

Vlákna



Aleš Mráček

Polymerní vlákna - textilie

Textilie tkané i netkané

Mikrovlákna a nanovlákna

Přírodní a syntetická vlákna

Polymerní vlákna - textilie

Vlastnost	bavlna	vlna	př. hedvábi	viskóza	triacetát	PA 6	PA 6.6	PES	PP
pevnost suchá [cN/dtex]	3–4,9	1–2	3,3–4,5	1,6–2,5	1,2–1,5	4–5	4–5	3,7–4,5	2,5
pevnost mokrá [%] ^{*)}	100–110	78–90	80	50–60	60–70	85–90	80–90	100	100
pevnost ve smyčce [%] ^{*)}	70	80	85–90	30–65	38–46	75–85	75–85	80	53
pevnost v uzlu [%] ^{*)}	91	85	88	45–60	95	80	80	80–85	–
tažnost suchá [%]	3–10	20–40	13–25	15–30	25–30	24–32	25–40	45–73	35
tažnost za mokra [%]	11	25–60	25–30	20–40	30–38	28–37	30–50	50–70	44
modul pružnosti [cN/dtex]	42–82	24–34	63	54	41	10–50	10–50	90–100	45
měrná hmotnost [kg/m ³]	1530	1320	1340	1520	1320	1140	1140	1380	980
koeficient tření	0,45	0,24	0,26	0,19	0,29	0,16	0,16	0,58	–
vlhkost při 65% RH [%]	8,5	14	10	13	6,5	4,5	4,1	0,5	0,5
smáčecí teplo [J/g]	11	114	70	05	8,2	30	31	5,6	–
tepelná vodivost ^{**)} [mWm ⁻¹ K ⁻¹]	71	54	50	60	230	240	250	140	120

^{*)} z pevnosti za sucha ^{**)} spleť vláken se stejnou hustotou uspořádání (vzduch 20 a voda 600 mWm⁻¹K⁻¹)

Polymerní vlákna - textilie

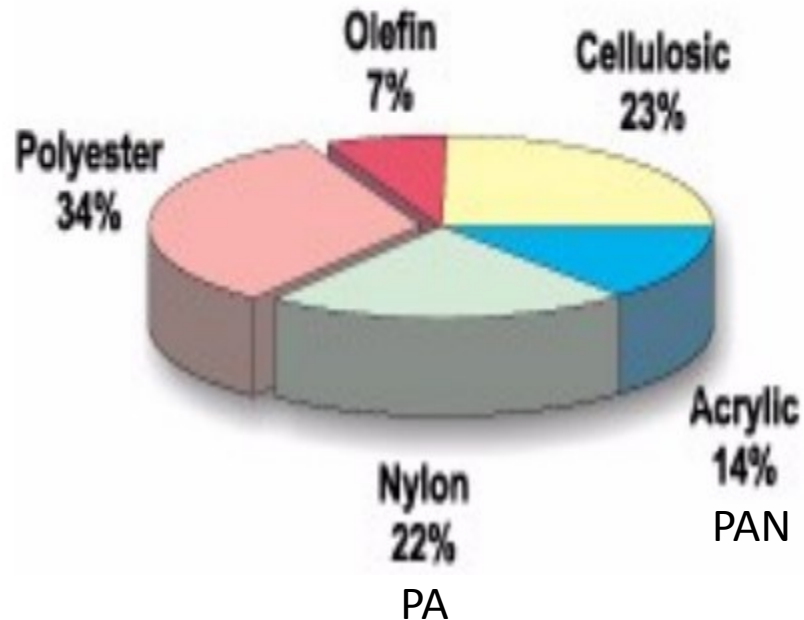
typ vlákna	DIN**)	ČSN*)	název anglicky
vlňené	WO	vl	wool
přírodní hedvábí	SE	ph	silk natural
bavlněné	CO	ba	cotton
lněné	LI	ln	linen/flax
konopné	HA	ko	hemp
jutové	JU	ju	Jute
ramiové	RA	ra	ramie
alginátové	ALG	al	alginate
viskózové	CV	VS	viscose
akrylové	PAN	PAN	acrylic
teflonové	PTFE	–	fluorofibre
polyamidové	PA	PAD	polyamide (nylon)
aramidové	AR	–	aramid
polyesterové	PES	PES	polyester
polypropylenové	PP	POP	polypropylene
polyetylenové	PE	POE	polyethylen
polyuretanové	EL	PUR	elastane
skleněné	GL	–	glass fibre
kovové	MTF	ko	metal fibre

ČSN – již neplatné značení, DIN - ISO

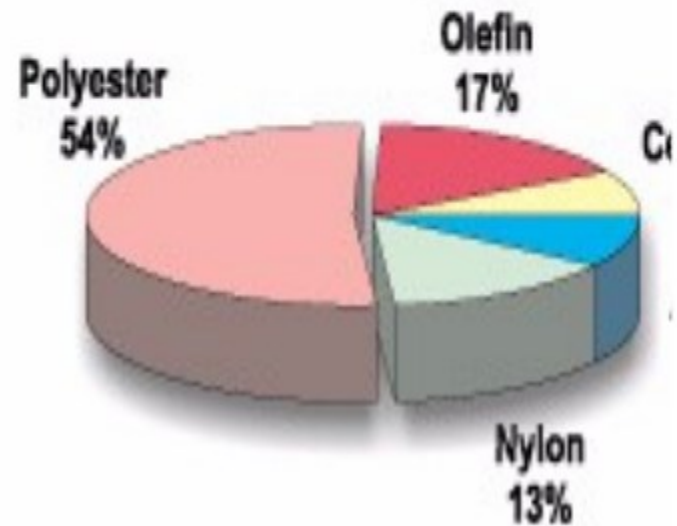
Polymerní vlákna - textilie

Worldwide Fiber Production Share by Fiber Type

1978



1998



Klasifikace vláken

Přírodní vlákna

Rostlinná			Živočišná	Minerální	
Ze semen, plodů	Z listů	Ze stonků	vlna a chlupy	hedvábí	asbest
Bavlna	sisal	len	ovčí	pravé	
kokos	agave	juta	mohér	tussah (plané)	
	henequen	konopí	kašmír	pavoučí	
	abaca	ramie	alpaka		
		kenaf	vikuňa		
		ramie	velbloud		
		kopriva	králik		

Vlákna chemická z přírodních polymerů

Regenerovaná celulóza	deriváty celulózy	regenerované bílkoviny	biosyntéza ostatní
Viskózová	triacetát	kasein	kyselina mléčná
Mědnaté hedvábí	semi diacetát	zein	polyhydroxybutyrát
Nitrátové hedvábí		arašídová	bakteriální celulóza
Lyocelová		sojová	chitinová chitosanová
Z roztoku v H_3PO_4		regenerované hedvábí	alginátová

Vlákna chemická ze syntetických polymerů

Polyamidy	Polyestery	Vinylové deriváty	Polyolefiny	Polyuretany	Speciální
PA 6	PES(2)*	PAN	PE	EL	PBO
PA 6.6	PEN	PVC	PP		PBI
PA 4	PES(3)	PVA	-		PEI
Nomex	PES(4)	PTFE	-		PEEK
Kevlar	Aromatické	polystyren	-		Novolak

Klasifikace vláken

Textilie dle geometrie

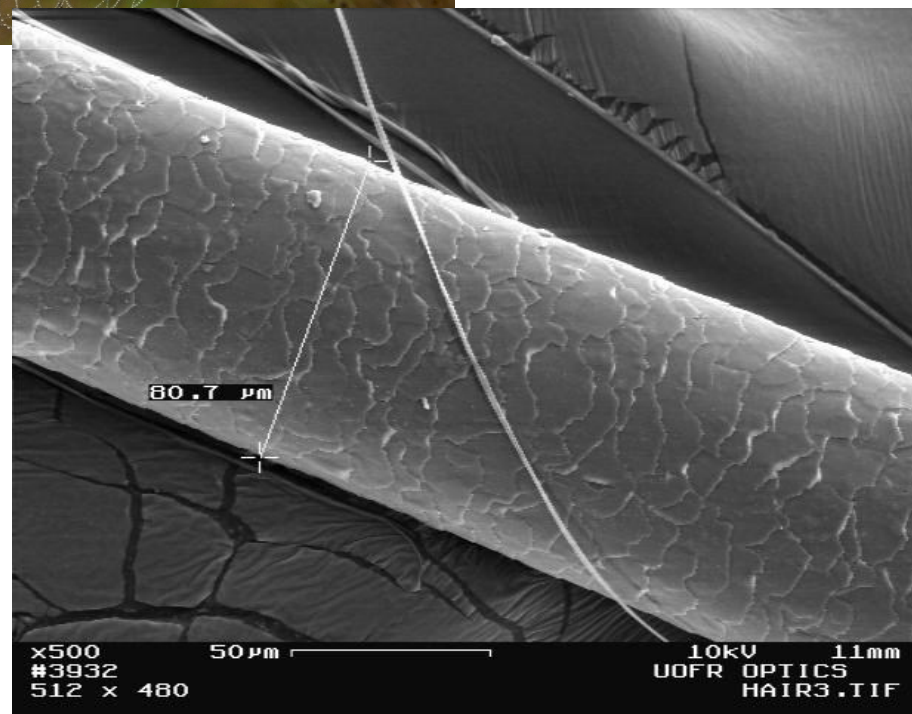
<u>lineární</u>	<u>plošné</u>	<u>prostorové</u>
- vlákna - příze - nitě	- tkaniny - pleteniny - netkané textilie - pleteno/tkaniny	- plsti - špalky - 3D tkaniny - 3D pleteniny

Textilie dle účelu použití

<u>oděvní</u>	<u>technické</u>	<u>speciální</u>
spotřeba souvisí přímo s počtem lidí	spotřeba souvisí s vyspělostí společnosti (agro, geo., kosmos atd.)	náhrada lidské kůže čidla, indikace oděvní elektronika

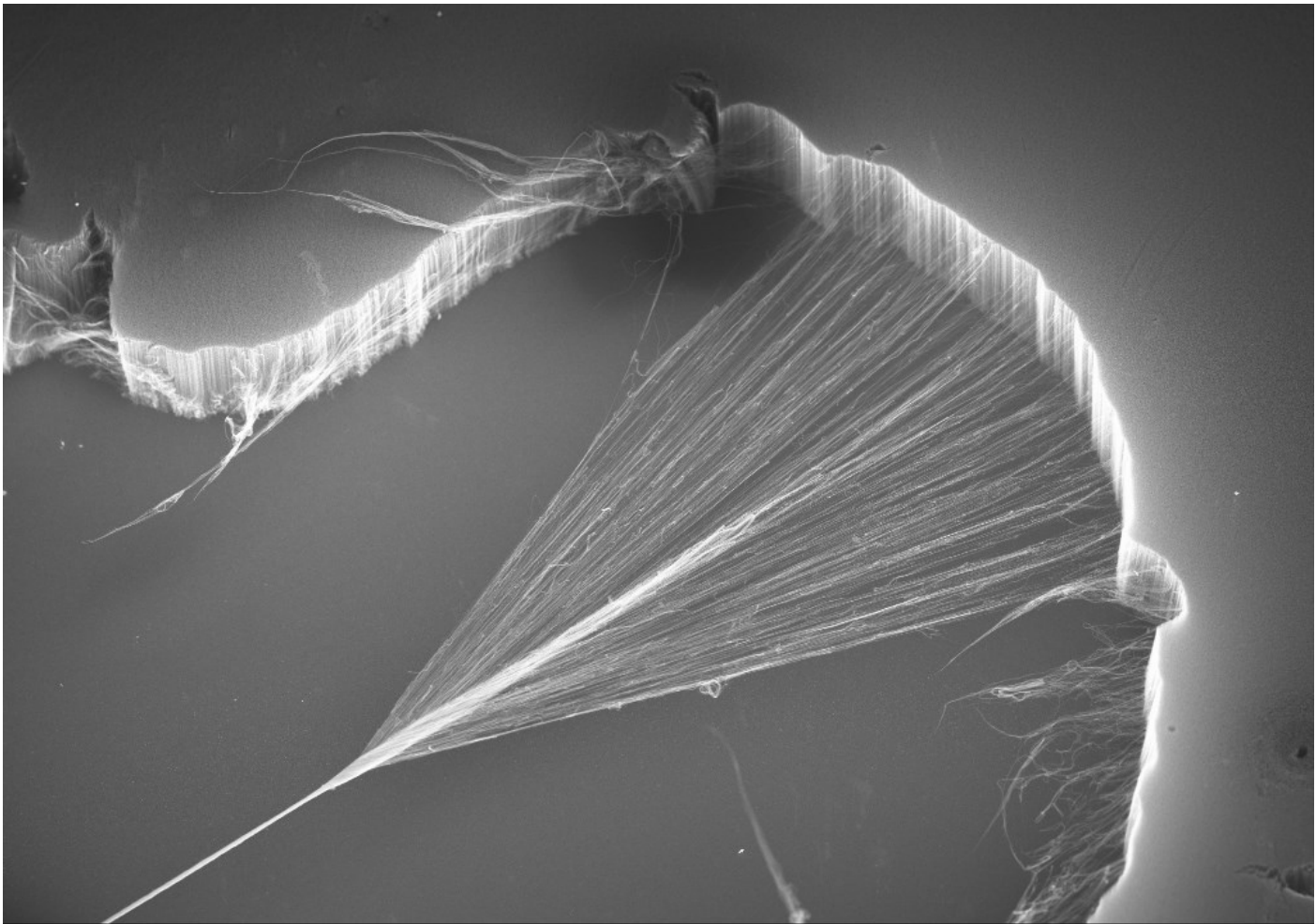
Přírodní vlákna

1) pavoučí vlákno



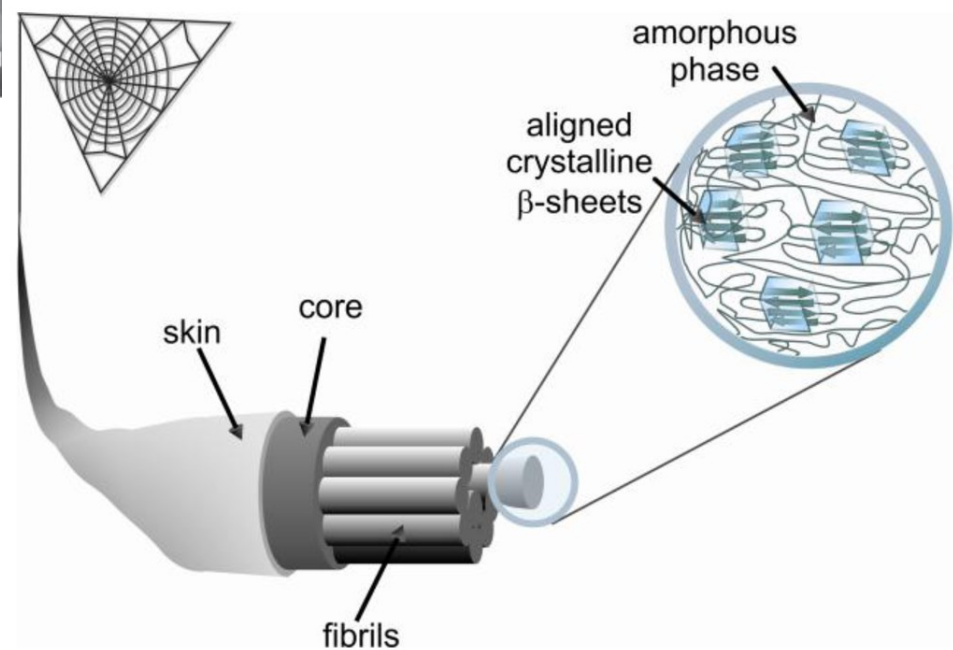
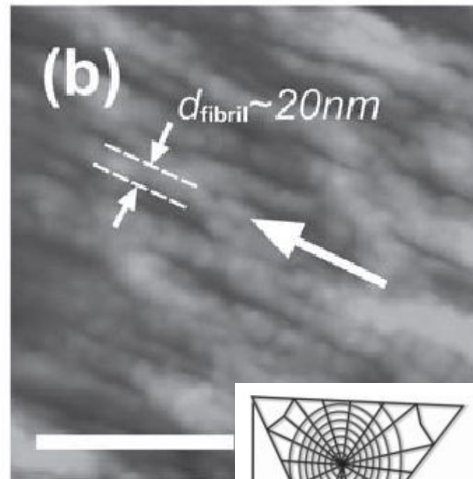
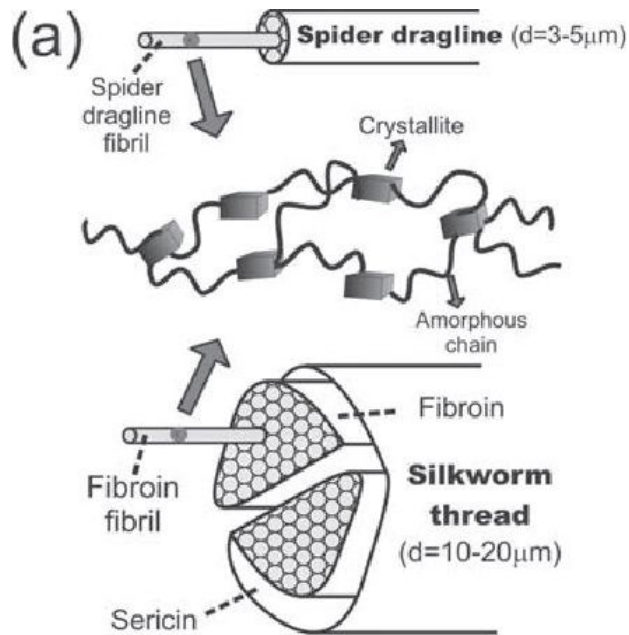
Přírodní vlákna

1) pavoučí vlákno



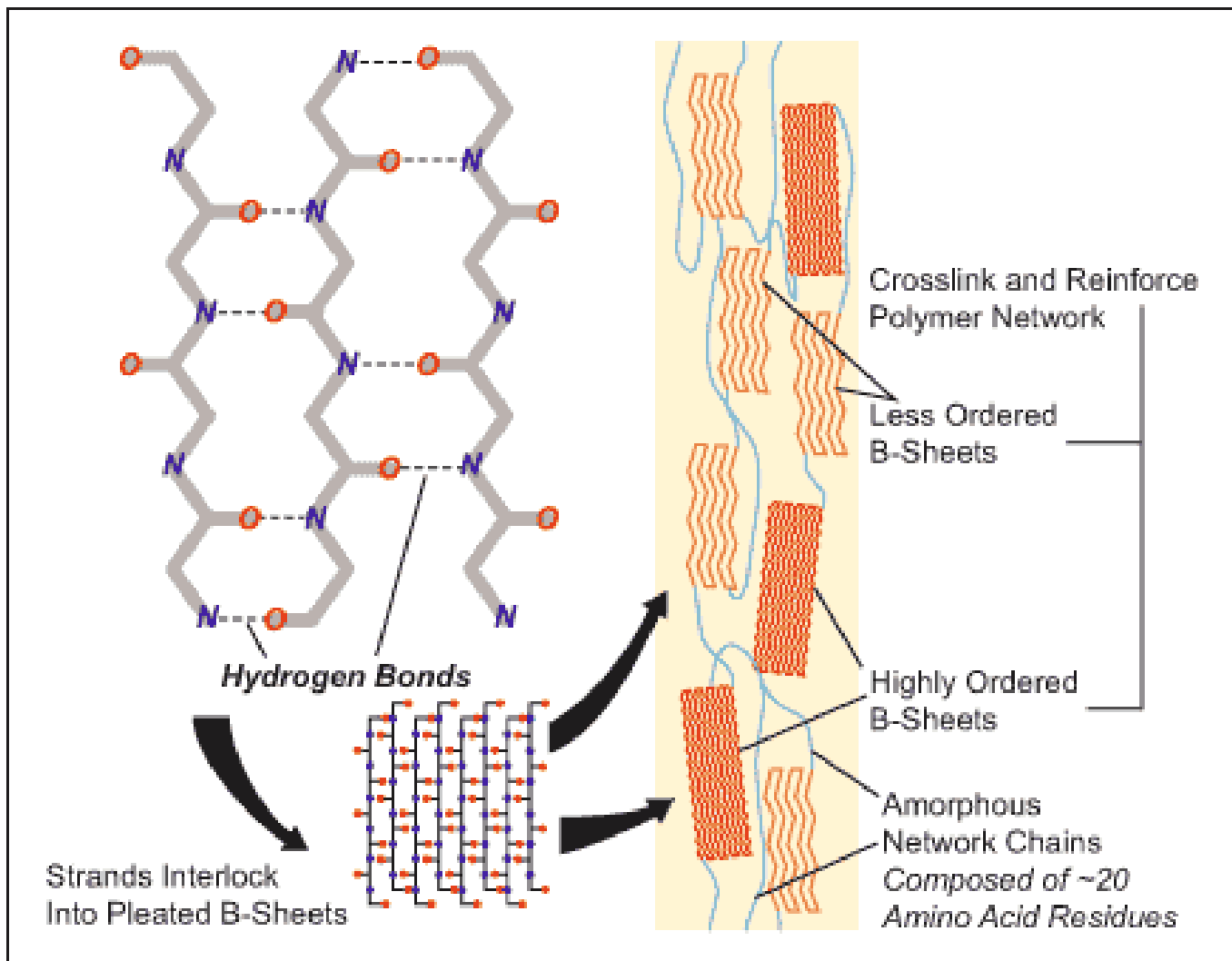
Přírodní vlákna

1) pavoučí vlákno



Přírodní vlákna

1) pavoučí vlákno

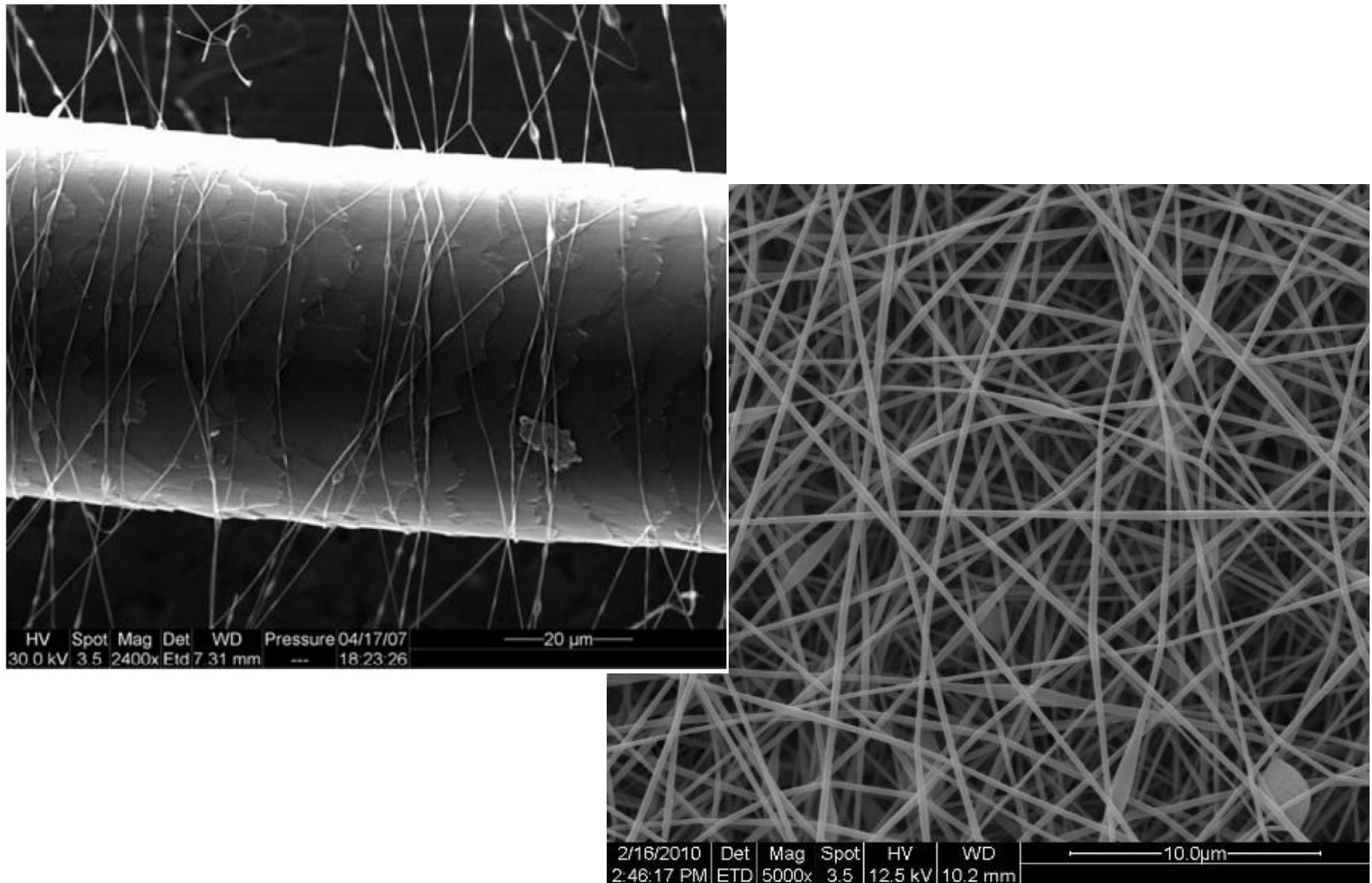


Pavoučí vlákna

- velice pevné a pružné
- průměr 20 - 150nm
- větší pevnost v tahu než ocel (370-1100 MPa), pavoučí vlákno (až 1,7GPa)
- pružnost – pavoučí vlákno 30-40%, ocel 8%, nylon 20%
- vlákno by muselo být až desítky kilometrů dlouhé k přetržení vlastní vahou, nejpevnější ocel nepřesáhne 10 km

Fiber	Diameter (μm)	Coefficient of Variation (%)
Spider silk	3.57	14.8
<i>Bombyx mori</i> silk	12.9	24.8
Merino wool	25.5	25.6
Human hair	89.3	17.0
Cotton	10–27	2.5
Polyester	12–25	4–5
Nylon	16–24	3–6

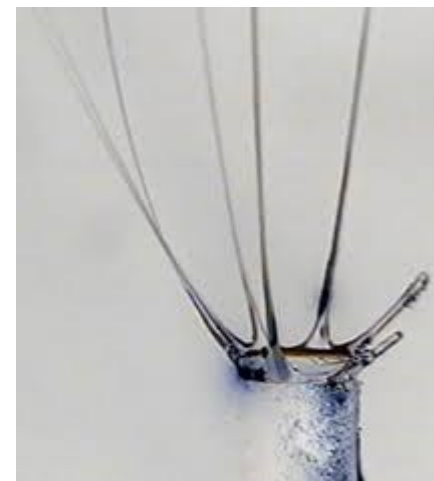
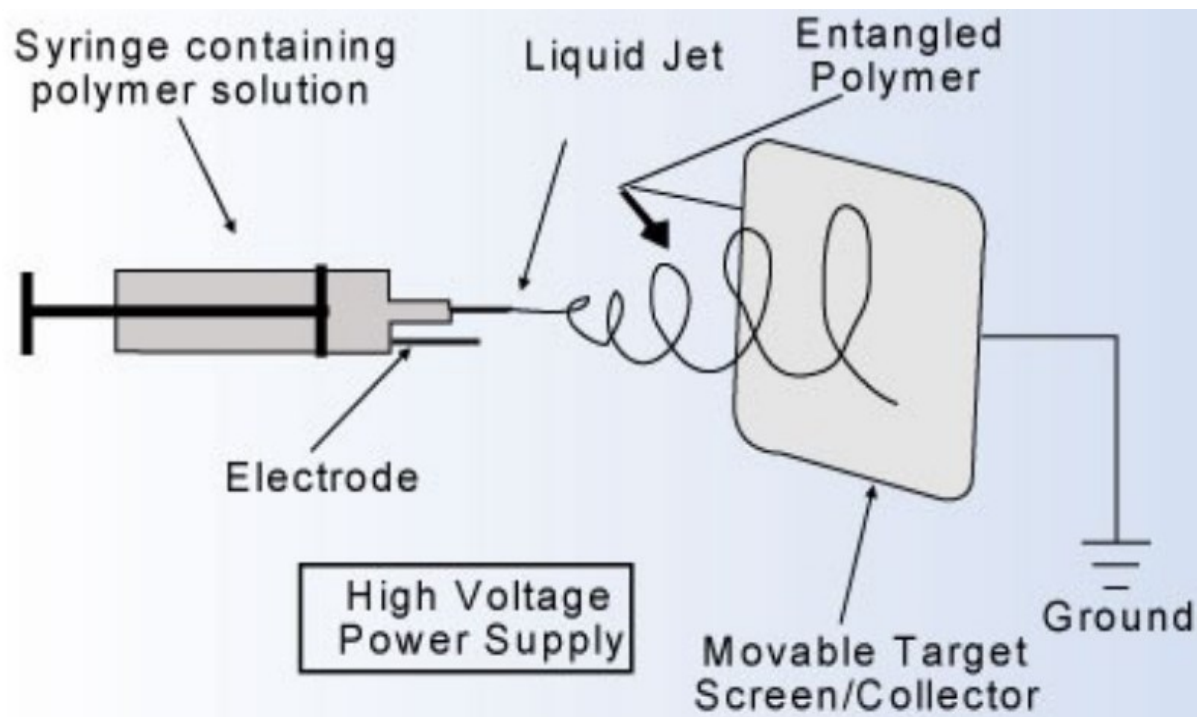
Nanovláčna - elektrospining



<https://www.youtube.com/watch?v=Pac1M6D9dus>

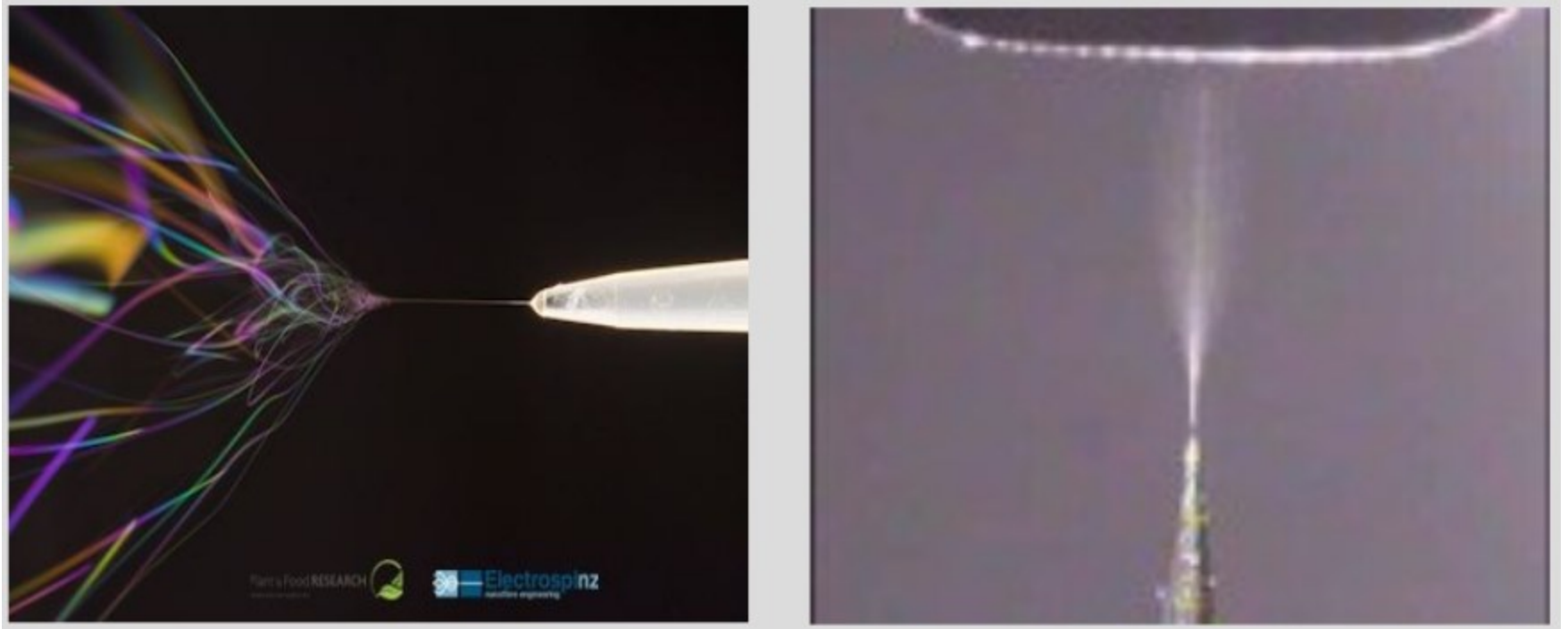
Nanovlákná - elektrospining

<https://www.youtube.com/watch?v=rUTS1klmNPc>

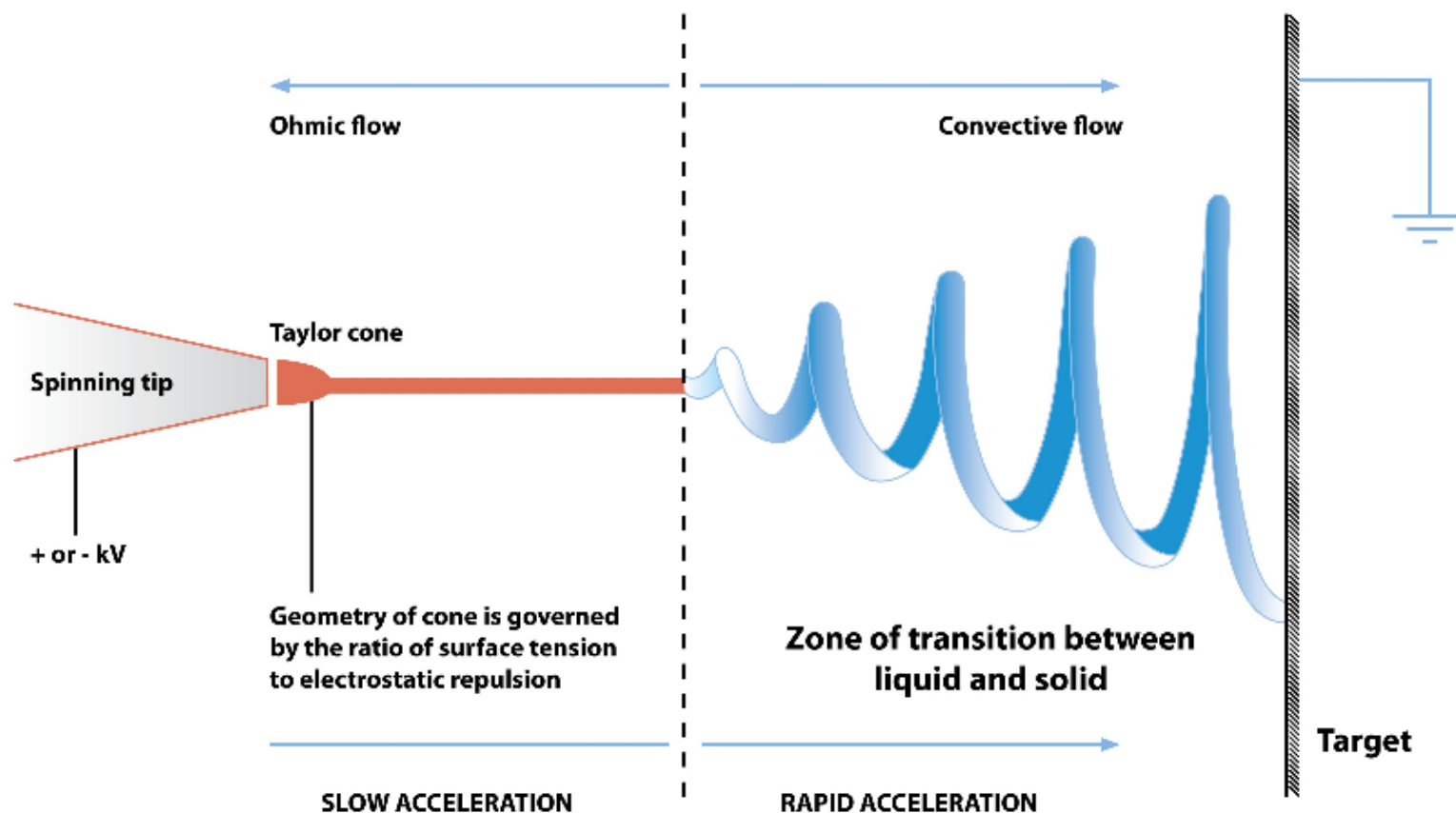


<https://www.vimproc.cz/?page=record&id=404>

Nanovlákná - elektrosponing



Nanovlákná - elektrospining



Elektrospinning

1. Gravitational force F_G (towards the collector plate in a vertically arranged apparatus). The force is dependent on density of solution (usually ignored in models). $F_G = \rho \pi r^2 g$, where ρ is the density of the liquid and g is the acceleration due to gravity.
2. The electrostatic force F_E , which extends the jet and propels it towards the grounded collector. The force is determined by the applied electric field and material characteristics. $F_E \propto E$.
3. Coulombic repulsion forces F_C on the surface of the jet, which introduce instability and whipping motions. The magnitude of F_C is dependent on the characteristics of the polymer and solvent.
4. Viscoelastic forces, which work against elongation of the jet in the electric field. This depends on the polymer molecular weight, the solvent, and the type of polymer.
5. Surface tension forces, which work against the stretching of the jet. This depends on solvent type, polymer, and additives.
6. Frictional forces between the surface of the jet and the surrounding air or gas.

Nanovláčna - elektrospining

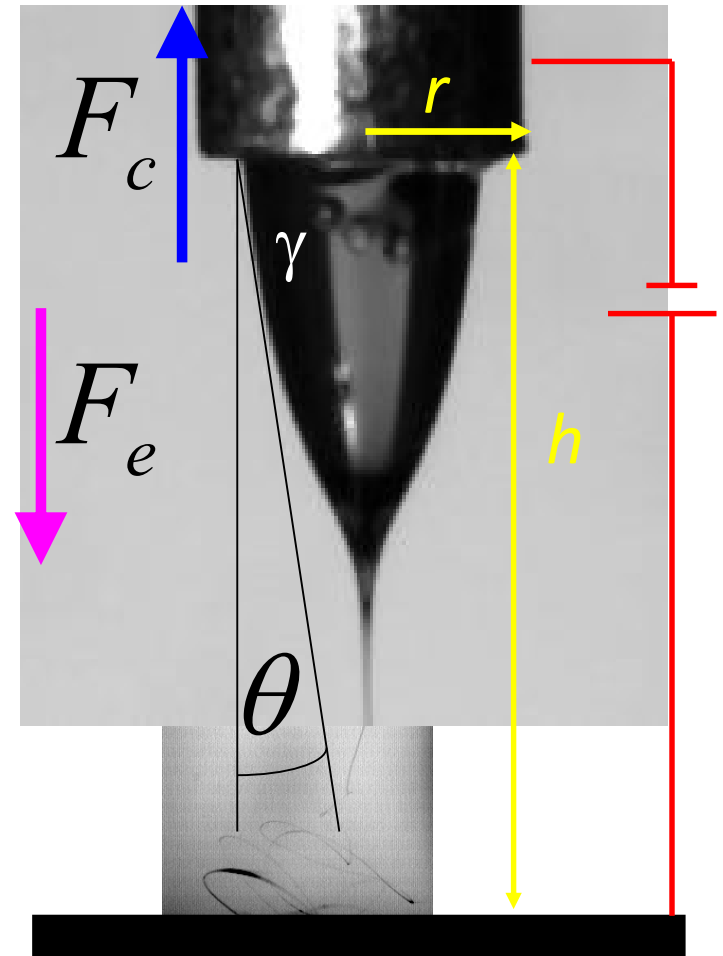
Kapilární síla $F_c = 2\pi r \gamma \cos \theta$

Elektrická síla $F_e = \int (1 / 2 \epsilon E^2) ds$

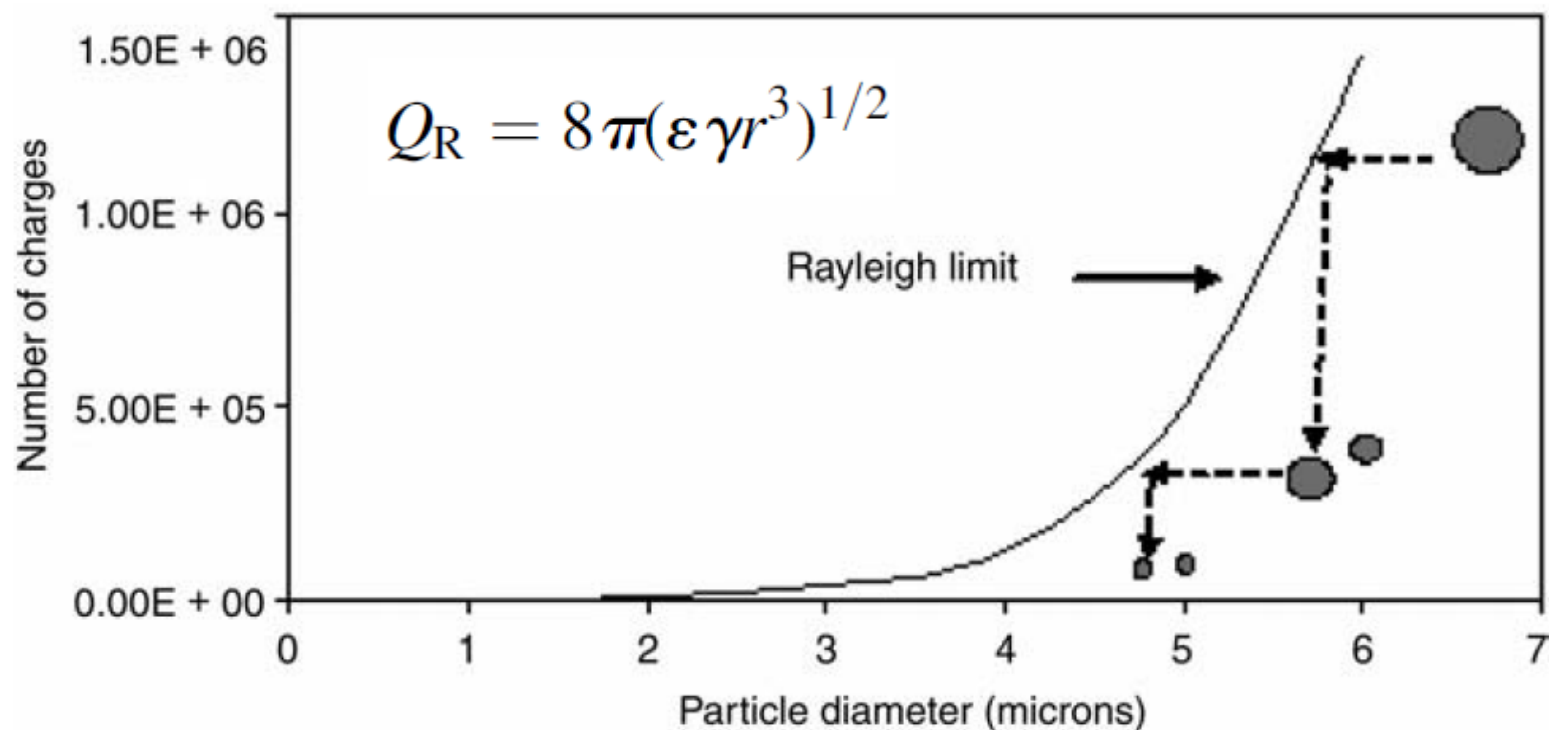
ROVNOVÁHA SIL

$$F_e = F_c$$

V/A charakteristika

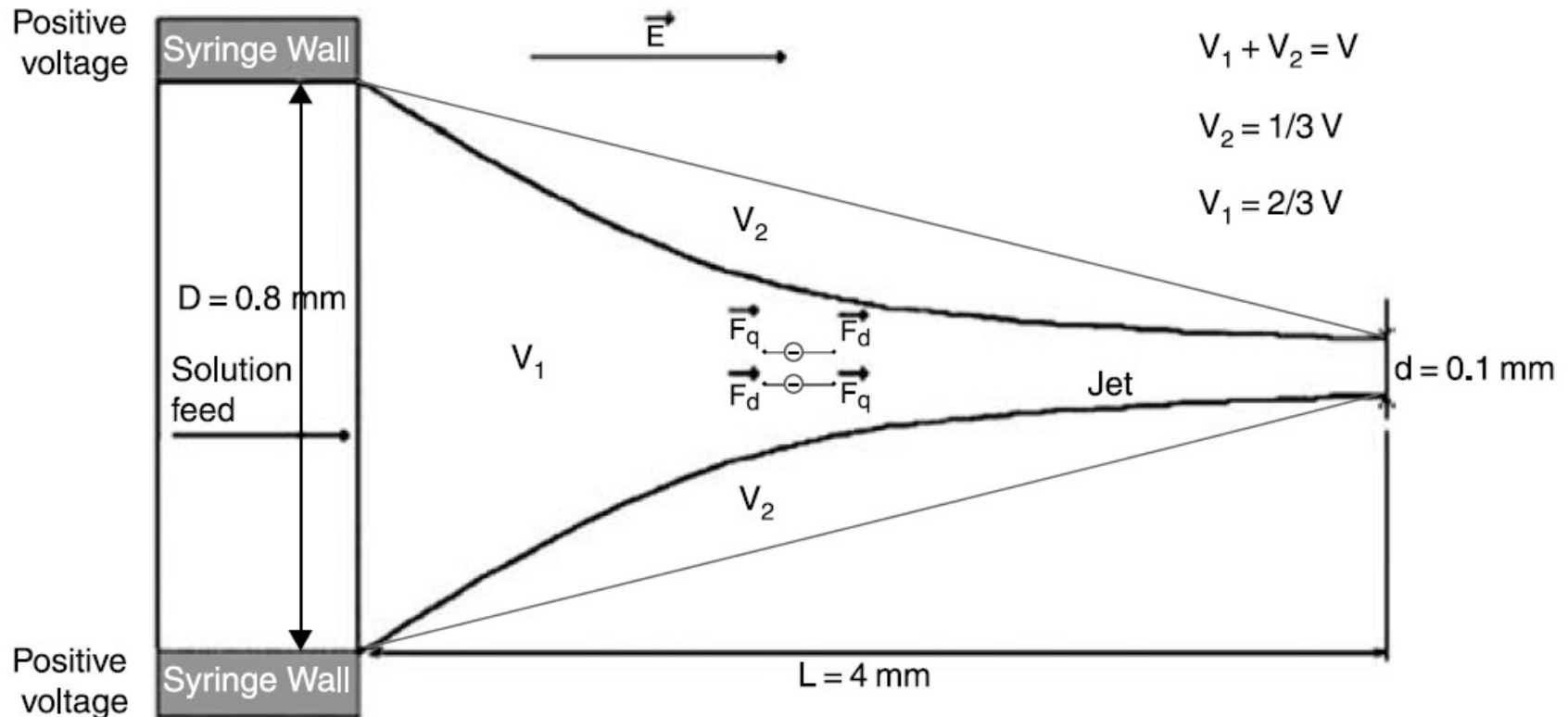


Nanovláčna - elektrospining



Nanovlákná – elektrospining

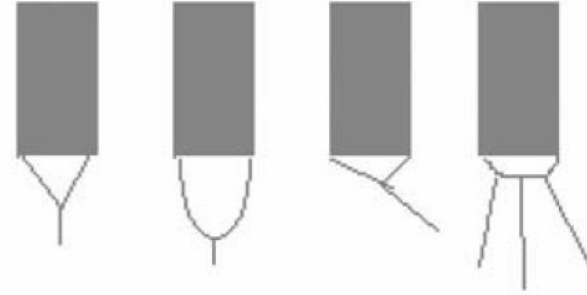
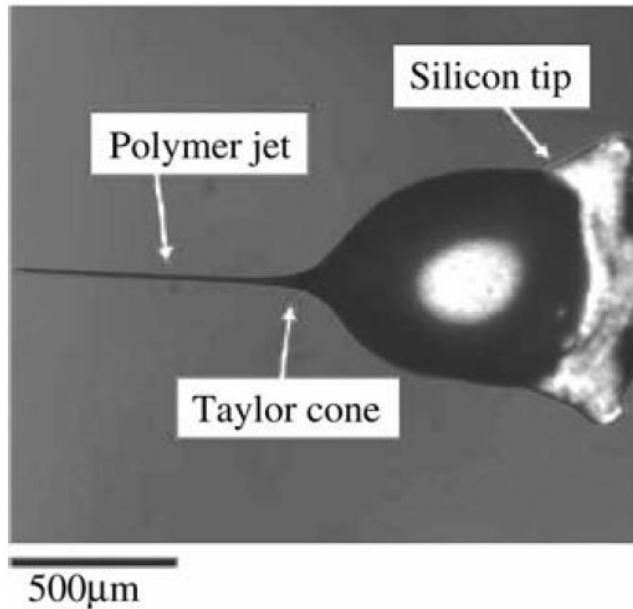
Taylorův kotouč



$$V_C^2 = (2L/h)^2 (\ln(2h/R) - 1.5) (0.117 \pi RT)$$

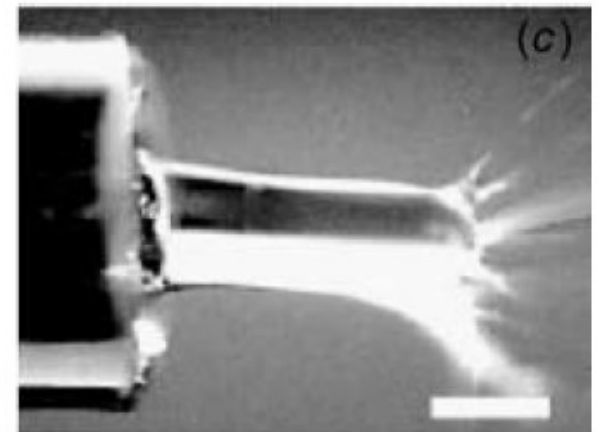
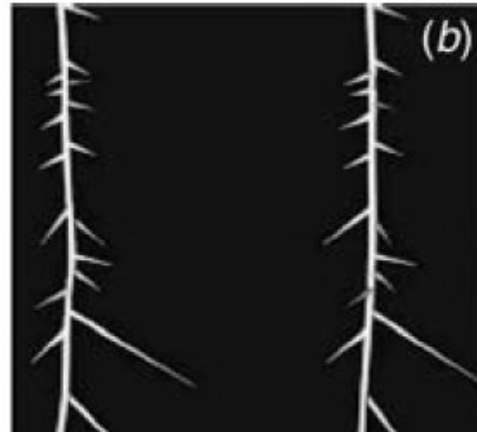
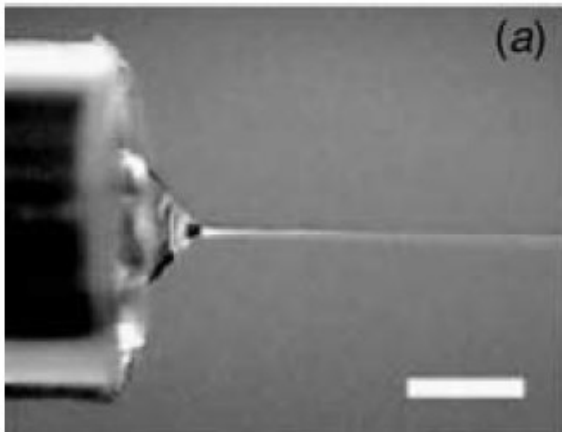
Nanovlákná – elektrospining

Taylorův kotouč

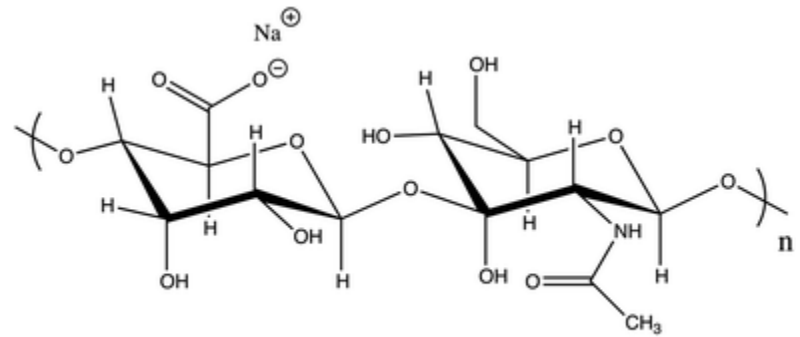


$$\text{Feed rate} = (\pi d^2 \rho u)/4$$

$$\pi d Q u + (k \pi d^2 E)/4 = I$$



Nanovlákná – elektrospining - biopolymery



D - Glucuronic acid

N - Acetyl D - Glucosamine

