

OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Střední škola obchodu,
služeb a podnikání
a Vyšší odborná škola

Kněžskodvorská 33/A, 370 04 České Budějovice

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jméno autora: Mgr. Ladislav Kažimír

Datum vytvoření: 06.04.2013

Číslo DUMu: VY_32_INOVACE_08_Ch_ACH

Ročník: I.

Vzdělávací oblast: Přírodovědné vzdělávání

Vzdělávací obor: Chemie

Tematický okruh: Anorganická chemie

Téma: Křemík

Metodický list/anotace:

Prezentace je určena pro téma **chemie křemíku** v rozsahu SŠ, pro zopakování základních vlastností, reakcí a výskytu. Průmyslová výroba a využití.



KŘEMÍK

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
¹ H																	² He
³ Li	⁴ Be											⁵ B	⁶ C	⁷ N	⁸ O	⁹ F	¹⁰ Ne
¹¹ Na	¹² Mg											¹³ Al	¹⁴Si	¹⁵ P	¹⁶ S	¹⁷ Cl	¹⁸ Ar
¹⁹ K	²⁰ Ca	²¹ Sc	²² Ti	²³ V	²⁴ Cr	²⁵ Mn	²⁶ Fe	²⁷ Co	²⁸ Ni	²⁹ Cu	³⁰ Zn	³¹ Ga	³² Ge	³³ As	³⁴ Se	³⁵ Br	³⁶ Kr
³⁷ Rb	³⁸ Sr	³⁹ Y	⁴⁰ Zr	⁴¹ Nb	⁴² Mo	⁴³ Tc	⁴⁴ Ru	⁴⁵ Rh	⁴⁶ Pd	⁴⁷ Ag	⁴⁸ Cd	⁴⁹ In	⁵⁰ Sn	⁵¹ Sb	⁵² Te	⁵³ I	⁵⁴ Xe
⁵⁵ Cs	⁵⁶ Ba	⁵⁷ La*	⁷² Hf	⁷³ Ta	⁷⁴ W	⁷⁵ Re	⁷⁶ Os	⁷⁷ Ir	⁷⁸ Pt	⁷⁹ Au	⁸⁰ Hg	⁸¹ Tl	⁸² Pb	⁸³ Bi	⁸⁴ Po	⁸⁵ At	⁸⁶ Rn
⁸⁷ Fr	⁸⁸ Ra	⁸⁹ Ac**	¹⁰⁴ Rf	¹⁰⁵ Db	¹⁰⁶ Sg	¹⁰⁷ Bh	¹⁰⁸ Hs	¹⁰⁹ Mt	¹¹⁰ Ds	¹¹¹ Rg	¹¹² Cn	¹¹³ Uut	¹¹⁴ Fl	¹¹⁵ Uup	¹¹⁶ Lv	¹¹⁷ Uus	¹¹⁸ Uuo

* Lanthanoidy

** Aktinoidy

⁵⁸ Ce	⁵⁹ Pr	⁶⁰ Nd	⁶¹ Pm	⁶² Sm	⁶³ Eu	⁶⁴ Gd	⁶⁵ Tb	⁶⁶ Dy	⁶⁷ Ho	⁶⁸ Er	⁶⁹ Tm	⁷⁰ Yb	⁷¹ Lu
⁹⁰ Th	⁹¹ Pa	⁹² U	⁹³ Np	⁹⁴ Pu	⁹⁵ Am	⁹⁶ Cm	⁹⁷ Bk	⁹⁸ Cf	⁹⁹ Es	¹⁰⁰ Fm	¹⁰¹ Md	¹⁰² No	¹⁰³ Lr



1823

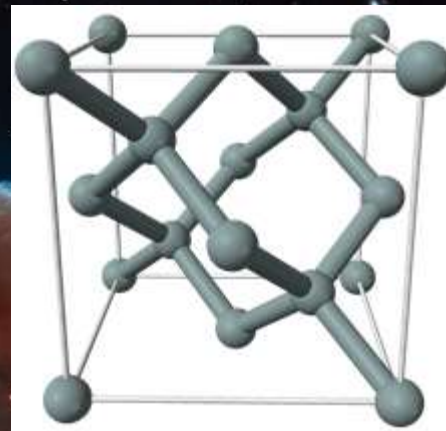
Jöns Jakob
Berzelius



VLASTNOSTI

Krychlová krystalická
mřížka jako diamant

FYZIKÁLNÍ



Obr.3

Obr.4

Obr.5



- ❖ poměrně tvrdý polokov
- ❖ s vysokou afinitou ke kyslíku
- ❖ teplota tání $+1413,85\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1687 K)
- ❖ teplota varu $+3264,85\text{ }^{\circ}\text{C}$ (3538 K)
- ❖ na vzduchu neomezeně stálý
- ❖ šedá barva, kovový lesk
- ❖ v kapalném skupenství má větší hustotu než v pevném
- ❖ relativně vysoká tepelná vodivost - izolant tepla
- ❖ elektrická vodivost - polovodič

VLASTNOSTI

CHEMICKÉ

Obr.7



❖ křemíkový prášek je snadno hořlavý



❖ prášek i granule jsou dráždivé

Obr.8

❖ odolný vůči většině kyselin

❖ reaguje pouze se směsí kyseliny fluorovodíkové (HF) a kyseliny dusičné (HNO_3)

❖ velmi snadno se však rozpouští v zásaditých roztocích

➤ vzniká křemičitanový aniont $[\text{SiO}_3]^{-2}$

VOLNÝ

VÝSKYT

- ❖ V čisté podobě se křemík v přírodě nevyskytuje.

VÁZANÝ

- ❖ podíl v zemské kůře činí 26 - 28%
- ❖ jíly, slídy, pískovce, živce, žuly, vyvřeliny
- ❖ rostlinné buňky - přesličky
- ❖ žahavé chloupky kopřiv
- ❖ hlavní složka schránek jednobuněčných řas - rozsivek
- ❖ V těle dospělého člověka je přítomen přibližně 1 g křemíku v kostech, chrupavkách a zubní sklovině.
- ❖ biogenní prvek
- ❖ opál

Obr.24



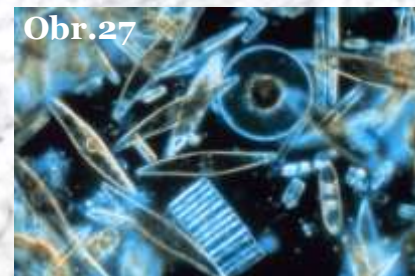
Obr.26



Obr.25



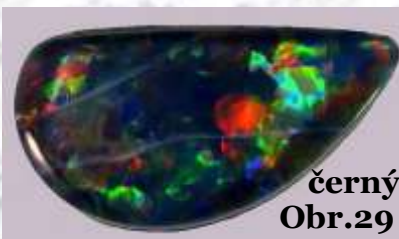
Obr.27



Obr.28
bílý



černý
Obr.29



VÝSKYT

VÁZANÝ

❖ křemen, oxid křemičitý SiO_2

❖ bezbarvý křišťál

❖ fialový ametyst

❖ žlutý je citrín

❖ růžový růženín

❖ hnědý záhněda

❖ jaspis



Obr.9



Obr.10



Obr.12

Obr.11



Obr.16



Obr.15



Obr.19



Obr.13



Obr.14



Obr.17



Obr.18



Obr.21



Obr.22

Obr.23

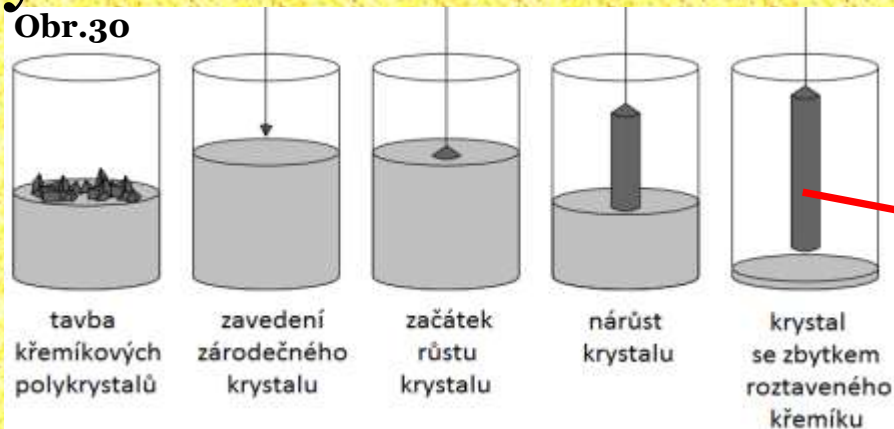


Obr.20

PRŮMYSLOVÁ VÝROBA

- ❑ Redukce taveniny vysoce čistého oxidu křemičitého v obloukové elektrické peci na grafitové elektrodě.
- Materiál elektrody je přitom spalován na plynný oxid uhličitý podle reakce: $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Si} + \text{CO}_2$
čistota minimálně 99,9999 % (1 : 1 000 000 000)
- ❑ Výroba monokrystalického křemíku.
- Pro výrobu většiny polovodičových součástek je polykrystalický křemík nepoužitelný.
- Do křemíkové taveniny vložen zárodečný krystal vysoce čistého křemíku - Czochralského proces.

Obr.30



Obr.31

monokrystal

POUŽITÍ

❑ Výroba polovodičů.



Obr.32

❑ Výroba slitin.

➤ ferrosilicium, slitina křemíku a železa

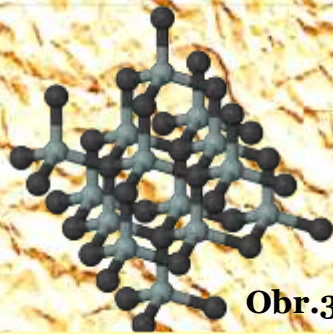
vysoká tvrdost a chemická odolnost

➤ Pro zvýšení tvrdosti se křemík v malém množství přidává i do speciálních ocelí a hliníkových slitin.



Obr.33

POUŽITÍ



Obr.34



Obr.35

❑ Karbid křemíku SiC patří mezi nejtvrdší látky.

karborundum

➤ brusný materiál

➤ polovodič



Obr.36



Obr.37

➤ neprůstřelné vesty, kompozitní pancíře



Obr.38



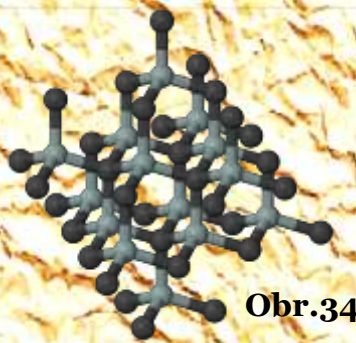
Obr.39



Obr.40

➤ brzdové kotouče

POUŽITÍ



Obr.34

❑ **Karbid křemíku SiC.**

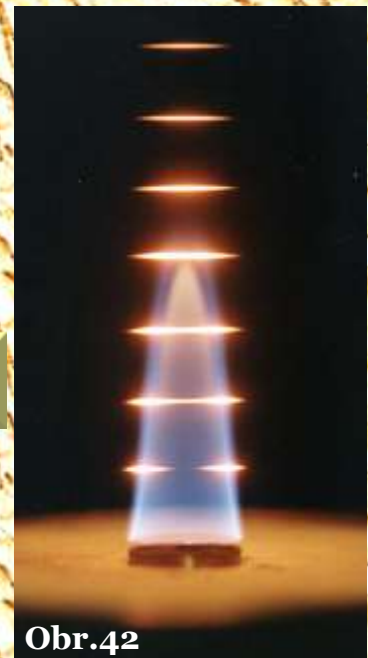
➤ **materiál pro zrcadla astronomických teleskopů**

➤ **Tenká vlákna pyrometrie (TFP) - optická metoda používaná k měření teploty.**

➤ **drahokam - výroba šperků - "Moissanit"**



Obr.41



Obr.42



Obr.43

Obr.45

POUŽITÍ

□ Silany

- křemíkovodíky $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ - obdoba uhlovodíků
- Výchozí sloučeniny pro výrobu složitějších křemíkatých látek:
např. pro výrobu čistého polovodičového křemíku.

□ Siloxany (silikony)

- obsahují v molekule vazbu $-(\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O})-$
- zbylé dvě vazby křemíkového atomu obsazeny skupinami $-\text{HO}$ nebo $-\text{CH}_3$ a dalšími
- vzorec: $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}[\text{SiO}(\text{CH}_3)_2]_n\text{Si}(\text{CH}_3)_3$

POUŽITÍ

❑ Siloxany (silikony)

➤ Ve stavebnictví

- Složkou speciálních omítek a nátěrů, které zabraňují pronikání vlhkosti do staveb.

➤ Silikonový kaučuk

- Podobné vlastnosti jako kaučuk, navíc však snáší mnohem vyšší teploty a je téměř nehořlavý.
- Ze silikonového kaučuku vyrábějí různá těsnění nebo vystýlky nádob pro chemický průmysl a podobné aplikace.

POUŽITÍ

□ Siloxany (silikony)

➤ V medicíně

- Hydrofobní vlastnosti siloxanů lze potlačit tím, že na určité procento Si atomů jsou navázány skupiny $-OH$.
- Výroba chirurgických implantátů (nejznámější je umělé zvětšování velikosti ženských prsů).

➤ silikonové oleje, silikonové tuky

- odolnost proti vysokým teplotám
- Do prostředí se zvýšeným teplotním namáháním nejen jako mazadla, ale i jako média pro přenos tepla (olejové lázně).

Doplňte tabulku pomocí PTP

český název prvku	KŘEMÍK
latinský název prvku	SILICIUM
značka prvku	Si
protonové číslo	14
počet protonů v jádře	14
počet elektronů v obalu	14
číslo skupiny	IV.A
číslo periody	3
počet valenčních elektronů	4
počet elektronových vrstev	3
elektronegativita	1,9
atomová hmotnost	28,1

Citace

- Obr.1** RATINCKX, Josef Leopold. *Soubor: Josef Leopold Ratinckx Der Alchemist.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joseph_Leopold_Ratinckx_Der_Alchemist.jpg
- Obr.2** P.H. VAN DEN HEUVELL. *Soubor:J J Berzelius.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 3.4.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:J_J_Berzelius.jpg
- Obr.3** NASA. *HubbleSite - Picture Album: Hubble Sees a Horsehead of a Different Color* [online]. [cit. 6.4.2013]. Dostupný na WWW: http://hubblesite.org/gallery/album/nebula/pr2013012a/large_web/
- Obr.4** MILLS, Ben. *Soubor: Silicon-unit-cell-3D-balls.png* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Silicon-unit-cell-3D-balls.png>
- Obr.5** ENRICOROS. *Soubor: SiliconCroda.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:SiliconCroda.jpg>
- Obr.6** NASA. *HubbleSite - Picture Album: Jet in Carina* [online]. [cit. 6.4.2013]. Dostupný na WWW: http://hubblesite.org/gallery/album/nebula/pr2009025e/large_web/
- Obr.7** HENNING, Torsten. *Soubor:GHS-pictogram-flamme.svg* - *Wikipedie* [online]. [cit. 5.4.2013]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-flamme.svg>
- Obr.8** TORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-exclam.svg* - *Wikipedie* [online]. [cit. 1.4.2013]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-exclam.svg>
- Obr.9** AUTOR NEUVEDEN. *Soubor: QuartzUSGOV.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:QuartzUSGOV.jpg>
- Obr.10** DESCOUENS, Didier. *Soubor: Quartz Brésil.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quartz_Br%C3%A9sil.jpg
- Obr.11** HARRISON, Jj. *Soubor: Ametyst. Magaliesburg, Jižní Africa.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amethyst._Magaliesburg,_South_Africa.jpg
- Obr.12** GESCHICHTSMECKI. *Soubor: Amethystdruse aus Uruguay.jpg* - *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amethystdruse_aus_Uruguay.jpg

Citace

- Obr.13** AUTOR NEZNÁMÝ; NGUYEN, Marie-Lan(Foto). *Soubor: Intaglio Caracalla Cdm Paris Chab2101.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Intaglio_Caracalla_Cdm_Paris_Chab2101.jpg
- Obr.14** DER MESSER. *Soubor: Amethyste geschliffen.jpeg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amethyste_geschliffen.jpeg
- Obr.15** GÉRY, Parent. *Soubor: Citrín 1 (Russie) jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citrine_1_\(Russie\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citrine_1_(Russie).jpg)
- Obr.16** AUTOR NEUVEDEN. *Soubor: Citrin cut.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citrin_cut.jpg
- Obr.17** RADTKE, Christoph. *Soubor: Rosenquarz 1.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rosenquarz_1.jpg
- Obr.18** ARPINGSTONE. *Soubor: Ele.rose.750pix.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ele.rose.750pix.jpg>
- Obr.19** HAMMOND, Ken. *Soubor: USDA Minerální Smokey Quartz 93v3949.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:USDA_Mineral_Smokey_Quartz_93v3949.jpg
- Obr.20** SHAKKO. *Soubor: Faberge váza (1898) jpg. - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Faberge_vase_\(1898\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Faberge_vase_(1898).jpg)
- Obr.21** ARPINGSTONE. *Soubor: Jasper.pebble.600pix.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jasper.pebble.600pix.jpg>
- Obr.22** ASPASIOS; NGUYEN, Marie-Lan(Foto). *Soubor: Jasper hlubotisk Massimo 108684.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jasper_intaglio_Massimo_108684.jpg
- Obr.23** SHAKKO. *Jasper goat basket (Russia, 19 c.).jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jasper_goat_basket_\(Russia,_19_c.\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jasper_goat_basket_(Russia,_19_c.).jpg)
- Obr.24** HAYNOLD, Bernd. *Soubor: Equisetum sylvaticum 180607.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Equisetum_sylvaticum_180607.jpg

Citace

- Obr.25** PROHASKA, Jerome. *Soubor: Urtica dioica hairs.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Urtica_dioica_hairs.jpg
- Obr.26** VINCENTZ, Frank. *Soubor: Urtica dioica06 ies.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Urtica_dioica06_ies.jpg
- Obr.27** TAYLOR, Gordon T.. *Soubor: Diatoms through the microscope.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diatoms_through_the_microscope.jpg
- Obr.28** VASSIL. *Soubor: Belemnite opalisée 8127.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Belemnite_opalis%C3%A9e_8127.jpg
- Obr.29** RA'IKE. *Soubor: Opal-black1.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Opal-black1.jpg>
- Obr.30** TWISP. *Soubor: Opal-black1.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Czochralski_Process.svg
- Obr.31** STAHLKOCHER. *Soubor: Monokristalines Silizium für die Waferherstellung.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Monokristalines_Silizium_f%C3%BCr_die_Waferherstellung.jpg
- Obr.32** NASA GLENN RESEARCH CENTER. *Soubor: Silicon wafer with mirror finish.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Silicon_wafer_with_mirror_finish.jpg
- Obr.33** FOCALPOINT. *Soubor: Ferrosilicon.JPG - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ferrosilicon.JPG>
- Obr.34** AUTOR NEUVEDEN. *Soubor: Silicon-carbide-3D-balls.png - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Silicon-carbide-3D-balls.png>
- Obr.35** SEO4VA. *Soubor: Lely SiC Crystal.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lely_SiC_Crystal.jpg
- Obr.36** ALBERT. *Soubor: Ultra-tenký oddělený (Carborundum) disk.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ultra-thin_separated_\(Carborundum\)_disk.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ultra-thin_separated_(Carborundum)_disk.jpg)

Citace

Obr.37 PELANT, Christian. *Soubor: UV-LED.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Uv-LED.jpg>

Obr.38 JWISSICK. *Soubor: Bodyarmor.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bodyarmor.jpg>

Obr.39 FIORELLINO. *Soubor: Challenger2-Bergen-Hohne-Training-Area-2.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Challenger2-Bergen-Hohne-Training-Area-2.jpg>

Obr.40 NRBELEX. *Soubor: PCCB brzdy Carrera GT.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013].

Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PCCB_Brake_Carrera_GT.jpg

Obr.41 NASA. *Soubor: Hubble 01 cropped.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013].

Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hubble_01_Cropped.jpg

Obr.42 USA. *Soubor: Thin-filament-pyrometry-image.jpg - Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. [cit. 28.3.2013].

Dostupný na WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Thin-filament-pyrometry-image.jpg>

Obr.43 ANGELA. *Soubor: Moissanit ring.JPG - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 28.3.2013].

Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moissanite_ring.JPG

Literatura

Dušek B.; Flemr V. Chemie pro gymnázia I. (Obecná a anorganická), SPN 2007, ISBN:80-7235-369-1

Vacík J. a kolektiv Přehled středoškolské chemie, SPN 1995, ISBN: 80-85937-08-5

Kotlík B., Růžicková K. Chemie I. v kostce pro střední školy, Fragment 2002, ISBN: 80-7200-337-2