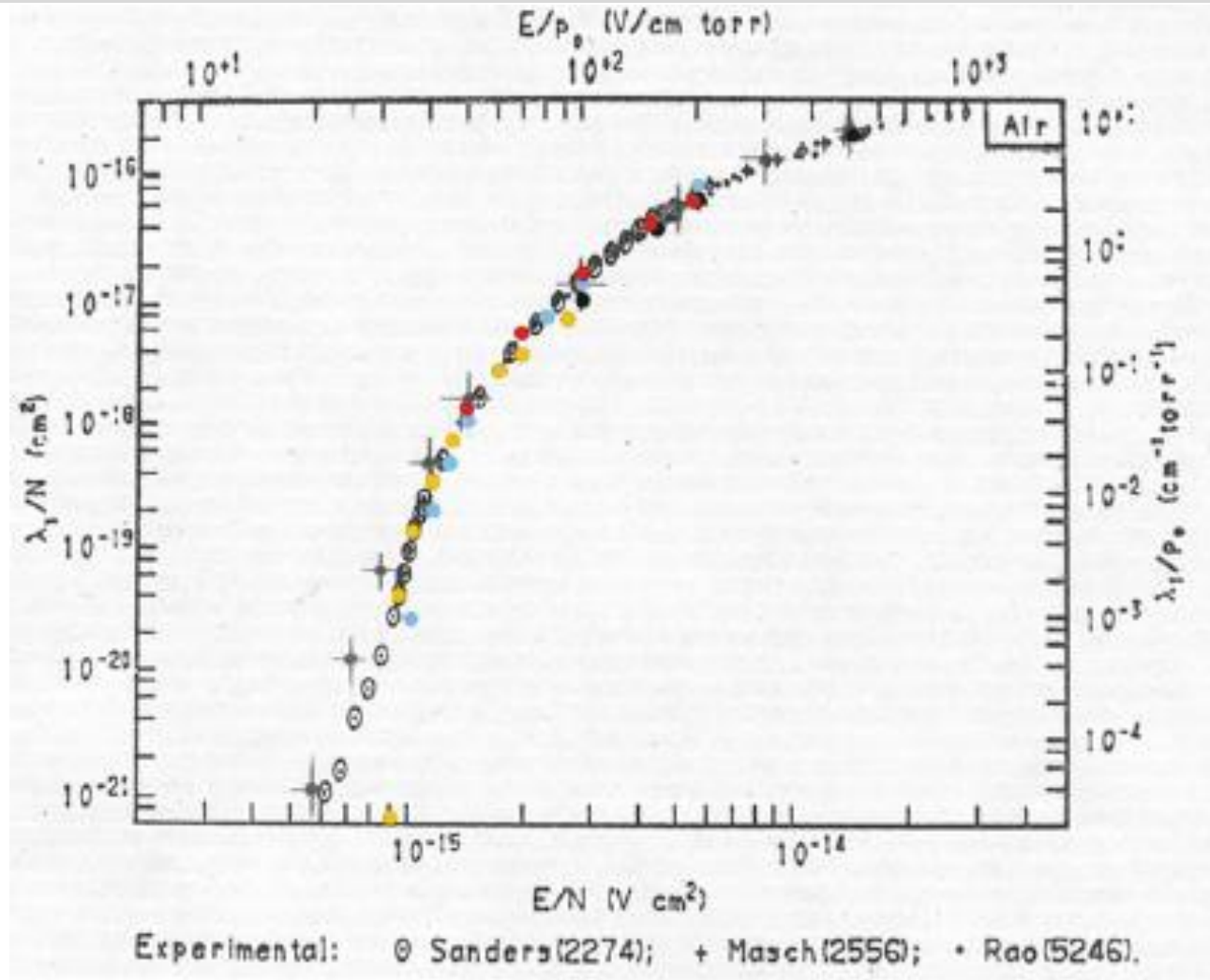
- zaujímavý kvantovomechanický jav
- Ramsauer and Townsend observed that for slow-moving electrons in argon, krypton, or xenon, the probability of collision between the electrons and gas atoms obtains a minimum value for electrons with a certain amount of kinetic energy (about 1 electron volts for xenon gas). This is the **Ramsauer–Townsend effect**.



**Príklad:** Podiel energetických strát elektrónu vo vzduchu  
Vibračné vzbudenie molekúl  $N_2$  je mimoriadne účinné v dosledku vzniku nestabilných záporných iónov  $N_2^-$



$$\alpha/p \approx Ae^{-Bp/E}$$



Ako jednotka pre E/n sa vo fyzike el. výbojov používa i

**1 Td (Townsend) =  $10^{-17}$  V.cm<sup>-2</sup>**

# Prierez ionizácie, ionizačná frekvencia, rýchlostná konštanta ionizácie, Townsendov koeficient ionizácie

Ionizačná frekvencia je definovaná

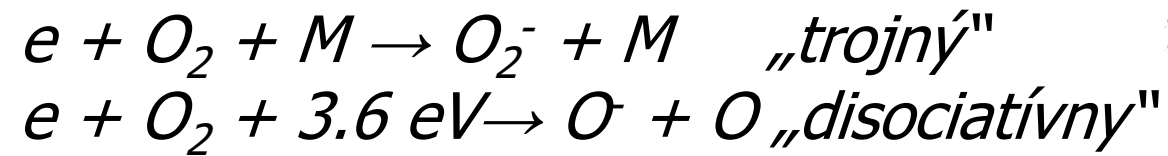
$$\nu_{ion} = \frac{N \int f(\epsilon_e) \sigma_{ion}(\epsilon_e) v d\epsilon_e}{\int f(\epsilon_e) d\epsilon_e}, \quad \nu_{ion} = N \langle \sigma_{ion} v \rangle = N k_{ion},$$

kde  $N$  je hustota plynu a  $v$  je **tepelná** rýchlosť elektrónu a  $k_{ion} [\text{m}^3/\text{s}]$  je rýchlostná konštanta ionizácie

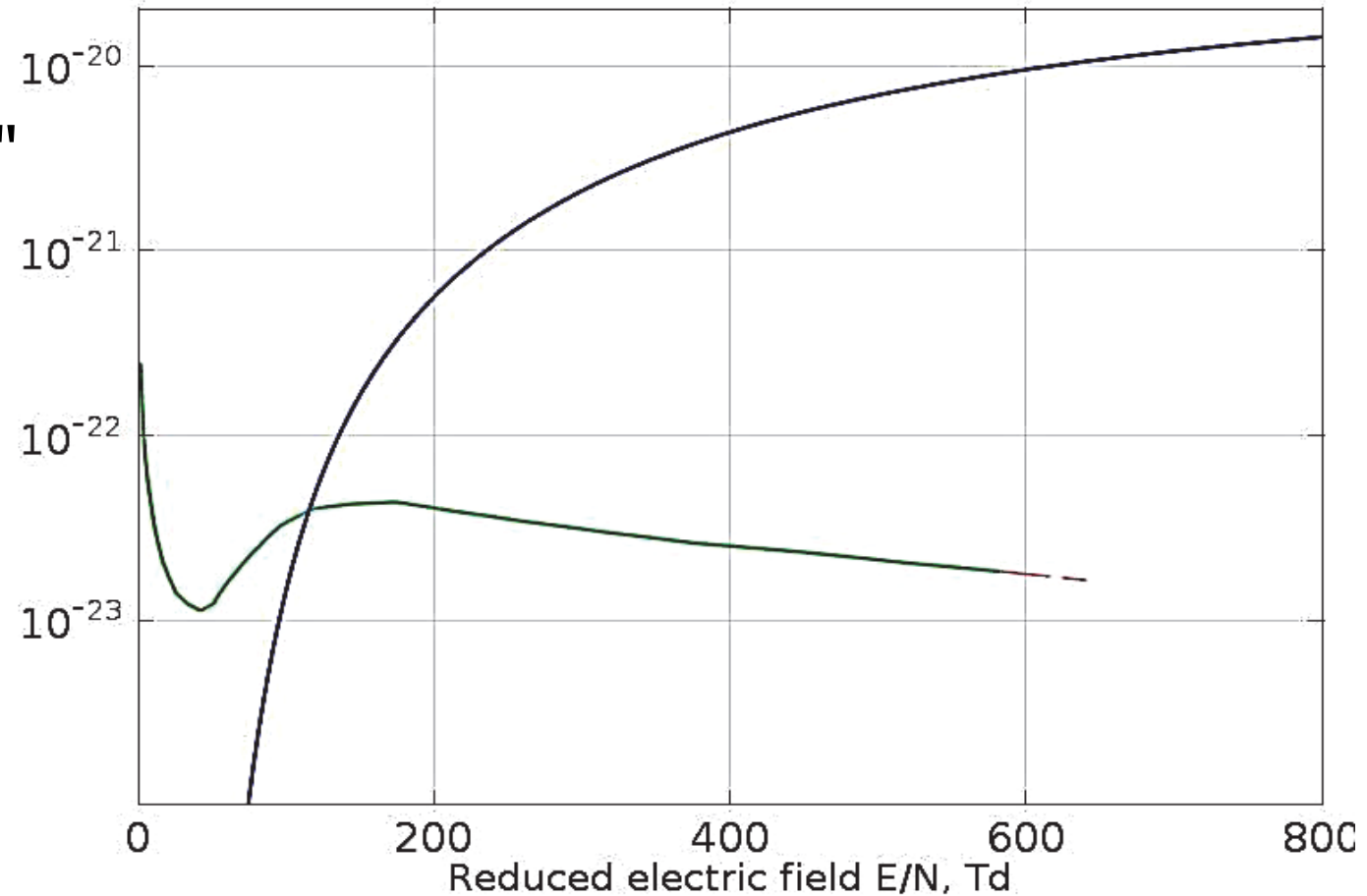
Townsendov koeficient ionizácie  $\nu_{ion} = \alpha v_d$ ,

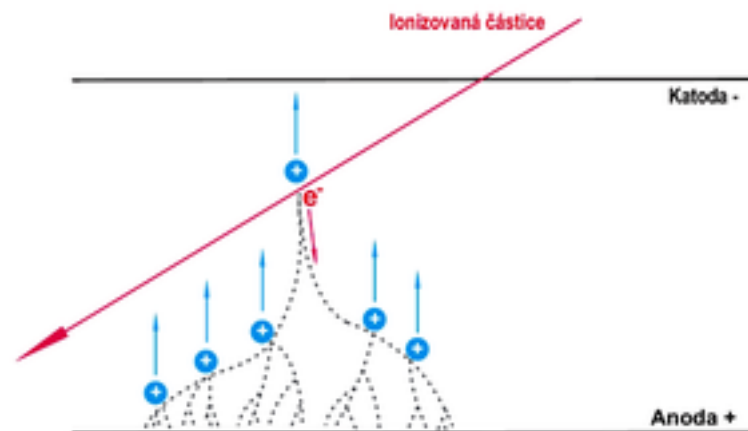
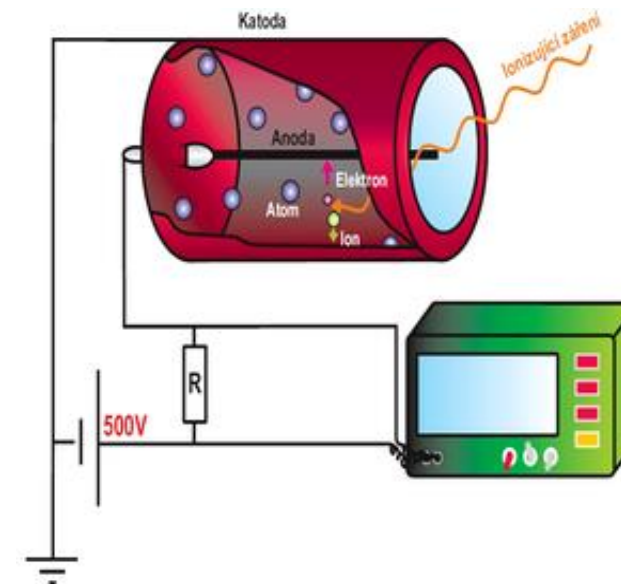
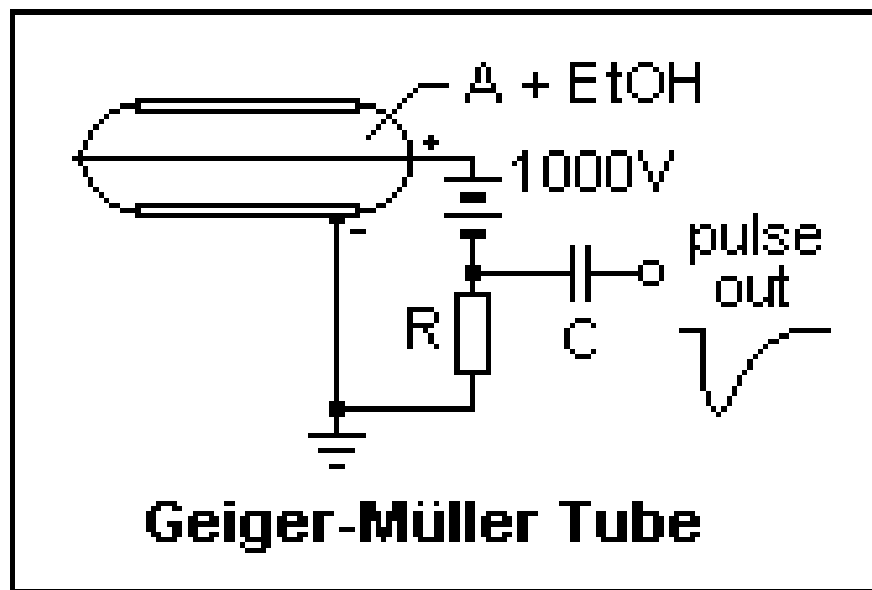
kde  $v_d$  je **driftová** rýchlosť elektrónu

## ***Záchyt elektrónov***

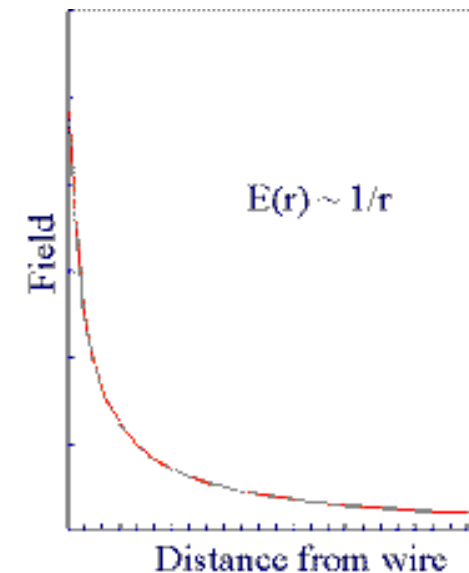
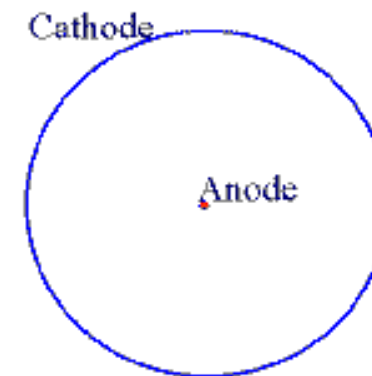
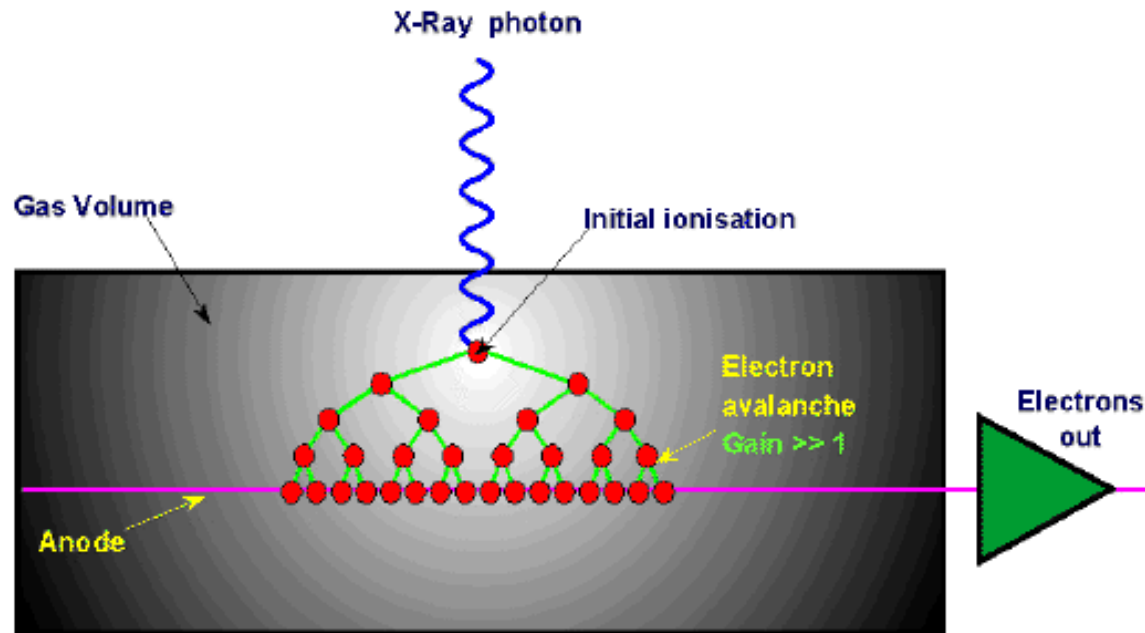


Ionization  $\alpha/N$  and attachment  $\eta/N$  coefficients,  $m^2$





**Prof. Charpak**, Nobelova cena v r. 1992  
za „*Multiwire Proportional Counters*“



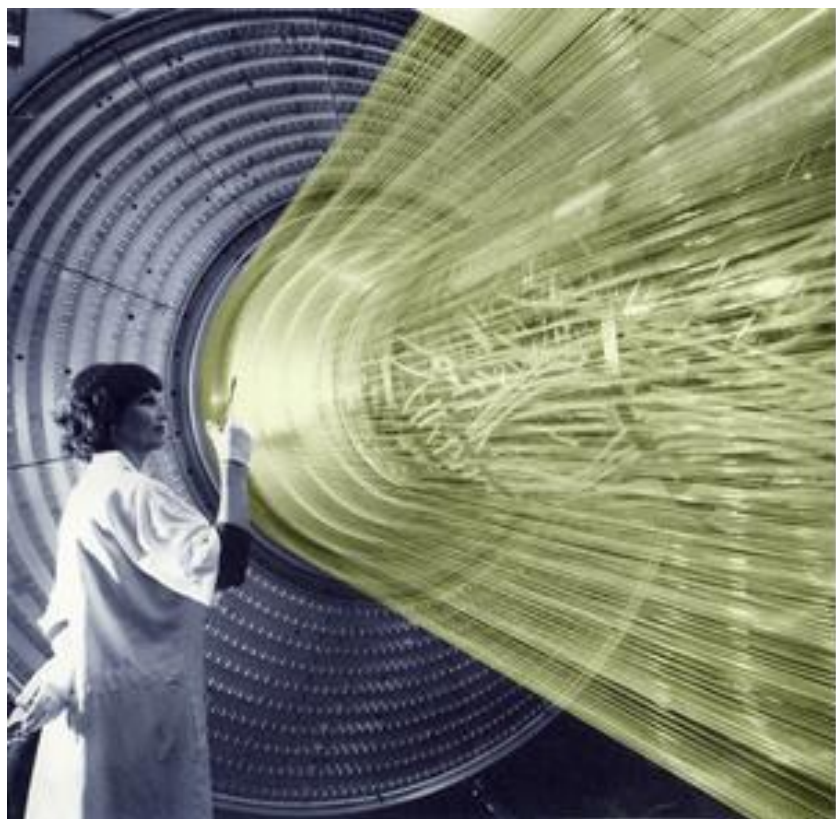
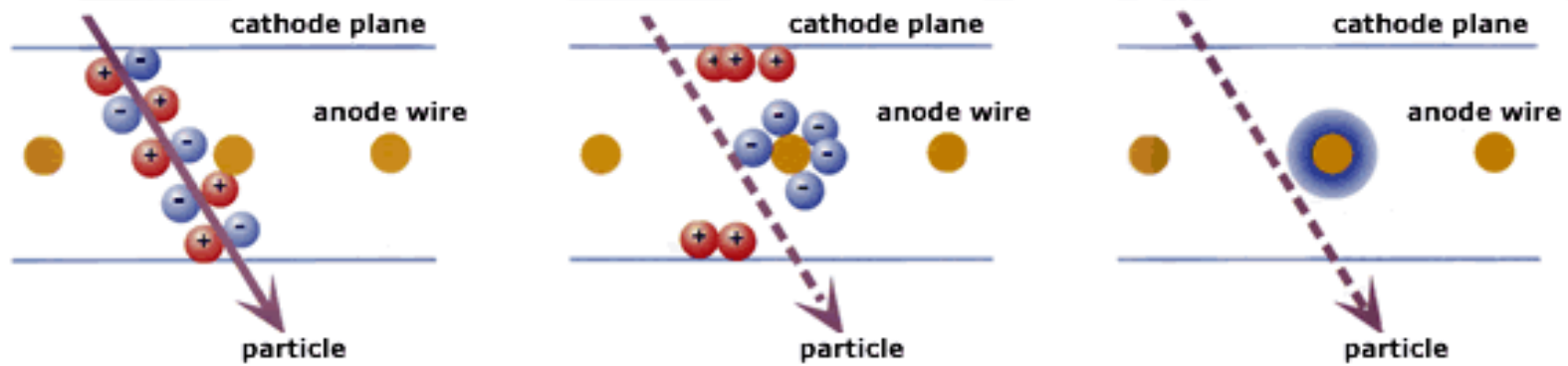
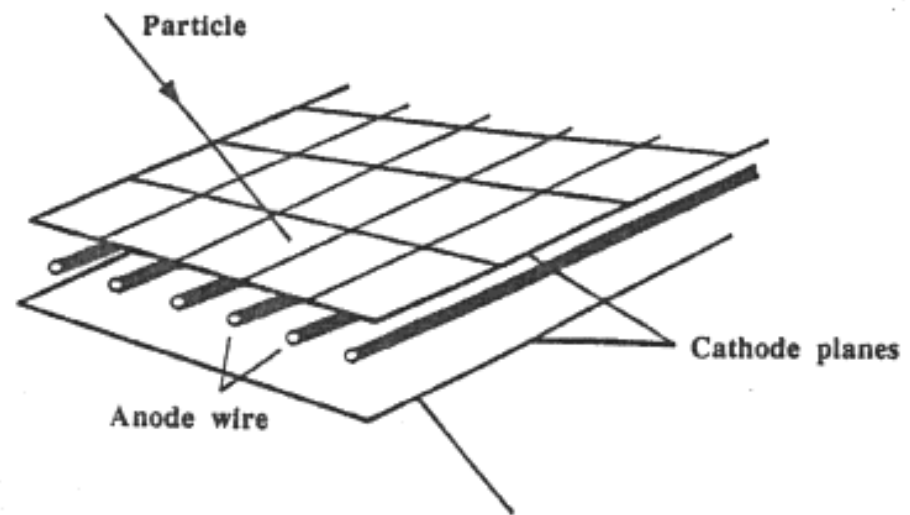
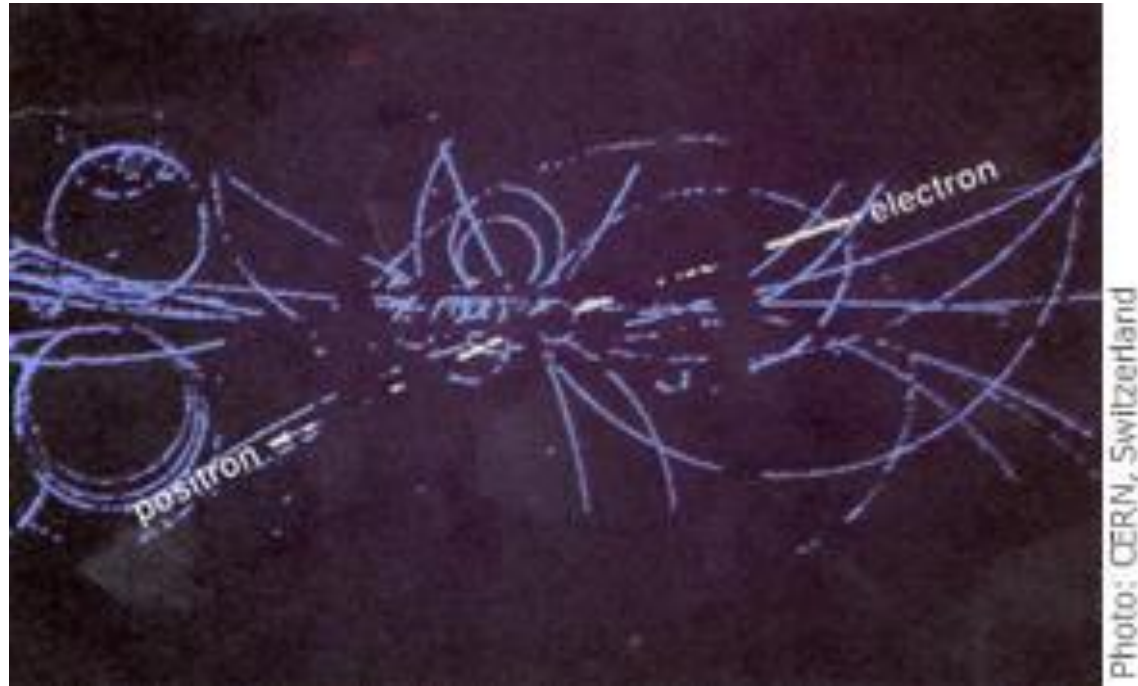


Photo: SLAC, USA

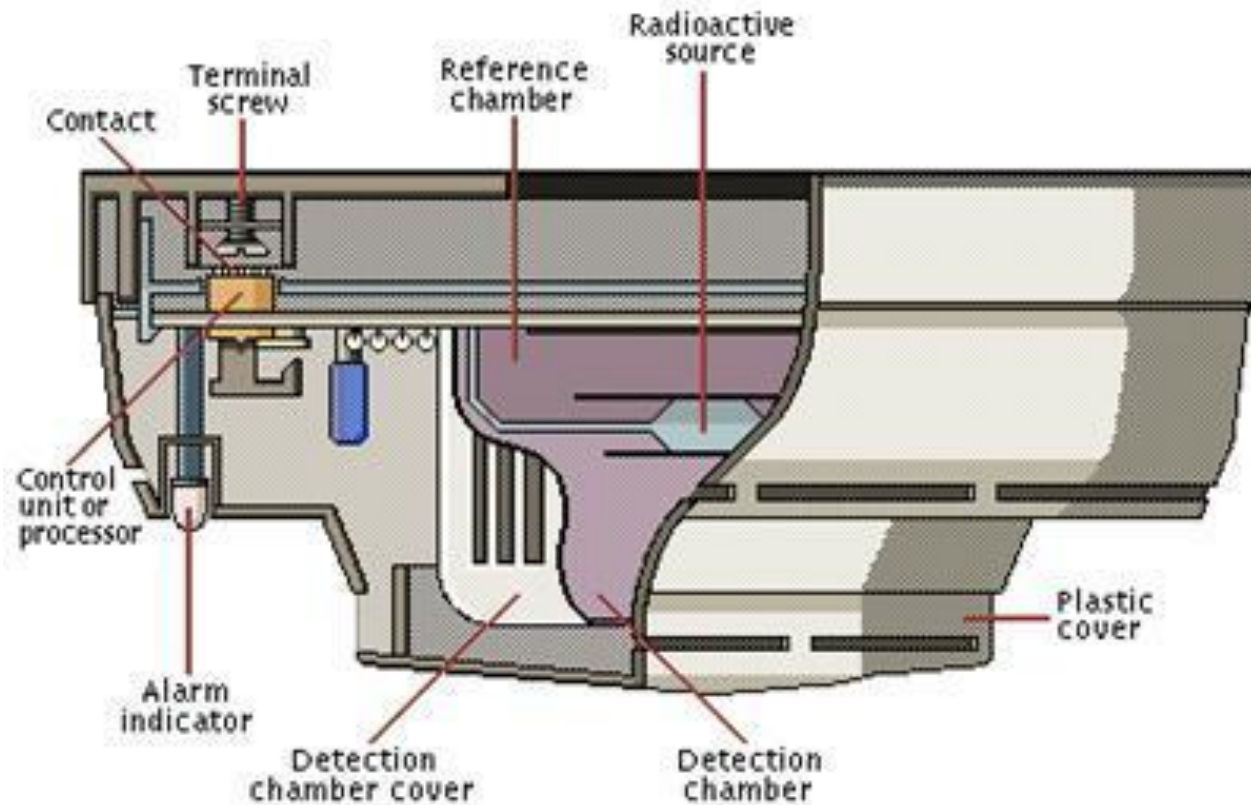




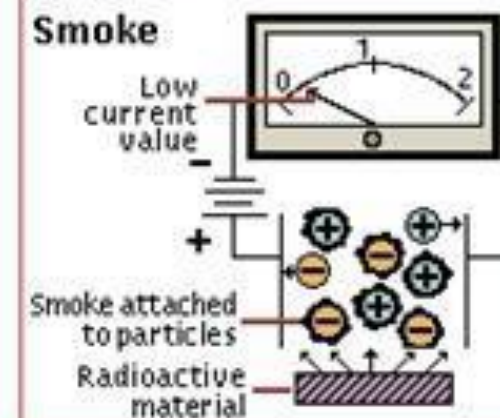
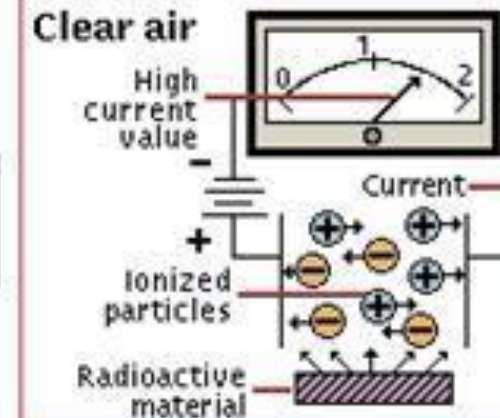
The discovery of the W and the Z particles was rewarded with the Nobel Prize in Physics in 1984 ([Carlo Rubbia and Simon van der Meer](#), CERN). The particle collision in which the Z particle is created and then rapidly decays into an electron and its antiparticle, the positron, can be seen in the middle of the picture. The tracks of all the charged particles are detected in the central drift chamber. The Z particle is only created in one particle collision in a thousand million.



## Detektor dymu



Measuring Circuit in Detection Chamber

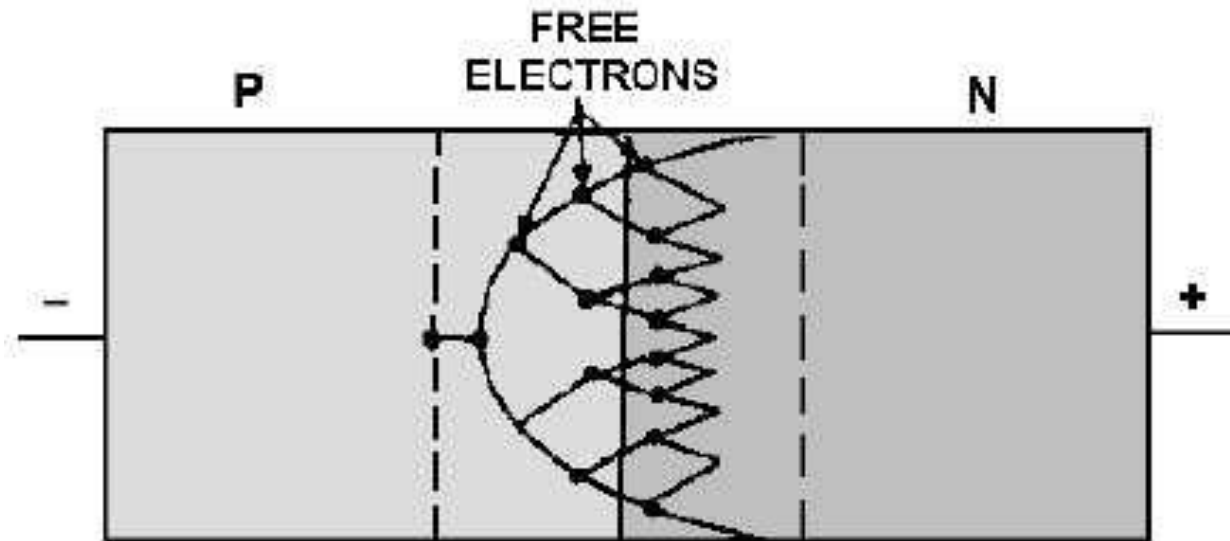


## Americium 241



## Lavínový tranzistor

Hlavne pre rýchle spínanie VN



MASARYK

UNIVERSITY