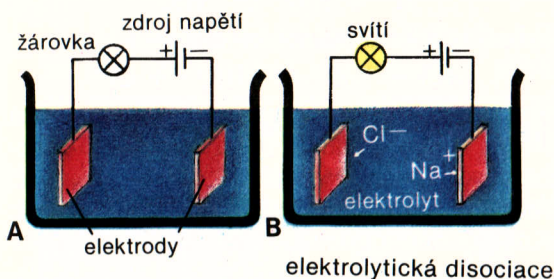


elektrografie, kalorimetrie, termometrická titrace, turbidimetrie. Stačí? Ani tím není výčet různých dalších metod skončen. Určitý přehled o chemických, fyzikálních a fyzikálně chemických metodách analytické chemie jsme získali a tak přejděme k části chemie, která se nazývá elektrochemie.

## ELEKTROCHEMIE

Elektrochemie je část fyzikální chemie, která se zabývá vznikem elektricky nabitých částic v roztocích některých látek, elektrickou vodivostí takovýchto roztoků, průběhem chemických reakcí

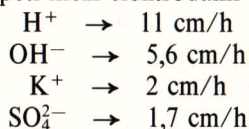
OBR.  
/251/



vyvolaných účinkem elektrického proudu, otázkami přeměny chemické energie na energii elektrickou, korozi kovů i jinými otázkami, z nichž se s některými seznámíme v dalších kapitolách.

Začněme jednoduchým pokusem. Ponoříme-li do roztoku chemicky čisté vody dvě kovové destičky zvané **elektrody** (OBR. 251 A) a připojíme k nim zdroj stejnosměrného napětí, zjistíme, že obvodem proud téměř neprotéká. Podobně se můžeme přesvědčit, že proud prakticky neprotéká ani krystalem chloridu sodného NaCl. Rozpustíme-li však NaCl ve vodě, zjistíme, že obvodem začne proud protékat (OBR. 251 B). Vysvětlení? Ve vodném prostředí se krystaly NaCl štěpí na kationty  $\text{Na}^+$  a anionty  $\text{Cl}^-$ , které zprostředkovávají vedení elektrického proudu. Štěpení látek na elektricky nabitě ionty při jejich rozpouštění se nazývá **elektrolytická disociace**. Látky, které při rozpouštění nebo tavení disociují a vedou elektrický proud, se nazývají **elektrolyty**. Elektrolyty jsou především kyseliny, zásady a soli. **Neelektrolyty** jsou například roztok cukru v alkoholu, glycerin a další látky. Podstata vedení elektrického proudu kovovými vodiči a elektrolyty není stejná. V čem je rozdíl? Již dříve jsme si říkali, že v kovo-

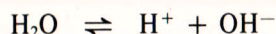
vých vodičích vzniká elektrický proud usměrněným pohybem volných elektronů. V elektrolytech vzniká elektrický proud usměrněným pohybem iontů. Rozdíl je také v tom, že kovové vodiče se průchodem proudu chemicky nemění a nazývají se proto **vodiče první třídy**, elektrolyty se naopak průchodem proudu rozkládají a nazývají se **vodiče druhé třídy**. K podrobnostem se ještě vrátíme. Víte, jakou rychlostí se ionty pohybují k elektrodám? Kdo by vycházel ze skutečnosti, že při pokusu na OBR. 251 se žárovka rozsvítí okamžitě, a že se tedy ionty musí pohybovat velkou rychlostí, zmýlil by se. Přesvědčte se o tom na několika údajích, které se vztahují k teplotě elektrolytu  $18^\circ\text{C}$  a k napětí mezi elektrodami 1 V:



Aby nedošlo k nedorozumění — zkratka h znamená hodinu.

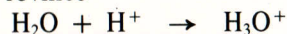
## PROČ JSOU NĚKTERÉ LÁTKY KYSELÉ A JINÉ ZÁSADITÉ?

V předchozí kapitole jsme si říkali, že chemicky čistá voda elektrický proud téměř nevede. Všimněte si, že říkáme téměř, protože určitou vodivost voda přece jen má, a to tedy znamená, že ve vodě musí být přítomny ionty. Jaké ionty? Přesným měřením při teplotě  $25^\circ\text{C}$  bylo zjištěno, že přibližně z každých 550 000 000 nedisociovaných molekul  $\text{H}_2\text{O}$  je 1 molekula  $\text{H}_2\text{O}$  disociována podle rovnice

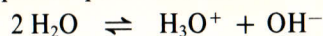


Jinými slovy řečeno — v 1 litru vody je obsaženo přibližně  $0,000\,000\,1 \text{ g} = 10^{-7} \text{ g} \doteq 10^{-7}$  molu vodíkových iontů  $\text{H}^+$  a tuto skutečnost vyjadřujeme zápisem  $[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ mol l}^{-1}$ .

K předchozí rovnici ještě poznámku v zájmu přesnosti. Vodíkový kation  $\text{H}^+$  nemůže v roztoku volně existovat, váže se na nejbližší molekulu  $\text{H}_2\text{O}$  podle rovnice



a vytváří ion  $\text{H}_3\text{O}^+$ , který se nazývá **oxonium** nebo **hydronium**, podle staršího názvosloví také hydroxoniový ion. Disociace molekul vody tedy probíhá správně podle rovnice





V elektrochemii je však obvyklý pojem vodíkový ion  $H^+$ , a tak jej budeme používat i my s vědomím, že jde o hydronium  $H_3O^+$ .

Z výše uvedené disociační rovnice molekul vody je jistě zřejmé, že koncentrace vodíkových iontů  $[H^+]$  se rovná koncentraci hydroxidových iontů  $[OH^-]$ . Pro chemicky čistou vodu při teplotě  $25^\circ C$  platí prakticky přesně

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol l}^{-1},$$

přičemž součin koncentrací těchto iontů určený vztahem  $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$

se nazývá **iontový součin vody**, který je při dané teplotě konstantní.

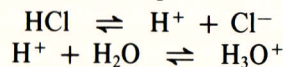
K vyjadřování koncentrace vodíkových iontů  $[H^+]$  byl zaveden pojem **vodíkový exponent** se zkratkou pH [čteme „pé há“], jehož hodnota se rovná, zjednodušeně řečeno, exponentu mocniny koncentrace vodíkových iontů s opačným znaménkem. Tedy v našem případě:

$$\text{Je-li } [H^+] = 10^{-7} \text{ mol l}^{-1}, \text{ pak } \text{pH} = 7.$$

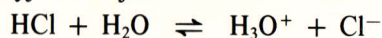
K čemu je to dobré? Roztoky, které při teplotě  $25^\circ C$  mají  $\text{pH} = 7$ , se nazývají **roztoky neutrální**, roztoky s  $\text{pH} < 7$  **kyselé** a roztoky s  $\text{pH} > 7$  **zásadité**, jak je znázorněno v TABULCE 252.

Všimněte si, že součin koncentrací  $[H^+]$  a  $[OH^-]$  (sčítáme záporné exponenty) je vždy  $10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$ . Řekneme-li, že má roztok  $\text{pH} = 4$ , znamená

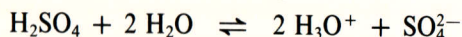
Jak vznikají kyselé a zásadité roztoky. Z TABULKY 252 je zřejmé, že kyselost roztoku je vyvolávána přebytkem vodíkových iontů  $H^+$  a zásaditost přebytkem hydroxidových iontů  $OH^-$ . A tak když ve vodě rozpustíme látku, která je schopna disociace za vzniku iontů  $H^+$  (podobně závěry platí pro látky, které disociují za vzniku iontů  $OH^-$ ), poruší se tím rovnovážný stav  $[H^+]$  a  $[OH^-]$  ve prospěch koncentrace  $[H^+]$  a roztok se stane kyselý. Tak je tomu například u kyseliny chlorovodíkové, kdy dochází nejdříve k disociaci molekul  $HCl$ , a pak k tvorbě hydronia  $H_3O^+$  podle rovnic



neboli vyjádřeno jedinou rovnicí



Domníváte se, že koncentrovaná 98%ní kyselina sírová  $H_2SO_4$  koroduje ocelovou nádobu mnohem rychleji než zředěná 49%ní kyselina sírová? Možná vás překvapí, že je tomu právě naopak. Koncentrovaná kyselina sírová je totiž málo disociována, nemá vlastnosti silné kyseliny a za chladu s ocelí téměř nereaguje. Zředíme-li ji však vodou, dojde k silné disociaci podle rovnice



a pak rozpouští většinu kovů. Samozřejmě to neznamená, že koncentrovaná kyselina není nebez-

OBR.  
/252/

ROZTOKY															
	kyselé							neutrální	zásadité						
	silně			středně		slabě			slabě		středně		silně		
$pH$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$[H^+]$	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$	$10^{-12}$	$10^{-13}$	$10^{-14}$
$[OH^-]$	$10^{-14}$	$10^{-13}$	$10^{-12}$	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$

to, že koncentrace roztoku vodíkových iontů je  $[H^+] = 10^{-4} \text{ mol l}^{-1}$ , ale současně je tím určena i koncentrace hydroxidových iontů  $[OH^-] = 10^{-10} \text{ mol l}^{-1}$ . Všimněte si také, že čím má roztok nižší hodnotu pH, tím má vyšší koncentraci vodíkových iontů  $[H^+]$  a tím je kyselejší. Při každém snížení pH o jednotku, tedy například z  $\text{pH} = 6$  na  $\text{pH} = 5$ , vzroste koncentrace vodíkových iontů  $[H^+]$  desetkrát a tím se desetkrát zvýší i kyselost roztoku. Podobně je tomu i u zásaditých roztoků.

pečná. Naopak. Právě koncentrovaná kyselina způsobuje vážné popáleniny a poškození textilií, pryže a jiných látek tím, že má silné oxidační vlastnosti, oxiduje uhlík na oxid uhličitý, síru na oxid siřičitý atd., a tím narušuje organické látky. Právě tak jsou nebezpečné i silné zásady.

Z uvedeného příkladu vyplývá i obecně platný poznatek, že účinek kyselin a zásad závisí nikoli jen na jejich koncentraci, ale zvláště na koncentraci hydroniových a hydroxidových iontů neboli na hodnotě pH, přičemž hodnota pH závisí na



tzv. **disociačním stupni**, který je pro různé kyseliny a zásady rozdílný. Poodrobnostmi se však zabývat nebudeme, a tak si jen pro představu prohlédněte TABULKU 253, kde jsou uvedeny disociační

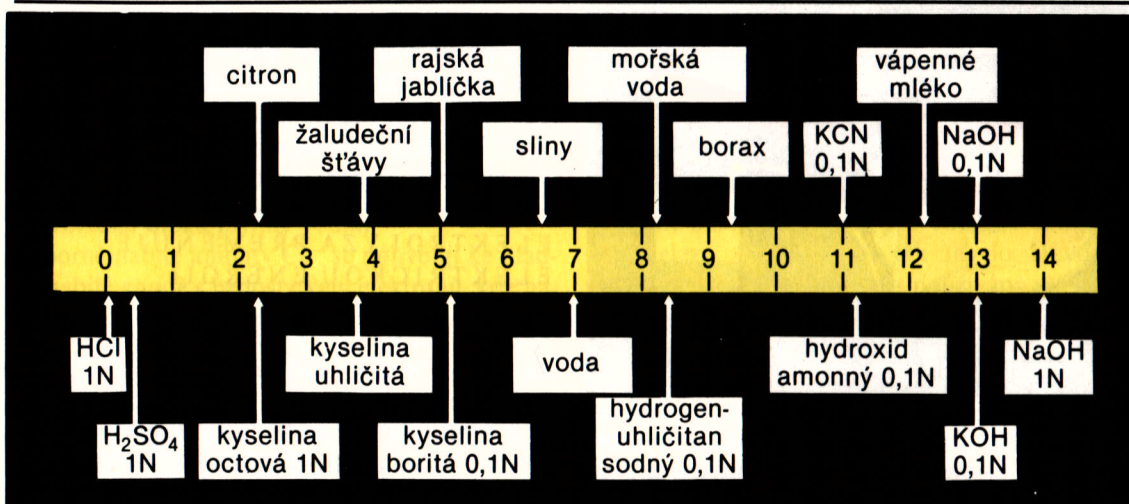
hodnoty pH některých roztoků v závislosti na jejich koncentraci.

Jak zjišťujeme hodnoty pH různých roztoků? K přesnému měření pH používáme elektrických zařízení, která se nazývají obecně **pH-metry**. K přibližnému určení pH používáme látek, které se nazývají **neutralizační** nebo **acidobazické indikátory**, stručně jen **indikátory**. Jsou to většinou organické sloučeniny, jejichž struktura molekul se mění v závislosti na koncentraci vodíkových iontů a tato změna se projeví ve změně jejich zbarvení. Názvy a zbarvení některých nejpoužívanějších indikátorů při jednotlivých hodnotách pH jsou znázorněny na OBR. 255. A tak když do neznámého roztoku přidáme kapku fenolftaleinu rozpuštěného v ethylalkoholu a roztok se zbarví

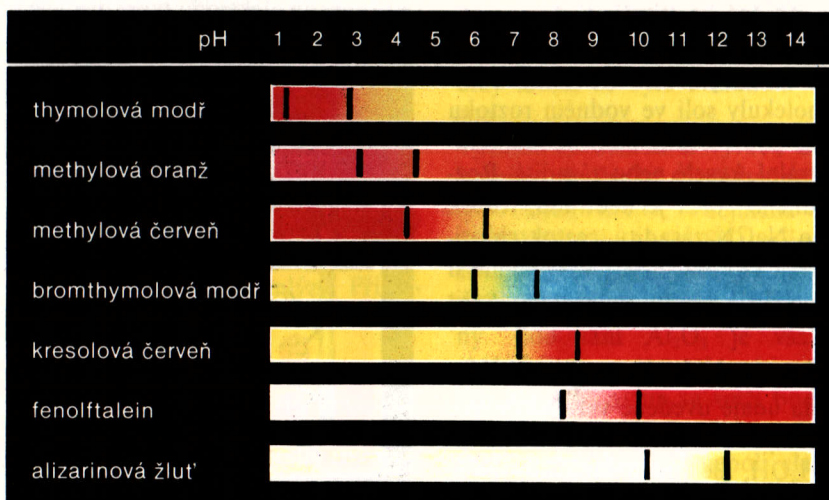
OBR. /253/

STUPEŇ DISOCIACE KYSELIN A ZÁSAD		
HCl	95 %	silná kyselina
NaOH	91 %	silná zásada
HCN	0,01 %	slabá kyselina
NH <sub>4</sub> OH	1,4 %	slabá zásada

stupně silných a slabých kyselin a zásad, a nákres na OBR. 254, na němž jsou vyznačeny přibližné



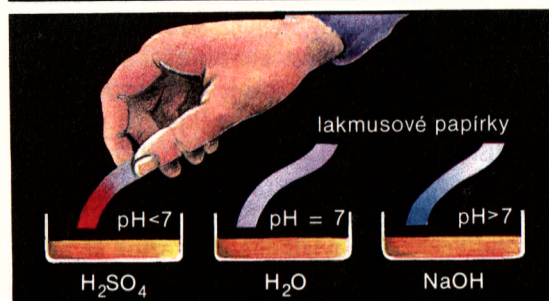
OBR. /254,



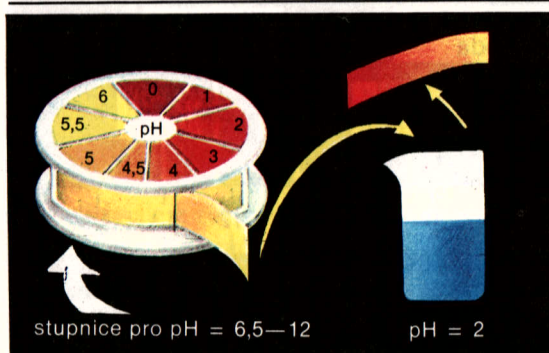
OBR. 255/

červeně, můžeme si být jisti, že jde o zásadu, jejíž pH je větší než 10. K určení kyselosti nebo zásaditosti roztoků se běžně používají tzv. **indikátorové papírky**, například lakmusové papírky napuštěné rostlinným organickým barvivem lakmusem (OBR. 256) nebo **univerzální indikátorové papírky** (OBR. 257) napuštěné směsí různých indikátorů,

OBR. /256/

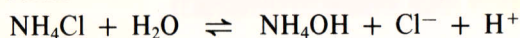


OBR. /257/



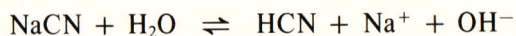
jejichž zbarvení porovnáváme s vyznačenou barevnou tabulkou, a tak jedinou zkouškou určíme přibližnou hodnotu pH v rozmezí 0 až 12.

Ještě poznámku. Možná jste si všimli, že na OBR. 254 jsou uvedeny nejen kyseliny a zásady, ale i soli, jako je kyanid draselný KCN. Samozřejmě nejde o omyl. I molekuly solí ve vodném roztoku disociují, přičemž podle druhu soli mohou vzniknout roztoky neutrální, kyselé nebo zásadité. Roztok chloridu sodného NaCl je neutrální, roztok kyanidu sodného NaCN zásaditý, roztok chloridu amonného NH<sub>4</sub>Cl kyselé. Proč? Vysvětleme si to na hydrolyze NH<sub>4</sub>Cl, kterou můžeme vyjádřit rovnicí



Podíváme-li se na údaje uvedené v TABULCE 253, je zřejmé, že hydrolyzou vznikají slabě disociované molekuly NH<sub>4</sub>OH, ale nikoli molekuly HCl, protože ty silně disociují, a tak v roztoku vzniká

přebytek iontů H<sup>+</sup> a roztok je kyselý. Při hydrolyze kyanidu sodného NaCN vznikají naopak podle rovnice



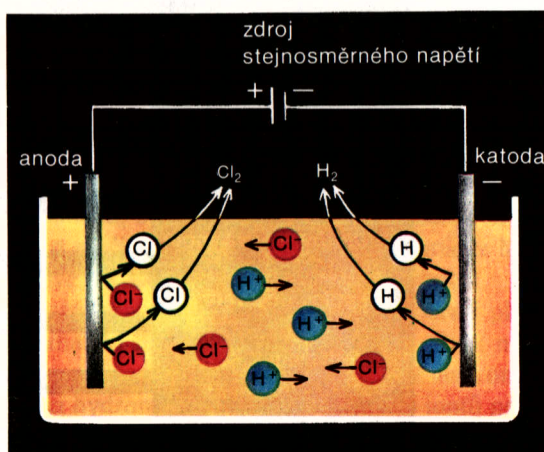
málo disociované molekuly kyseliny kyanovodíkové HCN, ale nikoli silně disociující molekuly NaOH, a tak přebytek iontů OH<sup>-</sup> způsobí zásaditost roztoku.

Je znalost hodnot pH roztoků důležitá? Uvedme několik konkrétních příkladů. Průmyslová úprava pitné vody probíhá nejlépe v rozmezí pH = 9,5 až 10,5. Vzhled a kvalita pokovení různých předmětů závisí mimo jiné i na přesně dodržovaných hodnotách pH pokovovacích lázní. Při výrobě usní používáme chromitých lázní, jejichž kyselost musí být v rozmezí pH = 3 až 4. Výtěžky zemědělských plodin závisí na kyselosti nebo zásaditosti půdy podle druhu rostliny. Hodnota pH krve se pohybuje v rozmezí 7,35 až 7,45, je-li pH krve menší než 7,0 nebo větší než 7,8 nastává smrt. Podobně bychom mohli uvést i další příklady, ale obraťme pozornost k elektrolýze.

#### ELEKTROLÝZA PŘEMĚŇUJE ELEKTRICKOU ENERGII NA ENERGII CHEMICKOU

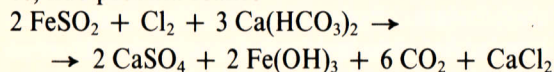
Připomeňme si z fyziky, že elektrický proud vzniká tehdy, jestliže vodivě spojíme dvě tělesa, z nichž jedno má přebytek elektronů (záporně nabitá elektroda) a druhé nedostatek elektronů (kladně nabitá elektroda), jako je tomu například u ploché baterie kapesní svítilny, kde kladnou a zápornou elektrodu tvoří dva vyčnívající plíšky.

OBR. /258/





V posledních letech se zavádí čištění vody vložkovým mrakem. Zařízení pro úpravu vody vložkovým mrakem se skládá ze tří základních částí (OBR. 494) – čistič, pískový rychlofiltr a ozonizátor. Surová voda se mísí se síranem železnatým  $\text{FeSO}_4$  a chlorem  $\text{Cl}_2$  a směs se vhání otáčející se tryskou do kuželovitého prostoru válcového čističe, kde probíhá reakce

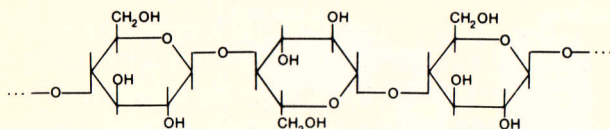


Podstata čištění vody vložkovým mrakem spočívá v tom, že reakci přidávaných chemikálií a solí obsažených v surové vodě vzniká hydroxid železitý  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , jehož dispergované částice koagulují (shlukují se) v objemné vločky, které proudí k hladině a přitom na svém povrchu adsorbují (zachycují) až 90 % znečišťujících částic obsažených v surové vodě. Když vločky vystoupí k hladině, přepadávají do kalového prostoru, voda z vrstvy nad hladinou vložkového mraku se zbaví zbývajících nečistot průchodem přes pískový rychlofiltr a po desinfekci ozonem se shromažďuje v nádržích, odkud je přečerpávána do vodovodní sítě ke spotřebitelům.

#### CHEMICKÉ ZPRACOVÁNÍ DŘEVA – VÝROBA PAPÍRU

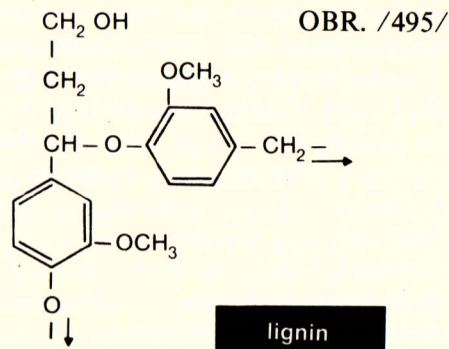
Dřevo se používá nejen k topení, jako stavební materiál nebo k výrobě různých dřevěných předmětů, ale je také základní surovinou pro průmysl papíru a celulosy. Z chemického hlediska je dřevo látkou, jejíž složení nelze přesně stanovit. Hlavními složkami dřeva jsou celuloza (40 až 60 %), hemicelulosa (20 až 30 %) a lignin (20 až 40 %). V menším množství jsou v dřevu obsaženy různé pryskyřice, éterické oleje, tukové látky, rostlinná barviva i jiné látky.

**Celuloza**, o níž jsme podrobněji hovořili již v kapitole o sacharidech, je glukosový polysacharid strukturního vzorce



**Hemicelulosa** jsou směsi polysacharidů (zejména hexosany a pentosany) s nízkým polymeračním stupněm. **Lignin** je složitá makromolekulární látka,

jejíž přesné chemické složení zatím neznáme (polykondenzát s aromatickou strukturou – OBR. 495), která spolu s hemicelulosami stmeluje vlákna celulosy a tím získává dřevo tuhost a pevnost.



Chemické zpracování dřeva spočívá především v tom, že z dřeva získáváme celulosu pro výrobu papíru, chemických vláken a různých derivátů celulosy (nitrocelulosové laky, střelná bavlna, celuloid a jiné výrobky). V daleko menší míře se dřevo zpracovává tzv. nízkotepelnou karbonizací za nepřístupu vzduchu na dřevné uhlí, používané například k výrobě černého prachu (výbušina) a aktivního uhlí s mimořádně vysokou pórovitou strukturou a adsorpční schopností (filtrování a odbarvování roztoků, katalýza, lékařství). Z některých druhů dřeva (jedle, borovice aj.) se získávají extrakcí vodní parou různé silice, balzámy, a pryskyřice, například terpentýnová silice k výrobě mýdel, nátěrových hmot a voskových past nebo kalafuna k výrobě nátěrových hmot, tmelů a pečecích vosků. Ale podívejme se podrobněji na výrobu papíru.

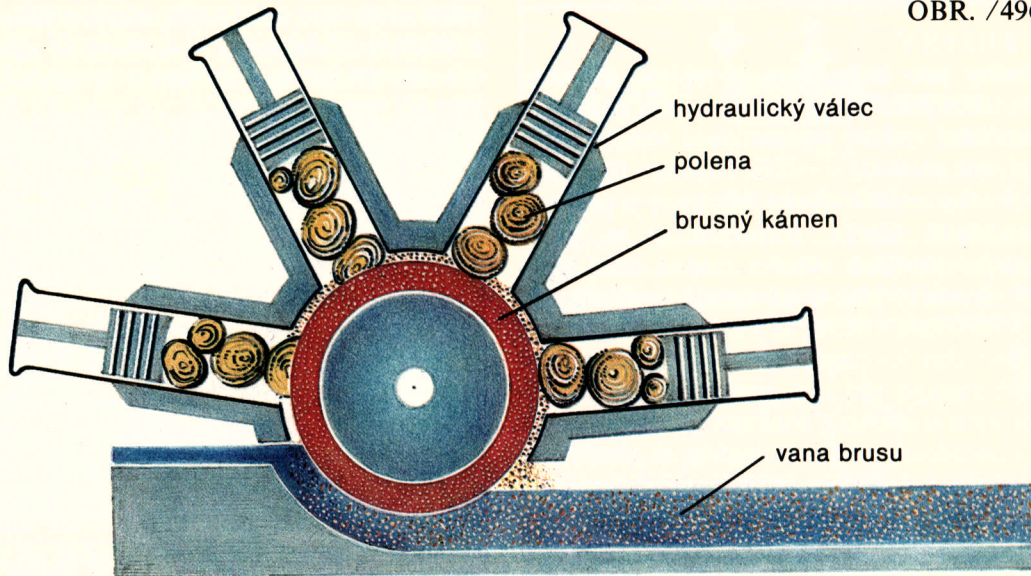
Základní surovinou k výrobě papíru je zejména smrkové a borovicové dřevo, které se rozvláknuje na dřevovinu, polobuničinu nebo buničinu. **Dřevovina** se vyrábí mechanickým oddělováním vláken celulosy tak, že se polena obrušují na kamenných brusech (OBR. 496). **Polobuničina** se vyrábí mechanickým drcením tzv. štěpků (dřevěné hranolky o rozměrech přibližně 2 cm) po jejich předchozím krátkém povaření v níže uvedených roztocích, při kterém se část hemicelulosy a ligninu štěpí a rozpustí, takže polobuničina obsahuje více celulosy než dřevovina. **Buničina** s obsahem až 90 % celulosy se vyrábí vařením štěpků buď sulfitovým způsobem (roztok hydrogensířičitanu vá-



penatého  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  a kyseliny siřičité  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ), nebo sulfátovým způsobem (roztok hydroxidu sodného  $\text{NaOH}$  a siřičíku sodného  $\text{Na}_2\text{S}$ , doplňovaný síranem sodným  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – sulfátem). Vařením přejde převážná většina hemicelulosy, ligninu i ostatních látek do odpadního roztoku, nerozpuštěný zbytek se rozvlákní na buničinu. Proč se k výrobě papíru zpracovává dřevo na dřevovinu,

suspenze velmi jemně rozmělněné dřevoviny, polobuničiny, buničiny a různých přísad (papírový a bavlněný odpad, kaolin, křída, klížidla, barviva a jiné látky) ve složení podle druhu papíru. Papírovina pro nejjemnější druhy papíru (například cigaretový papír) se připravuje z buničiny s přísadou bavlněného odpadu, papírovina pro novinový a balicí papír obsahuje zejména dřevovinu

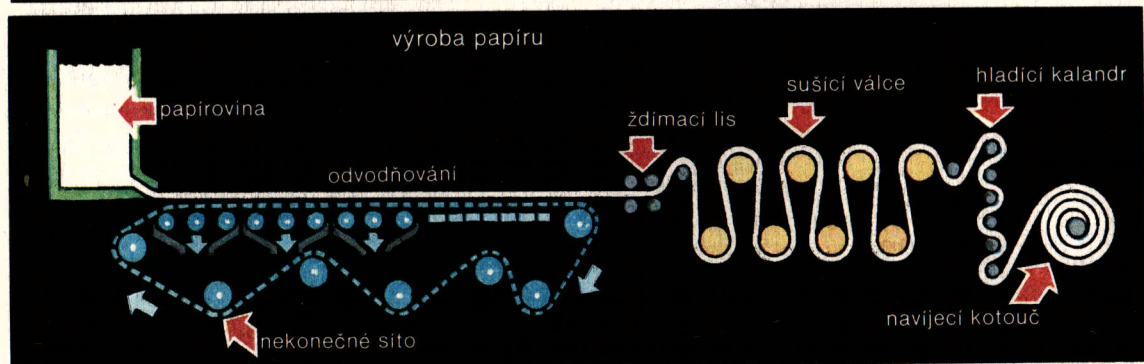
OBR. /496/



polobuničinu i buničinu? Řekneme-li si, že výtěžek vláken je u dřevoviny 90 až 98 %, u polobuničiny 55 až 85 % a u buničiny 45 až 55 %, a že podřadnější druhy papíru můžeme vyrábět z méně hodnotné dřevoviny (novinový papír obsahuje přibližně 65 % dřevoviny a 35 % buničiny), pak jsou důvody jistě zřejmé.

A dál? Příprava papíroviny. **Papírovina** je vodná

a papírový odpad ze sběren, jiné složení má papírovina k výrobě ostatních druhů papíru. Takto připravená papírovina se zpracovává na papírenském stroji, jehož schéma je znázorněno na OBR. 497. Papírovina se nepřetržitě rozlévá na ubíhající jemné kovové síto, kde se natřásáním papírovina odvodňuje a vlákna vzájemným propojováním zplstňují, z vrstvy se odsává voda vývěvami a tak



OBR. /497/

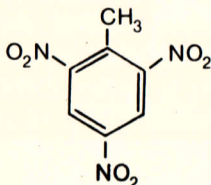


vzniká pás vlhkého papírového listu, který prochází ždímacím lisem, soustavou sušících válců a po ochlazení, případně hlazení na kalandrech, se pás papíru navíjí na kotouče. Jen pro představu — v Severočeských papírnách ve Štětí pracuje zařízení Rotostroj na výrobu novinového papíru, jehož síto má délku 42 m a šířku 7 m, pohybuje se rychlostí 600 m za minutu a za hodinu vyrobí 10 000 kg novinového papíru.

### VÝBUŠINY

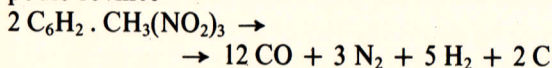
**Výbušiny** jsou látky, které se teplem, nárazem, elektrickou jiskrou nebo jiným vnějším podnětem mimořádně rychlou exotermickou reakcí rozloží na plynné produkty o velkém objemu a tím v místě výbuchu vznikne vysoký tlak, který je příčinou destrukčních účinků. Podívejme se na jednu z nejvýznamnějších výbušin zvanou **tritol** nebo TNT, chemicky 2,4,6-trinitrotoluen (OBR. 498). Vý-

OBR.  
/498/



tritol

buch tritolu je prudkou oxidací, která probíhá podle rovnice



Tritol je krystalická látka, výbuchem vznikají plynné produkty CO, N<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>. V jakém množství? Z 1 kg neboli 1,6 l tritolu vznikne za normálních podmínek přibližně 700 l plynu. Zdá se to sice mnoho, ale v porovnání s údajem, že z 1 kg černého uhlí se spálením v proudu kyslíku uvolní přibližně 1500 l plynného oxidu uhličitého CO<sub>2</sub>, je to překvapivě málo. Na první pohled překvapivá je i skutečnost, že výbuchové teplo uvolněné při

výbuchu 1 kg tritolu není větší než 6,5 MJ, zatímco spalné teplo 1 kg černého uhlí je průměrně 33 MJ, tedy přibližně pětkrát vyšší. Čím je tedy vyvolána ničivá síla výbušin? Tím, že rozklad tritolu probíhá řádově milionkrát rychleji než hoření černého uhlí, tím i poměrně malé množství uvolněné energie zvýší teplotu v místě výbuchu přibližně na 3500 °C, při této teplotě vzroste objem plynných produktů téměř patnáctinásobně a tlak na stovky i tisíce megapascalů a důsledkem je přetlaková detonační vlna, která se od místa výbuchu šíří rychlostí až 7000 m za sekundu.

Výbušiny používáme nejen ve vojenské bojové technice, ale také v různých průmyslových a vědních odvětvích a oborech. Jmenujme alespoň dobývání uhlí a rud v dolech, odstřel kamene v lomích, prokopávání tunelů a úpravy terénu při výstavbě silnic a železničních tratí, tváření kovů výbuchem, destrukce nepoužívaných nebo překážejících budov, komínů a jiných objektů, nesmíme zapomenout na myslivost a sportovní střelbu. Výbušných látek známe mnoho, ale zdaleka ne všechny mají praktické použití. Vojenský a průmyslový význam mají pouze takové výbušné látky, které jsou dostatečně citlivé k iniciaci neboli k vyvolání výbuchu, ale na druhé straně musí být odolné vůči nárazu a teplotě, bezpečné při manipulaci, dopravě a běžném používání, nesmí měnit své fyzikální a chemické vlastnosti během skladování, musí být snadno výrobitelné atd. Podle průběhu výbušné reakce rozdělujeme výbušiny na trhavinu, střelivinu a třaskavinu.

**Trhavinu** se používají k výrobě trhacích náloží pro doly, lomy a jiná pracoviště, k plnění leteckých pum, dělostřeleckého střeliva, min a jiných prostředků bojové techniky. Nejpoužívanější průmyslové trhavinu jsou **dynamity**, jejichž účinnou složkou je glycerintrinitrát, známý pod běžným, ale nesprávným názvem nitroglycerin, jehož účinky jsou založeny na reakci popsané na OBR. 499.

OBR. /499/

