TVAROZNALSTVÍ,

rýsování a měřictví.

Pro 3., 4. a 5. třídu

obecných a občanských škol

napsal

Jan Rojický,

učitel.

(Užito metrických měr.)

Se 40 původními obrazci.

V PRAZE 1874.

Nákladem kněhkupectví Mikuláše a Knappa

v Karlíně.

1420

P

Knihtiskárna Mikuláše & Knappa v Praze, v Karlíně.

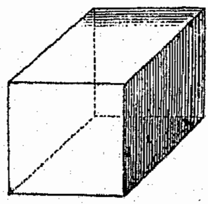
Část první.

Nazírání těles.

Každé těleso na tři strany se rozprostírá, majíc délku, šířku a výšku. Co na tři strany se rozprostírá, zaujímá prostor.

Kostka.

Kostka čili krychle jest *těleso*. (Obr. 1.) Tělesa omezeny jsou *plochami*. Kostka má šest ploch. Plochy mají jen dvojí rozměr: délku a šířku. Plochy kostky jsou r o v n é č přímé. Vejce, koule a některá jiná tělesa mají plochy nerovné č. křivé. Kostka jest těleso r o v n o p l o c h é. Plochy kostky mají stejnou velikosť i stejný tvar, jedna může druhou krýti dokonale, jestliže je na sebe položíme; proto říkáme, že plochy její jsou shodné.



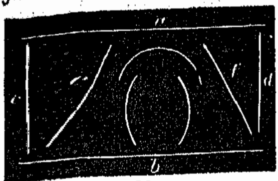
Obr. 1.

Na kostce vidíme *hrany*, kostka jest těleso hranaté Kolik hran má kostka? Jak povstane hrana? Hrany kostky jsou stejně dlouhé. Přiléhá-li kostka některou svou plochou na desku dobře stojícího stolu, mají některé hrany směr taký, jaký vidíme na volně zavěšeném závaží Kolik hran má takýto směr? Ostatní hrany mají opět směr jako hladina tiše stojící vody. Kolik hran má takýto směr?

Kostka má *rohy*. Kolik rohů má kostka? Kolik hran sbíhá se v každém rohu? Kdybychom některý roh kostky otiskli v hlíně nebo vosku, těsně přilehne kadlub na každý roh jiný; mají rohy její stejný rozměr, není žádný druhého tupější ani ostřejší.

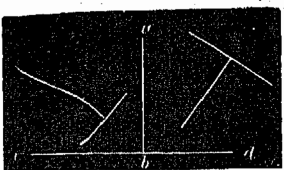
Plochy jsou omezeny *čarami*. Kolika čarami je každá plocha kostky omezena? Čáry, jimiž každá plocha kostky je omezena, jsou čáry přímé a slovou p ř í m k y. Táhneme-li po kouli čáru, děláme čáru křivou nebo k ř i v k u. Meze čar jsou b o d y.

Má-li přímka položení takové, jak tiše stojící voda, jmenuje se přímka v o d o r o v n á. Má-li přímka směr, jejž mají provázky s závažími u hodin volně zavěšenými, říkáme jí přímka s v i s l á. — Každá přímka, jež není vodorovná ani svislá, jest š i k m á čili k o s á. Na obr. 2. jsou přímky *a*, *b* vodorovné, *c*, *d* svislé, *e*, *f* šikmé. Čáry u středu jsou křivky. Přiléhá-li kostka některou svou plochou cele na vodorovnou desku stolu, kolik hran má položení svislé? Kolik položení vodorovné? Kolik svislých a kolik vodorovných hran sbíhá se v každém rohu?



Obr. 2.

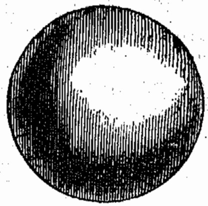
Spojíme-li přímku vodorovnou s přímkou svislou, neklonı́ se svislá ani k jedné ani k druhé části přímky vodorovné. V případu takém říkáme, že stojí svislá *ab* na vodorovné *cd* k o l m o. (Obr. 3.) Avšak i šikmá přímka může státi na jiné šikmé kolmo, jak vidíme na obr. 3. Přímka, která stojí na jiné kolmo, neklonı́ se od této ni v pravo, ni v levo, položení její k druhé jest s obou stran totéž jako u přímky svislé a vodorovné. — Čáry či meze ploch u kostky stojí na sobě kolmo.



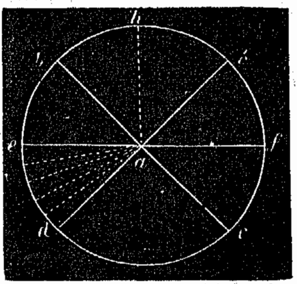
Obr. 3.

Koule.

Koule nemá ani rohů ani hran, jest ona těleso kulaté. (Obr. 4.) Koule jest omezena plochou jedinou, plocha tato jest křivá; jest tedy koule těleso křivoploché. Má-li kostka bez opory na vodorovné desce pevně státi, stavíme ji na některou z ploch její. Než všecky její plochy v tomto vystřídáme, šestkrát ji převrátíme. Avšak kouli lze na každou částku plochy její postaviti. Potečkujeme-li plochu kostěné neb jiné koule, celé z téže látky zhotovené, spočine na každém bodu svém bez opory, staví-li se na vodorovnou hladkou desku. Myslíme-li si pak k témuž bodu, na němž koule spočívá, svislou čáru, spojuje tato nejvyšší bod s bodem nejnižším. Svislá čára táž jest průměrem koule. Bod, jenž jest v polovici průměru u středu koule, nazývá se středním bodem koule. Od středního bodu koule jest ku každé tečce na povrchu čili na ploše koule stejně daleko. Průměr můžeme si mysliti nejen svisle, nýbrž i vodorovně a každým směrem šikmo. Průměr každého směru prochází středním bodem koule. Polovice průměru slove poloměr. Poloměr spojuje bod střední s bodem na ploše. Rozřízneme-li kouli rovně od bodu nejvyššího k bodu nejnižšímu, prochází řez průměrem a spolu středním bodem koule. Takýto řez rozděluje kouli na poloviny čili polokoule. Řez jest rovný a způsobuje na povrchu koule kruh, který jest největší. Rovné řezy mimo střední bod koule vedené způsobují kruhy menší. Na obr. 5. znázorňuje se průřez koule s bodem středním *a*, s průměry *bc*, *cd*, *cf*, a s poloměrem *ah*.



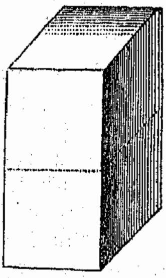
Obr. 4.



Obr. 5.

Hranol.

Postavíme-li dvě kostky čili krychle na sebe, aby plocha jedné kostky kryla plochu druhé, ztratí se zrakům našim k sobě lnoucí plochy a máme těleso, kterému říkáme hranol. (Obr. 6.) Plocha na níž hranol stojí, zove se půdicí spodní; plocha svrchní rovná se velikostí a tvarem půdici spodní a zove se půdicí svrchní. Hranol má tedy dvě shodné půdice. — Kolika čarami je půdice tohoto hranolu omezena? Postranní plochy jsou strany pobočné. Kolik pobočných stran má tento hranol? Porovnejme půdice a pobočné strany tohoto hranolu se stranami kostky k délce a šířce hledíce! Porovnejme hrany a rohy obou těles dle počtu, tvaru a postavení!

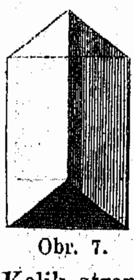


Obr. 6.

Měříce vzdálenost hrany jedné od druhé, shledáme, že jsou od sebe v každé části stejně vzdáleny — jako dva provázky u hodin visící, nikde se nesbližují ani nerozbíhají.

Rozpůlíme-li kostku, na vodorovnou desku cele plochou přilehající, řezem vodorovným, aby rohy u řezů rovny byly rohům kostky, máme hranoly nižší.

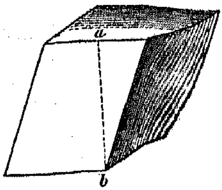
Rozpůlíme-li buď kostku neb některý známý nám hranol řezem kolmým, rohů nerušíce, aby půdice byly shodné, máme opět hranol. — Všecky tyto hranoly mají půdice čtyrmi čarami omezené a proto každý má čtyry pobočné strany. Kostka jest též takovým hranolem. Všecky tyto hranoly dle počtu stran zoveme čtyrstranými.



Obr. 7.

Máme však hranoly ještě jiné. Nemá každý hranol půdic čtyrmi čarami omezených. Některý hranol má každou půdici třemi, pěti, šesti i více čarami omezenou. Kolik stran má půdice, tolik pobočných stran je u hranolu. Rozeznáváme tedy dle počtu pobočných stran hranoly trojstrané, čtyrstrané a mnohostrané. Obraz 7. znázorňuje nám hranol trojstraný. Kolik rohů má tento hranol trojstraný? Kolik rohů má hranol pětistraný?

Jsou-li čáry čili meze půdice stejně dlouhé, jsou i pobočné strany hranolu stejně široké. Mají-li čáry půdice rozdílnou délku, mají i pobočné strany rozdílnou šířku. Výška všech pobočných stran jest však vždy stejná.

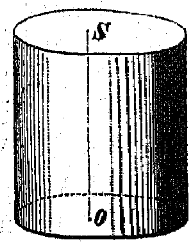


Obr. 8.

Pobočné strany všech zmíněných hranolů mají k půdici kolmé položení. Totéž položení mají i pobočné hrany. Přihlížejíce k takovému položení, říkame, že jsou to hranoly kolmé č. přímé. Obr. 8. znázorňuje nám čtyrhraný hranol, jehož pobočné strany a hrany stojí na půdici šikmo, hranol tento jest šikmý č. kosý. Rozeznáváme tedy hranoly kolmé čili šikmé. — Porovnejme rohy tohoto hranolu s rohy čtyrstraného hranolu kolmého! Které jsou podstatné znaky hranolu vůbec?

Válec.

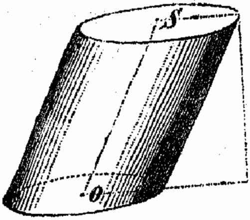
Válec znázorňuje se nám obrazem 9. Jest to těleso oblé, třemi plochami omezené. Počet půdic jest tentýž, jako u hranolu. Půdice hranolu jsou shodné, mají stejnou velikost a stejný tvar; mohou se krýti dokonale. Totéž máme i u půdic válce; obě půdice jsou shodné. Leží-li jedna půdice hranolu vodorovně, leží i druhá vodorovně. Totéž má se i s půdicemi válce. Pobočné hrany hranolu mají stejnou výšku. Na pobočné straně válce můžeme rýsovati čáry, jež by stály na půdici kolmo. Všecky tyto kolmé čáry mají pak stej-



Obr. 9.

nou délku, rovně jako pobočné strany hranolu stejně jsou dlouhé.

Půdice hranolu omezeny jsou přímkami. Půdice válce omezeny jsou čarou křivou. Má-li válec za půdice kruhy, jak vidíme na obr. 5., představuje nám obraz 9. válec s kruhovými půdicemi. — Hranol jest omezen třemi, čtyrmi i více pobočnými stranami. Po straně válce máme však plochu jedinou, plochu křivou; plocha tato sluje oblina čili plocha válcová.



Obr. 10.

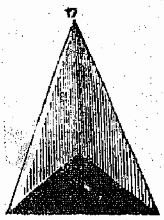
Kolika plochami jest čtyrstraný hranol omezen? Kolika plochami je omezen válec? Jak slují rovné plochy válce? Kolik má křivých ploch?

Přímá čára *OS* (obr. 9.), která spojuje střední body obou půdic, slove **osa**. Jako rozeznávali jsme kolmé a šikmé hranoly, tak rozeznáváme i **kolmé a šikmé** válce. Osa kolmého válce stojí na půdici kolmo, osa šikmého válce stojí pak na půdici šikmo. Obraz 10. znázorňuje nám válec šikmý.

Porovnejme válec s koulí!

Jehlanec.

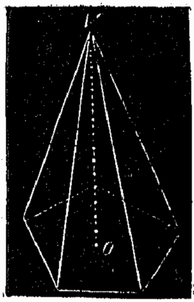
Obrazec 11. znázorňuje nám těleso, jemuž říkáme jehlanec č. pyramida. Plocha na níž jehlanec stojí, jest jeho půdicí. Půdice na obr. 11. jest třemi přímkami omezena. Plochy postranní jsou taktéž třemi čarami omezené a sbíhají se v bodu *V*, jemuž říkáme vrchol.



Obr. 11.

Jehlanec má tolik postranních ploch, kolik má pudice stran. Obraz 11. znázorňuje nám jehlanec trojstraný. Kolik hran a kolik rohů jest na jehlanci trojstraném? Je-li půdice čtyřmi, pěti atd. stranami čili čarami omezená, sbíhá se ve vrcholu čtyry, pět atd. pobočných stran, třemi čarami omezených. Obraz 12. znázorňuje nám jehlanec pětistraný. Kolik hran a kolik rohů máme na jehlanci čtyrstraném, kolik na jehlanci pětistraném atd.

Přímka, již si myslíme z vrcholu kolmo na půdici, jest výška jehlance. Čára *VO* jest výškou jehlance (v obr. 12.)

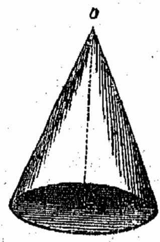


Obr. 12.

Kužel.

Kužel znázorňuje se nám obrazem 13. Jest to těleso dvěma plochami omezené. Kužel týž má jedinou půdici jako jehlanec. Vrchol spočívá nad půdicí jak u jehlance. Přímka vedená z vrcholu kolmo na půdici, zove se také výškou.

Jehlanec jest omezen samými rovnými plochami. Kužel má jednu plochu rovnou a druhou křivou. Půdice kužele jest rovná. Jehlanec má tři neb více postranních ploch, místo těchto má kužel jedinou plochu křivou, říkáme jí plocha kůželová. Půdice hranolu jest omezena přímkami, půdice kužele omezena jest ale křivkou. Kužel mívá obyčejně půdici kruhovou.



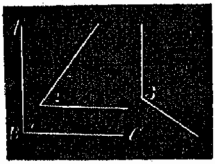
Obr. 13.

Rozeznáváme kůžele i hranoly přímé a šikmé. V kuželu přímém spojuje kolmo postavená čára střední bod *S* kruhové půdice s vrcholem *V*. V kuželu šikmém spěje kolmice, postavena jsouc na střední bod kruhu, mimo vrchol.

Porovnejme kužel s válcem!

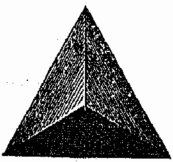
Tělesa pravidelná.

Vycházi-li dvě přímky z jednoho bodu, schylují se k sobě více nebo méně. Odchylka jedné přímky od druhé slove úhel. Na obr. 14. vidíme tři úhly. Úhel 1. tvoří přímky, jež stojí na sobě kolmo. Přímky AB a BC jsou jeho ramena. Úhel, jehož ramena stojí na sobě kolmo, slove pravý úhel. Úhel 2. jest menší úhlu pravého a slove ostrý úhel. Úhel 3. jest větší úhlu pravého a slove tupý úhel. — Každá plocha trojstraného jehlance zavírá v sobě tři úhly a slove proto trojúhelník. — Ukažme na plochách těles pravé, tupé a ostré úhly! Každá pobočná strana jehlance jest trojúhelníkem. Čtyrmi čarami omezené plochy zavírají v sobě čtyry úhly a zovou se proto čtyrúhelníky. Která tělesa omezena jsou čtyrúhelníky? Jaké úhly mají plochy kostky? Plochy pěti stranami omezené mají v sobě pět úhlu a zovou se pětiúhelníky.



Obr. 14.

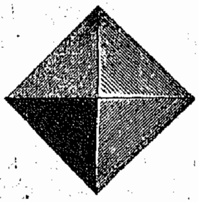
Čtyrstěn.



Obr. 15.

Obr. 15. ukazuje se nám těleso, které jest čtyrmi trojúhelníky omezeno. Všecky tři úhly v každém trojúhelníku jsou stejně veliké. Každý trojúhelník má všecky tři strany stejně dlouhé a všecky trojúhelníky č. stěny majíce stejný tvar a stejnou velikost, jsou shodné. Hran má šest a rohy čtyry. Hrany i rohy jsou shodné. Čtyrstěn, maje shodné hrany, rohy i plochy stejně dlouhými čarami omezené, jest těleso pravidelné.

Osmistěn.

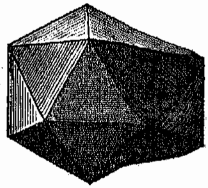


Obr 16.

Obraz 16. znázorňuje nám těleso osmi plochami čili stěnami omezené. Plochy osmistěnu mají týž tvar jako plochy čtyrstěnu a jsou mezi sebou shodny. Též hrany a rohy jsou shodny. Hran jest dvanáct a rohů šest. Že všecky plochy. hrany a rohy jsou shodny, zoveme osmistěn tělesem pravidelným.

Dvacítistěn.

Dvacítistěn (obr. 17.) jest omezen dvacíti plochami téhož tvaru, jaký mají plochy čtyrstěnu a osmistěnu. Hran jest třicet a rohů dvanáct. Plochy, hrany i rohy jsou shodné a těleso toto jest pravidelným.



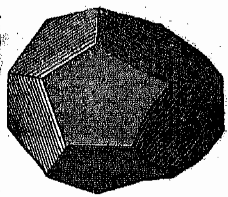
Obr. 17.

Šestistěn.

Šestistěn čili krychle má shodné plochy, hrany i rohy a zove se proto tělesem pravidelným. Všecky čtyry úhly na ploše kostky jsou úhly pravé a proto shodné. Kolik hran a kolik rohů má kostka?

Dvanáctistěn.

Dvanáctistěn jest omezen dvanácti pětiúhelníky. (obr. 18.) Meze každé plochy jsou stejně dlouhé a úhly stejně veliké. Hran má třicet a rohů dvacet. Plochy, hrany i rohy jsou shodny, jest tedy těleso toto pravidelným.



Obr. 18.

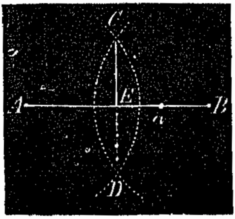
Povězte, kolika plochami jest roh každého tělesa utvořen?

Část druhá.

Rýsování.

Přímky a úhly.

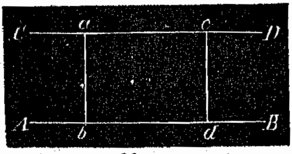
Přímka CE v obr. 19. stojí kolmo na přímce AB. V bodu B postavili jsme kružidlo ramenem jedním a ramenem druhým opsali jsme oblouk. Stejně rozevřeným kružidlem opsali jsme z bodu A oblouk druhý. Oblouky protínají se v bodech C a D. Přímka vedena pak z bodu C k bodu D, stojí na AB kolmo a dělí ji na dvě stejné části. — Postavte tímto způsobem dvě přímky kolmo na sebe! Postavte kolmici v bodu A a pomozte si prodloužením přímky AB! Chceme-li postaviti kolmici v bodu a, odměříme od a stejné části Ea a aB, z B a E opíšeme oblouky, aby se protínaly a táhneme pak kolmici, jak jsme činili v případu prvním.



Obr. 19.

Postavme tři kolmice na přímce!

Na přímku AB v obr. 20. postavili jsme dvě stejně dlouhé přímky ab a cd kolmo. Bod a a c spojili jsme přímkou CD. Přímky AB a CD běžíce podle sebe ve vzdálenosti, již kolmice ab a cd odměřují, slovou rovnoběžky čili čáry rovno-

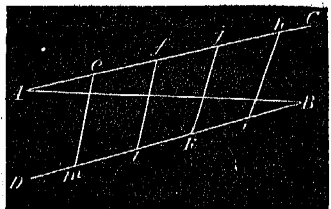


Obr. 20.

běžné. Též kolmice jsou rovnoběžné. Na kterých tělesech jsou hrany rovnoběžné?

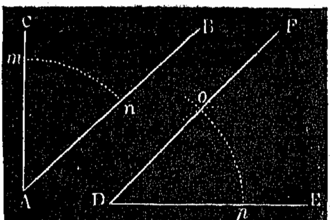
Rýsujte rovnoběžky vodorovné a šikmé! Opište z dvou bodu některé přímky (na př. z bodu *b* a *d* na obr. 20.) dva oblouky kružidlem stejně rozevřeným, k těmto pak přiložte pravídko a táhněte podle nich přímku, jež by byla s přímkou první rovnoběžná. — Rýsujme rovnoběžky způsobem tímto!

Na obr. 19. vidíme, jakým způsobem přímka se rozpůluje. Na obr. 21. rozdělena jest přímka *AB* na pět stejných dílů způsobem tímto: Od bodu *A* táhli jsme přímku k *C*, k této učinili jsme z bodu *B* rovnoběžnou *BD*. Na rovnoběžkách odměřili jsme kružidlem čtyry stejně dlouhé díly, počavše na jedné od *A*, na druhé od *B*. Potom spojili jsme přímkami body *e*, *f*, *j*, *h* s body *m*, *l*, *k*, *i*, a přímky tyto rozdělily nám přímku *AB* na pět rovných dílů. — Rozdělte některou přímku na šest, sedm a osm stejných dílů!



Obr. 21.

Na obr. 22. jest úhel *BAC* a máme rýsovati úhel jiný, jenž by byl roven úhlu prvnímu. Uděláme tedy rameno *DE*. Z bodu *A* vyrýsujeme oblouk *mn* a rovněž tak rozevřeným kružidlem pak oblouk *op* z bodu *D*. Pak rozevřeme kružidlo na oblouk *mn*, a protneme jím z bodu *p* oblouk *po* v bodu *o*. Oblouky *mn* a *po* jsou pak stejně dlouhé. Vedeme-li přímku z bodu *D* k bodu *o*, vytvoříme úhel *EDF*, jenž jest roven úhlu *BAC*.



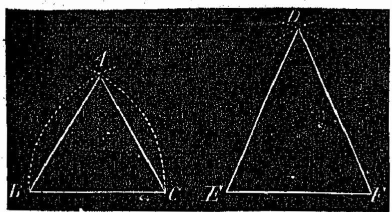
Obr. 22.

Kladou-li se rovné úhly na sebe, kryjí se ramena jejich. Rýsujte tupý, ostrý a pravý úhel a narýsujte pak úhly těmto rovné!

Prodloužíme li obě ramena úhlu CAB na obr. 12. za vrchol A, vznikne nový úhel, maje s prvním vrchol společný. Takovéto dva úhly jsou si vždy rovny. Rýsujte úhly tohoto druhu!

Trojúhelníky.

Na obr. 23. jest trojúhelník ABC, jehož strany stejně jsou dlouhé. Říkáme mu *trojúhelník rovnostraný* č. *pravidelný*. — Trojúhelník tento rýsuje se takto: Rozevřeme kružidlo na př. na stranu BC a opíšeme oblouk z bodu C a z bodu B. Oblouky protnou se v bodu A. Bod tento spojíme pak přímkami s body B a C. Plochy čtyrstěnu, osmistěnu a dvacítistěnu jsou pravidelné trojúhelníky. Rýsujte čtyry pravidelné trojúhelníky rozdílné velikosti!



Obr. 23.

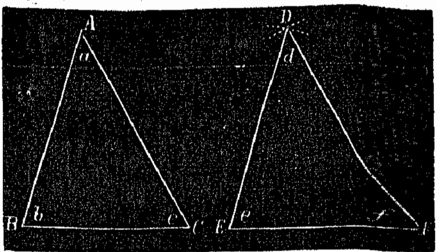
Trojúhelník DEF na obr. 23. má dvě strany čili ramena stejně dlouhé. Trojúhelník taký nazývá se *rovnoramený* a rýsuje se takto: Z bodu E a F opíšeme oblouky kružidlem stejně rozevřeným. Tyto protnou se v bodu D. Bod tento spojíme pak přímkami s body E a F. — Rýsujte rovnoramené trojúhelníky nestejné velikosti!

Trojúhelník, jehož každá strana jinou má délku, zove se *nerovnostraný*. — Rýsujte trojúhelníky nerovnostrané!

Trojúhelníky na obr. 23. mají samé ostré úhly. Je-li v trojúhelníku některý úhel pravý, zove se tento *pravoúhelným.* V pravoúhelném trojúhelníku stojí dvě přímky na sobě kolmo. — Rýsujte tři pravoúhelné trojúhelníky rozdílné velikosti!

Shodné trojúhelníky.

Mají-li obrazcové veškery strany a úhly po pořádku stejné, kryjí se dokonale, jsou-li náležitě na sobě položeny. Obrazcové tito slovou **shodnými**. Na obr. 24. máme dva shodné trojúhelníky. Strana BC rovná se $(=)$ straně EF, strana $AB = ED$, strana $AC = DF$. Úhel $b = e$, $c = f$, $a = d$.



Obr. 24.

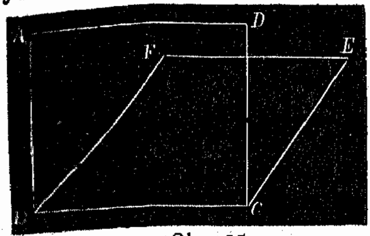
Chceme-li sestrojiti trojúhelník DEF, jenž má býti shodný s trojúhelníkem ABC, činíme takto: Rýsujeme přímku EF téže délky jakou má BC. Kružidlem odměříme AB a opíšeme oblouk z bodu E, pak rozevřeme kružidlo na čáru AC a opíšeme oblouk z bodu F. Oblouky protnou se v bodu D, jež spojíme přímkami s body E a F. — Narýsujte tři trojúhelníky a pak rýsujte obrazce s nimi shodné!

Narýsujte trojúhelník rovnostraný a s ním shodný obrazec jiný! Zdaž potřebí měřiti zde všecky tři strany?

Narýsujte trojúhelník rovnoramený a s ním shodný obrazec jiný! Kolik stran odměříme zde?

Čtyrúhelníky.

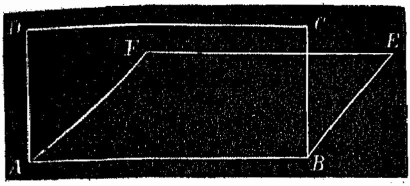
Na obr. 25. máme čtyrúhelník $ABCD$, jehož strany jsou stejně dlouhé a úhly pravé. Čtyrúhelník tento slove *čtverec.* Které těleso jest čtverci omezeno? Čtverec rýsujíce postavíme na přímce BC kolmice AB a DC, jež délkou rovnají se přímce BC, pak spojíme buď A s bodem D přímkou AD. Protilehlé přímky čtverce jsou rovnoběžné. Rýsujte čtverec přímkami šikmými!



Obr. 25.

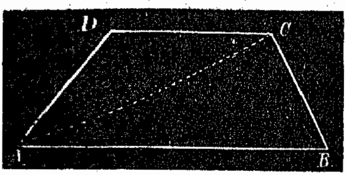
Čtyrúhelník $BCEF$ (obr. 25.) má strany všecky stejně dlouhé, avšak úhly nejsou pravé, dva jsou tupé a dva ostré. Úhly, jež nejsou pravé, slovou kosé a proto čtyrúhelník tento slove *kosočtverec*. — Rýsujíce kosočtverec, táhneme z bodu B a C dvě rovnoběžné přímky BC a CF, jež jsou tak dlouhé jako přímka BC. Body F a E spojíme pak přímkou FE, jež jest rovnoběžná s BC.

Na obr. 26. jest čtyrúhelník $ABCD$, jenž má všecky úhly pravé, avšak jen protilehlé strany stejně dlouhé. Strana $AB = DC$ a strana $AD = BC$. Protilehlé strany jsou rovnoběžné. Čtyrúhelník tento slove *obdélník*. Rýsujte několik obdélníků rozdílné velikosti! Rýsujte obdélník přímkami šikmými!



Obr. 26.

Čtyrúhelník $ABEF$ na obraze 27. má protilehlé strany rovnoběžné a stejně dlouhé, avšak úhly kosé, dva ostré a dva tupé. Čtyrúhelník tento slove *kosodélník*. — Rýsujte čtyry kosodélníky nestejné velikosti!

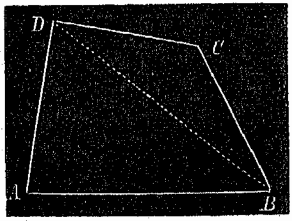


Obr. 27.

Čtverec, kosočtverec, obdélník a kosodélník mají protilehlé strany rovnoběžné.

má však jen dvě strany *B* a *DC* rovnoběžné, druhé dvě strany rovnoběžné nejsou. Čtyrúhelník tento slove *lichoběžník.* Rýsujte tři lichoběžníky rozmanité velikosti!

Na obr. 28. jest čtyrúhelník, jehož strany různě běží, protilehlé nejsou rovnoběžné. Čtyrúhelník tento slove *různoběžník.* — Rýsujte tři rozdílné různoběžníky!



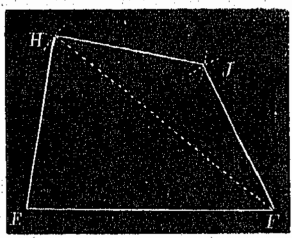
Obr. 28.

Porovnejme lichoběžník se čtvercem, čtverec s kosočtvercem a obdélníkem, obdélník s kosodélníkem!

Shodné čtyrúhelníky.

Čtyrúhelníky jsou shodné, mají-li strany a úhly po pořádku sobě rovné. Čtyrúhelníky na obr. 28. a 29. jsou shodné. Jmenujte shodné strany a shodné úhly!

Majíce rýsovati čtyrúhelník *EFJH* (obr. 29.) jenž má býti shodný s čtyrúhelníkem *BCD* (obr. 28.), rozdělíme čtyrúhelník na obr. 28. na dva trojúhelníky. Rýsujeme pak přímku *EF*, jež rovná se délkou přímce *AB* a sestrojíme trojúhelník *EFH*, jenž jest shodný s trojúhelníkem *BD*. (Jak sestrojujeme shodné trojúhelníky?) Pak rýsujeme trojúhelník *FHJ*, jenž jest shodný s trojúhelníkem *BDC*.



Obr. 29.

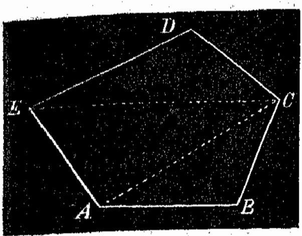
Rýsujte dva shodné čtverce! Potřebí děliti čtverec na trojúhelníky?

Rýsujte dva shodné obdélníky! Zdaž potřebí zde užiti způsobu výše naznačeného?

Rýsujte dva shodné kosočtverce a kosodélníky! Rýsujte dva shodné lichoběžníky a dva shodné různoběžníky!

Mnohoúhelníky.

Každý přímočárný obrazec, jenž má více než čtyry strany, slove *mnohoúhelník.* Na obr. 30. jest mnohoúhelník pěti stranami zavřený. Mnohoúhelník může míti též šest, sedm i více stran.



Obr. 30.

Mnohoúhelník může míti všecky strany a všecky úhly stejné velikosti a slove pak mnohoúhelník *pravidelný.* Dvanáctistěn (obr. 18.) jest omezen pravidelnými mnohoúhelníky. Který trojúhelník jest pravidelný? Který čtyrúhelník jest pravidelný?

Mnohoúhelník s nestejnými úhly slove *nepravidelný.* Na obr. 30. máme nepravidelný mnohoúhelník *ABCDE.*

Shodné mnohoúhelníky.

Mají-li mnohoúhelníky strany a úhly po pořádku stejné, jsou spolu shodné. Majíce rýsovati mnohoúhelník, jenž má býti shodný s jiným (na př. s *ABCDE* obr. 30.), rozdělíme vyrýsovaný mnohoúhelník na trojúhelníky a rýsujeme tyto jeden po druhém.

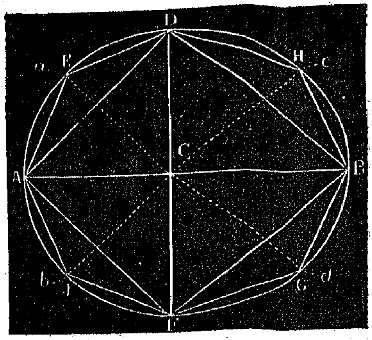
Rýsujte tři mnohoúhelníky a tři obrazce s nimi shodné!

Kružnice a kruh.

Křivka, jejíž každý bod má od bodu *C* (obr. 31.) stejnou vzdálenost, slove *kružnice.* Část roviny, jižto kružnice omezuje, slove plocha kruhová čili *kruh.* Každá přímka v kruhu, jež spojuje dva body kružnice slove *tětiva.*

* * *

V životě obecném často jest děliti kružnici i kruh na více rovných částí, protož k dělení jich přihlédneme. Průměr AB dělí *kružnici i kruh na poloviny*. Postavíme-li kolmici DF na průměr AB v středním bodu C, rozdělíme *kruh na čtyry stejné částky*. Táhneme-li tětivy AD, DB BF, FA, shotovíme ve kruhu čtverec $ADBF$.



Obr. 31.

Rýsujte kruh a rozdělte kružnici na čtyry rovné části. Rýsujte v kruhu tom čtverec!

Máme-li děliti kružnici na osm stejných částí, opíšeme oblouky z bodu A a D, jež protnou se v bodu a, totéž učiníme z bodu D a B v bodu c, pak z bodů B a F v bodu d atd. Body a, b, c, d spojíme přímkami s bodem středním C a kružnice i kruh rozděleny jsou *na osm stejných částí*.

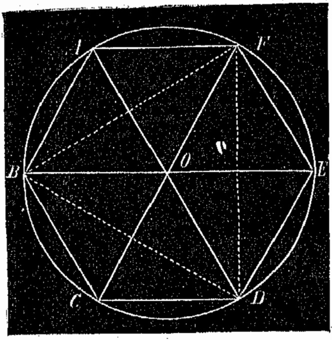
Spojíme-li přímkami body A, E, pak E, D atd. učiníme v kruhu pravidelný osmiúhelník $AEDHBGFJ$. Je-li kruh rozdělen na osm stejných dílů, lze jej lehce rozděliti na šestnáct, dvaatřicet atd. stejných částí. Jak?

Rýsujte kruh a rozdělte ho na osm stejných částí! Rýsujte v něm pravidelný osmiúhelník!

Mají-li kruhy poloměr stejné délky, jsou shodné. Rýsujte dva shodné kruhy! — Rýsujte dva shodné pravidelné osmiúhelníky pomocí kruhu!

* * *

Na obr. 32. vidíme kruh a v něm pravidelný šestiúhelník. Šestiúhelník rozdělen jest na šest shodných a rovnostraných trojúhelníků. Poloměr *AO* jest tedy téže délky jako tětiva *AF*. Tětivy *AF*, *FE*, *ED*, *DC*, *C*B a BA mají stejnou délku. Rovná se tedy poloměr kruhu tohoto každé tětivě jmenované. Přetínajíce kružnici délkou poloměru *AO* v bodech *A*, *F*, *E*, *D*, *C*, *B*, rozdělíme ji na šest rovných dílů. Body tyto spojíme přímkami s bodem *O*, a kruh rozdělen jest na šest stejných částí. Spojíme-li body kružnice přímkami *AF*, *FC*, *ED*, *DC*, *CB* a *AB*, učiníme v kruhu pravidelný šestiúhelník *ABCDEF*. Poloměrem dělíme tedy kružnici a kruh na šest rovných dílů.



Obr. 32.

Povšimněte si dělení oblouků na obr. 31. a povězte, jak lze děliti kruh na dvanáct a pak na čtyryadvacet stejných částí! Rýsujte kruh a rozdělte kružnici jeho na šest rovných částí! Vyrýsujte v témž kruhu pravidelný šestiúhelník!

Rýsujte dva shodné pravidelné šestiúhelníky pomocí kruhu!

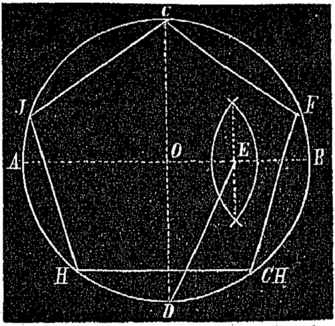
*

Na obr. 32. jest v kruhu rovnostraný trojúhelník *BDF*. I tento rýsovali jsme v kruhu pomocí poloměru. Jak? — Strany tohoto trojúhelníků dělí kružnici na tři rovné části v bodech *B*, *F*, *D*. Spojíme-li body tyto se středním bodem *O*, rozdělíme kruh na tři stejné části.

Rýsujte kruh a rozdělte kružnici na tři stejné části! Rozdělte týž kruh na tři stejné části! — Rýsujte v něm rovnostraný trojúhelník!

* * *

Na obr. 33. jest rozdělena kružnice na *pět stejných částí.* V kruhu jest pravidelný pětiúhelník. — Dělíce kružnici na pět stejných částí, činili jsme toto: Na průměr *AB* postavili jsme průměr *CD* kolmo. Průměry protínají se v středním bodu kruhu. Pak rozpůlili jsme poloměr *OB* v bodu *E* a spojili bod tento s bodem *D* přímkou *DE*. Přímkou *DE* přeťali jsme kružnici na pět stejných částí v bodech *C*, *F*, *CH*, *H*, *J*. Spojíme-li body tyto přímkami s bodem *O*, rozdělíme kruh na pět stejných částí.



Obr. 33.

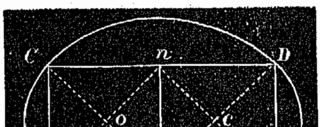
Rýsujíce pravidelný pětiúhelník spojili jsme body *C*, *F*, *CH*, *H*, *J* tětivami *CF*, *FCh*, *ChH*, *HJ*, *JC*.

Jak lze rozděliti kružnici *na deset stejných částí*, máme-li ji již na pět rozdělenou?

Rýsujte kruh a rozdělte ho na pět stejných částí! Rýsujte v kruhu s prvým shodném pravidelný pětiúhelník! Rýsujte dva shodné pravidelné pětiúhelníky pomocí kruhu!

Oval.

Obr. 34. znázorňuje oval. Týž sestrojíme takto: Kreslíme přímku *AB* a postavíme na ni tři kolmice, jichž délka rovná se polovici *AB* a sestrojíme obdélník *ABCD*. Pak táhneme šikmé přímky, jež přetínají se v bodech *o* a *c*. Z bodu *m* opíšeme oblouk *CD*, z bodu *n* oblouk *AB*, z bodu *o* oblouk *AC* a z bodu *c* oblouk *BD*.



Obr. 34.

Rýsujte dva ovaly rozdílné velikosti!

Sítě těles.

Soubor ploch, jež těleso omezují, slove povrch. Myslíme-li si povrch na jedné rovině rozložený, říkáme mu síť.

Rýsujte síť krychle dle vzorce na tabuli! Pokuste se doma o zhotovení krychle z lepenky!

Rýsujte síť trojstraného hranolu dle vzorce na tabuli! Udělejte si doma z lepenky trojstraný kolmý hranol!

Rýsujte síť válce dle vzorku na tabuli! Udělejte si doma válec kolmý!

Rýsujte síť čtyrhraného jehlance dle vzorku na tabuli! Zhotovte z lepenky čtyrstraný jehlanec!

Rýsujte síť kužele dle vzorce na tabuli a zhotovte si kužel z lepenky!

Rýsuje se ještě síť čtyrstěnu, osmistěnu, dvacítistěnu a dvanáctistěnu dle návodu a kresby ve škole.

Tělesa vůbec.

Pokuste se kresliti u větší míře obr. 1., 4., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 15., 16., 17. a 18., jak je vidíte v této knížce.

Část třetí.

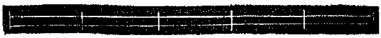
Měřictví.

Měření přímek.

Základní měrou délky jest u nás **métr** a rovná se 3·163534 vídeňským stopám anebo asi 38 palcům. Metr jest desítimilionový díl čtvrtiny poledníka zemského.

Métr ma 10 decimétrů.
Decimétr má 10 centimétrů.
Centimétr má 10 milimétrů. *)

Na obraze 35. máme polovinu decimétrů čili pět centimétrů.



Obr. 35.

Užívajíce zlomků desetinných, považujeme métr za celek, decimétr za desetinu, centimétr za setinu a milimétr za tisícinu. Tři métry, 2 decimétry, 4 centimétry, 3 milimétry napíšeme takto: 3·243 métrů.

Vyslovte následující čísla a jmenujte počet métrů, decimétrů, centimétrů a milimétrů:

5·356 métrů,	3·008 métrů,	0·34 . métrů,
8·34 . „	4·045 „	0·04 . „
5·6 . . „	9·308 „	0·004 „

---

*) Francouzi vyslovují: Métr, desimétr, sántimétr, mijimétr.

Užívajíce skrácenin, znamenáme métr písmenem *m.*, decimétr písmenem *dm.*, centimétr *cm.*, milimétr *mm.* Vyslovte následující čísla:

4 m. + 5 dm. + 6 cm. + 9 mm. = 6.568 m.
9 m. + 3 dm. + 5 cm. + 9 mm. = 9·359 m.
8 m. + 2 dm. + 3 cm. + 4 mm. = 8·234 m.

Úkoly. 1. Vypočtěte, kolik cm. má métr! Kolik milimétrů má métr?

2. Kolik dm. rovná se pěti m.? Kolik cm. rovná se 3 m.? Kolik mm. rovná se 4 m.?

3. Upravte si z provázku métr a na něm decimétr a pak odměřte délku světnice domácí! Odměřte i její šířku!

4. Má-li jedna strana jistého čtverce 2 m. délky, jakou délku mají všecky strany dohromady?

5. Délka jistého obdélníku činí 4·5 m., šířka 3·2 m.; jakou délku mají všecky strany úhrnem?

6. Strana pravidelného trojúhelníka jest dlouhá 3·24 m., jak dlouhé jsou všecky strany úhrnem?

7. Pravidelný pětiúhelník má jednu stranu 0·45 m. dlouhou, mnoho-li má objem?

8. Na jistý trativod koupilo se 80 trub, z nichž každá jest 1·3 métru dlouhá; jak dlouhý jest tento trativod?

*

Měříce delší čáry, užíváme řetězů a provazů deset neb více métrů dlouhých. Potom říkáme

na místě 10 métrů — 1 dekamétr,
„ „ 10 dekamétrů — 1 hektométr,
„ „ 10 hektométrů — 1 kilométr,
„ „ 10 kilométrů — 1 myriamétr.

*M*yria*m*étr lze vždy též čísti *m* e t r i c k á *m* í l e.

Dle toho jest 36574 métrů = 3 myriamétry, 6 kilométrů, 5 hektométrů, 7 dekamétrů a 4 métry.

Vyslovte čísla následující a jmenujte počet myriamétrů, kilométrů, hektométrů atd!

35846 métrů.	260·3 m.
45498·345 m.	309·2 m.
20093·06 . m.	50·1 m.
3206·8 .. m.	8·3 m.

Skrácenin užívajíce, píšeme: *Mm.* (*m*yria*m*étr), *Km.* (*k*ilo*m*étr), *Hm.* (*h*ekto*m*etr), *Dm.* (*d*eka*m*étr). — Vyslovte následující čísla:

5 Mm. + 3 Km. + 8 Hm. + 3 Dm. + 5 m. + 8 dm. + 4 cm. + 3 mm.
4 Mm. + 2 Km. + 3 Hm. + 2 Dm. + 4 m. + 8 dm. + 6 cm. + 2 mm.
8 Mm. + 5 Km. + 6 Hm. + 4 Dm. + 3 m. + 2 dm. + 3 cm. + 1 mm.

Poznamenání. Stejné ceny jsou čísla následující:

9 8 7 6 5 4 3 2 mm.
9 8 7 6 5 4 3· 2 cm.
9 8 7 6 5 4· 3 2 dm.
9 8 7 6 5· 4 3 2 m.
9 8 7 6· 5 4 3 2 Dm.
9 8 7· 6 5 4 3 2 Hm.
9 8· 7 6 5 4 3 2 Km.
9· 8 7 6 5 4 3 2 Mm.

Čtouce čísla tato, hleďme k jménu na konci a k tečce desetinné. Tečka desetinná dělí celé od částí jednotky.

Úkoly. 1. Kolik métrů jest v 8. Km.?
2. Kolik métrů jest v 4 Km.?
3. Kolik Km. jest 9000 m.?
4. Kolik métrů jest v 13 Mm.?
5. Jistá dráha jest 15. Mm. dlouhá, jiná pak 134500 m.; jakou délku mají obě úhrnem?
6. Délka jistého pole, jež má tvar obdélníka, jest 3 Km., šířka pak 19 Dm.; jaký objem má toto pole?
7. Z města A do B jest 9 Mm., z B do C 94836 m.; jak daleko jest z A do C?

8. Strana pravidelného trojúhelníku má 458 m., jak dlouhé jsou jeho strany úhrnem?
9. Mm = 1 met. míle rovná se (=) 1·318229 rakouské poštovní míle; kolik Mm. obsaženo jest v 39·8 rak. míle?
10. Jeden métr rovná se 0·5272916 vídeň. sáhu; kolik métrů obsaženo jest v 13°5'?
11. Jeden víd. sáh rovná se 1·896484m., kolik m. rovná se 9°?
12. Jedna rak. poš. míle rovná se 0.7585936 Mm.; kolik Mm. rovná se 13 r. p. m.?*)

*

Máme-li měřiti přímku nepřístupnou, rozdílně si počínáme. Majíce měřiti přímku *DC* na obr. 26., jež by šla přes rybník; sestrojíme kolmice *DA* a *CB* na suchu a táhneme rovnoběžnou *AB*, jež se dá měřiti. Přímka *AB*, jsouc stranou obdélníka, rovná se pak nepřístupné *DC*.**)

Měření kružnice.

Chceme-li znáti délku kružnice č. obvodu kruhu, měříme průměr kruhu. Měřením shledalo se, že obvod kruhu je $3^1/_7$krát (čili určitěji 3·1416krát) delší průměru jeho. Rovná-li se tedy průměr kruhu 1 métru, rovná se obvod jeho 3·1416 m., rovná-li se 2 métrům, rovná se obvod 3·1416 m. × 2 = 6·2832 m.

Úkoly 1. Průměr jistého kruhu rovná se 0·34 m., jak dlouhá jest kružnice?
2. Jak dlouhá jest kružnice, zavírá-li průměr 1·8 m. dlouhý?
3. Jak dlouhá je polovina, třetina, čtvrtina atd. kružnice, má-li průměr jí zavřený 2·34 m. délky?

Měření ploch.

Měříme-li nějakou plochu, užíváme k tomu čtverců určité velikosti. Čtverec, jehož strana je métr dlouhá, slove *čtverečný métr*. Čtverec, jehož strana je decimétr dlouhá, slove *čtverečný decimétr* atd.

---

*) Pobobné a jiné úkoly viz v knihách početních.

**) Měření výšky a délky pomocí trojúhelníku může se též v páté třídě ukázati.

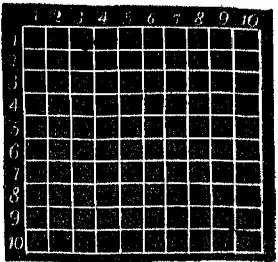
Jak dlouhá jest strana čtverečného decimétru? Jak dlouhá u čtverečného milimétru?

Jak dlouhá jest strana u čtverečného Dm?
" " " " " " Hm?
" " " " " " Km?
" " " " " " Mm?

Skráceně znamenáme plochové míry:

□ Mm., □ Km., □ Hm., □ Dm., □ m., □ dm., □ cm., □ mm., nebo dřívější míry □°, □′, □″, □‴.

Obraz 36. znázorňuje nám čtverec, jehož strana rozdělena jest na 10 stejných částí. Body, jež strany dělí, spojeny jsou rovnoběžnými přímkami, které dělí nám čtverec týž na sto shodných malých čtverců. Dle toho má čtverečný métr sto shodných malých čtverců, jež slují čtverečné decimétry. Proč? Rozdělíme-li métr na 10 stejných částí, jak slují tyto části? Čtverečný decimétr obsahuje opět 100 menších čtverců, jež slují čtverečné centimétry atd. Dále máme:



Obr. 36.

1 □ Mm. = 100 □ Km. = 100 myriarů.
1 □ Km. = 100 □ Hm. = 1 myriar.
1 □ Hm. = 100 □ Dm. = 1 hektar.
1 □ Dm. = 100 □ m. = 1 ar.
1 □ m. = 100 □ dm.
1 □ dm. = 100 □ cm.
1 □ cm. = 100 □ mm.

Měrou pozemků bude čtverec, jehož strana má 10 métrů čili 1 dekamétr. Tento čtverec má 100 □ m. a slove *ar*.

Čtverec, jenž má 100 arů slove *hektar* a strana jeho má 100 métrů čili 10 dekamétrů nebo-li jeden hektométr.

Čtverečný sáh má (6 × 6 =) 36 □′, 1 □′ = (12 × 12 =) 144 □″, 1 □″ = (12 × 12 =) 144 □‴.

1 □ m. = 0·2780364 □° = 10 □′ přibližně.

1 □ Mm. = 1·737727 □ rak. míle.

Úkoly. 1. Kolik □ Km. má 1 □ Mm.?
2. Kolik □ Dm „ „ „
3. Kolik □ m. „ „ „
4. Kolik □ cm. má 1 □ m.?
5. Proměňme 1 □ Hm. na □ dm.?*)
6. Kolika □ mm. rovná se 1 □ m. + 1 □ dm. + 1 □ cm.?

a) 1 □ m. = 100 □ dm. = 10000 □ cm. = 1000000 □ mm.
1 □ dm. = 100 □ cm. = 10000 □ mm.
1 □ cm. = 100 □ mm.

1 □ m. + 1 □ dm. + 1 □ cm. = 10101 □ cm. = 1010100 □ mm

b) 1010100 □ mm. = 10101 □ cm. = 101·01 □ dm. = 1·0101 □ m.

c) 1.0101 □ m. = 1 □ m. + 1 □ dm. + 1 □ cm.

7. 3 □ m. + 2 □ dm. + 5 □ cm. rovná se kolika □ mm?

a) 3 □ m. = 300 □ dm. = 30000 □ cm. = 3000000 □ mm.
2 □ dm. = 200 □ cm. = 20000 □ mm.
5 □ cm. = 500 □ mm.

3 □ m. + 2 □ dm. + 5 □ cm. = 30205 □ cm. = 3020500 □ mm

b) 3020500 □ mm. = 30205 □ cm. = 302·05 □ dm. = 3·0205 □ m.

c) 3·0205 □ m. = 3 □ m. + 2 □ dm. + 5 □ cm.

8. Proměňte 15 □ m. + 19 □ dm. + 13 cm. na □ mm.!

a) 15 □ m. = 1500 □ dm. = 150000 □ cm. = 15000000 □ mm.
19 □ dm. = 1900 □ cm. = 19000 □ mm.
13 □ cm. = 1300 □ mm.

15 □ m. + 19 □ dm. + 13 □ cm. = 151913 □ cm. = 15191300 □ mm.

b) 15191300 □ mm. = 151913 □ cm. = 1519·13 □ dm. = 15·1913 □ m.

c) 15·1913 □ m. = 15 □ m. + 19 □ dm. + 13 □ cm.

*) Na to proměňování □ mm. na □ cm.

Dle posledních tří úkolů jest ku př.

1·0 1 0 1 0 0 □ m.
3·0 5 0 2 . . □ m.
4 5·1 9 1 3 . . □ m.
1 2·0 9 3 4 5 . □ m.

$$\underbrace{3\,2\,5}_{\square\text{ m.}}\cdot\underbrace{6\,8}_{\square\text{ dm.}}\,\underbrace{4\,3}_{\square\text{ cm.}}\,\underbrace{2\,5}_{\square\text{ mm.}}\ \square\text{ m.}$$

9. Vyslovte následující čísla!

1 5·0 6 8 4 3 □ m.
3·5 0 6 0 □ m.
0·8 9 3 4 5 □ m.
0·3 0 4 5 □ m.

*

Čtverečný Hm. slove jinak **hektar** (Ha). Ha. má 100 arů (a) čili 100□ Dm. Jeden ar má 100□ m.

Úkoly. 1. Kolika arům rovná se 1□Mm. + 1□Km. + 1□ Hm. (Ha)+1□ Dm. (a)?

a) 1□Mm. = 100□Km. = 10000□Hm. (Ha) = 1000000□Dm. (a.)
1□Km. = 100□Hm. (Ha) = 10000□Dm. (a.)
1□Hm. (Ha) = 100□Dm. (a.)
1□Dm. (a.)

Úhrnem 1010101□arů.

b) 1010101arů = 10101·01Ha. = 101·0101□Km. (čili Myriar) = 1·010101□Mm.

c) 1,010101□ Mm. = 1□ Mm + 1□ Km. (Ma) + 1□Hm.(Ha), + 1□Dm. (a).

2. Kolika arům rovná se 5□Km. + 13Ha.?

3. 5□Mm. + 15□Km. + 18□m. je kolik □m.?

4. Více podobných úkolů budiž ještě počítáno.

5. Vyslovte následující čísla!

13563549 a. = 135635·49 Ha.
14856645·36 a. = 148566·4566Ha.
493896·5 a. = 4938·965 Ha.

Poznamenání. Stejné ceny jsou čísla následující:

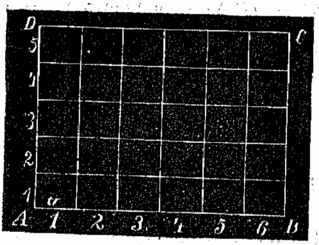
14	15	16	17	18	19	20	21	□ mm.
14	16	16	17	19	19	20·	21	□ cm.
14	15	16	17	18	19·	20	21	□ dm.
14	15	16	17	18·	19	20	21	□ m.
14	15	16	17·	18	19	20	21	□ arů.
14	15	16·	17	18	19	20	21	□ Ha.
14	15·	16	17	18	19	20	21	□ Ma.
14·	15	16	17	18	19	20	21	□ Mm.
□Mm.	□Km. (Ma.)	□Hm. (Hm.)	□Dm. (a.)	□m.	□dm.	□cm.	□mm.	

Čtouce čísla tato, hleďme k jménu a tečce desetinné. Tečka desetinná dělí celé a části jednotky.

O kolik míst překládali jsme desetinou tečku v číslech tohoto poznamenání? — O kolik míst překládali jsme ji v poznamenání na str. 25?

Obsah obdélníka.

Obr. 37. jest obdélník. Měrou jeho jest čtverec *a*, který klademe podle strany *AB* tolikrát, kolikrát možno. Podobně obdržíme druhou, třetí, čtvrtou a pátou řadu. Na obrazci tomto máme pět čtvercových řad a v každé řadě jest šest čtverců, tedy dohromady $5 \times 6 = 30□$, jak vidíme ve vzorci. Je-li strana čtverce *a* 1 cm. dlouhá, máme na obr. 30□ cm. Z toho patrno, že **obsah obdélníka vypočteme, jestliže jeho délku *AB* výškou *AD* násobíme.**



Obr. 37.

Úkoly. 1. Jistá zahrada, jež má tvar obdélníka, jest 15 métrů dlouhá a 13 m. široká; kolik čtverečních métrů má tato zahrada? Povězte kolik má arů?

2. Světnice jest 4·5 m. dlouhá, 3·2 m. široká; jak velký jest čtverečný obsah podlahy?
(32 dm. $\times$ 45 dm. $=$ 1440□ dm. $=$ 14·4 □ m.)

3. Co bude státi místo pod stavení, jež mající podobu obdélníka, jest 20 m. dlouhé a 15·6 m. široké?
(200 dm. × 156 dm.)
4. Deska stolu jest 1 m. dlouhá a 6 dm široká, jak velký jest čtverečný obsah?
(10 dm. × 6 dm.)
5. Ar pole stojí kdesi 105 zl., zač bude pole, jež má podobu obdélníka, je-li 35 m. široké a 49·5 m. dlouhé?

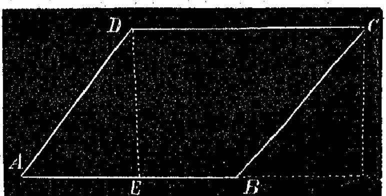
Obsah čtverce.

Obsah čtverce vypočítáváme jako obsah obdélníka. Že však délka jeho rovná se šířce, měříme pouze jednu stranu jeho. Výměr strany jest pak výměrem délky a výměrem šířky. Má-li čtverec stranu 8 m. dlouhou, rovná se obsah jeho (8 m. × 8 m) = 64 □ m.

Úkoly. 1. Stavební místo v podobě čtverce má stranu 29m. dlouhou; co bude státi celé místo, platí-li se 1 □m. za 29 zl.?
2. Předsíň má se pokrýti dlaždicemi velikosti 1 □ dm.; kolik dlaždic spotřebuje se, má-li předsíň tvar čtverce, jenž má stranu 4·5m. dlouhou?
3. Strana čtverce měří 9 Dm., jak velký jest obsah jeho?

Obsah kosodélníka a kosočtverce.

Vedeme-li v kosodélníku $ABCD$ (obr. 38.) z bodů C a D kolmice DE, CF na přímku č. půdici AB, učiníme dva shodné trojúhelníky ADE a BCF. Oddělíme-li od kosodélníku $ABCD$ trojúheln. ADE a položíme-li jej na trojúhelník BCF, přesvědčíme se, že kosodélník $ABCD$ roven jest obdélníku $DCEF$, a půdice AB rovná se půdici EF. Obsah kosodélníka tedy vypočítáváme, jestliže půdici jeho AB násobíme kolmou výškou DE.



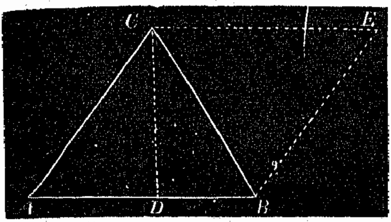
Obr. 38.

Kosočtverec můžeme míti za kosodélník, jehož strany stejnou mají délku; obsah jeho pak také vypočteme, násobíme-li půdici kolmou výškou.

Úkoly. 1. Vystřihněte z papíru kosodélník, odstřihněte z něho pravoúhelný trojúhelník a složte obdélník!
2. Pole podoby kosodélníka má 43 m. délky a 39·5 m. šířky (č. výšky); jak velký jest čtverečný obsah jeho?
3. Půdice kosočtverce jest 8·3 m. dlouhá a výška jeho měří 3·45 m.; jak velký jest obsah jeho?

Obsah trojúhelníku.

Vystřihneme-li z papíru dva shodné ostroúhelné trojúhelníky, na př. ABC a BCE na obr. 39., a přiložíme-li je stranami stejné délky k sobě, učiníme kosodélník $ABCE$, jehož výškou jest kolmice CD.



Obr. 39.

Obsah kosodélníku vypočteme, násobíme-li půdici AB výškou CD. Trojúhelník ABC jest polovicí kosodélníku, pročež i polovice obsahu kosodélníka rovná se obsahu trojúhelníka ABC.

Obsah trojúhelníka tedy vypočítáme, jestliže půdici jeho AB kolmou výškou CD násobíme a součin pak rozpůlíme. Na př. Má-li půdice 15 m. a výška 4 m., jest obsah kosodélníka č. dvou shodných trojúhelníků jeho 60 □ m. a obsah jednoho trojúhelníka 30 □ m.

Úkoly. 1. Půdice trojúhelníka měří 7 m. a výška jeho 4 m., jak velký je čtverečný obsah?
2. Jedna strana pole, jež má tvar trojúhelníka, má 2 Hm., výška pak činí 35 m.; jak velký je obsah?
3. Šířka okapu jedné strany střechy, jež má tvar trojúhelníka, měří 10·3 m, výška její má 4 m.; jak velký je obsah?

Obsah lichoběžníka a různoběžníka.

Chceme-li vypočítati obsah lichoběžníka neb různoběžníka, rozdělíme je na trojúhelníky, jak vidíme na obr. 27. a 28. Pak vypočteme čtverečný obsah každého trojúhelníku a sečteme součiny jejich.

Měří-li trojúhelník *ACD* na obr. 27. 14□m. a trojúhelník *ABC* 20□m. = 14□m. + 20□m. = 34□m. obsahu čtyrúhelníka.

Úkoly. 1. První trojúhelník jistého různoběžníka měří 13□m. druhý trojúhelník jeho 15□m., jak velký jest obsah různoběžníka?

2. Strana trojúhelníka v lichoběžníku měří 8·3m, výška jeho 4m.; strana druhého trojúhelníka má 10·1m., výška pak 4m.; jak velký je obsah každého trojúhelníka a jak velký obsah lichoběžníka?

3. Rovnoběžné přímky lichoběžníka jsou 3m. od sebe vzdáleny; měří-li první rovnoběžná 4m. a druhá 5m., jak velký je obsah jeho?

Obsah mnohoúhelníka.

Na obr. 30. máme mnohoúhelník. Jak vypočteme obsah jeho?

Chceme-li vypočítati obsah mnohoúhelníka, rozdělíme jej na samé trojúhelníky a vypočteme obsah každého trojúhelníka zvlášť; pak sečteme obsah všech trojúhelníků a máme obsah mnohoúhelníka.

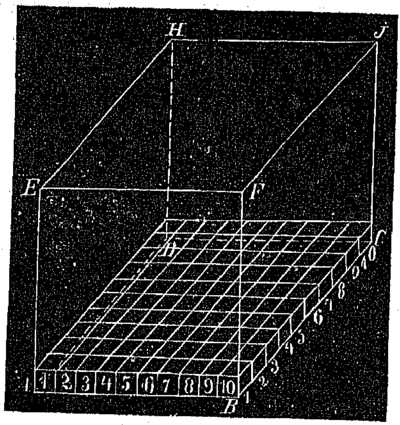
Úkoly. 1. Jak velký jest obsah pětiúhelníka; měří-li první jeho trojúhelník 8□m., druhý 9□m. a třetí 9.5□m.?

2. Na obr. 32 vidíme pravidelný šestiúhelník, jenž rozdělen jest na šest shodných trojúhelníků. Měří-li jeden trojúhelník takovéhoto pravidelného šestiúhelníka 4·56□m., jak velký jest obsah celého šestiúhelníka?

3. Vypočteme obsah pravidelného osmiúhelníka (obr. 31.), jehož trojúhelníky jsou shodné a měří každý 8.3□m.!

Obsah kruhu.

Táhneme-li v kruhu 50 neb více poloměrů rozdílným směrem (obr. 5.), rozdělíme si obvod na tak malé díly, že lze je považovati za přímé čáry. Způsobem tím rozdělíme plochu kruhu na samé trojúhelníky, jichž vrchol je v bodu *a*. Vypočteme-li pak plochu každého



Obr. 40.

trojúhelníka zvlášť a sečteme obsah všech, vypočteme způsobem tím plochu kruhu. Obvod č. kružnice rovná se součtu půdic všech trojúhelníků. Výškou každého trojúhelníka jest poloměr kruhu. — Z toho patrno, že plochu kruhu vypočítáváme, násobíme-li obvod poloměrem a součin dělíme dvěma.

Na př. Je-li poloměr 2 m. a obvod 6·2832 m., rovná se plocha jeho 2 m. × 6·2832 m. = 12.5664□m. : 2 = 6.2832□ m. Známe-li míru poloměru, vypočteme i jeho obvod. (Viz měření kružnice.)

Úkoly. 1. Vypočtěte čtverečný obsah kruhu, jehož poloměr je 5m. dlouhý!

2. Jak velký jest obsah kruhu, měří-li jeho poloměr 4·6m?
3. Vypočtěte obsah kruhu, jehož průměr má 9·2m.!
4. Dno jedné nádoby má v průměru 1m., jak velký je čtverečný obsah dna?

Měření těles.

Měříme-li nějaké těleso, užíváme k tomu krychle č. kostky určité velikosti. Krychle, jejíž strana je métr dlouhá, slove *krychlový métr*. — Jak dlouhé jsou hrany krychlového decimétru? Jak dlouhé krychlového centimétru?

Obr. 40. znázorňuje nám krychli *ABCDEFJH.* Na její půdici leží sto shodných malých krychlí, jež jsou v desíti řadách po desíti $= 10 \times 10 = 100$. Sto těchto krychlí činí vrstvu první. Na str. *AE* vidíme, že můžeme v krychli *ABCDEFJH* vměstnati ještě 9 vrstev jiných. Může tedy krychle táž obsahovati 10 shodných vrstev, v níž každé je 100 shodných malých krychlí. Dá se tedy do ní vměstnati $100 \times 10 = 1000$ krychlí.

Je-li strana krychle na obr. 40. jeden métr, bude strana menší krychle 1 dm. dlouhá a krychlový métr má pak 1000 krychlových decimétrů. Je-li strana krychle jeden decimétr, jest strana menší krychle 1 cm. dlouhá, a krychlový decimétr obsahuje 1000 krychlových centimétrů. Slovo „krychlový“ naznačujeme znamením ⊟.

Dle toho:

1⊟ Mm. = 1000⊟ Km.
1⊟ Km. = 1000⊟ Hm.
1⊟ Hm. = 1000⊟ Dm.
1⊟ Dm. = 1000⊟ m.
1⊟ m. = 1000⊟ dm. = 1000 litrům.
1⊟ dm. = 1000⊟ cm. = 1 litru.
1⊟ cm. = 1000⊟ mm.

Nádoba, jež rovná se obsahem 1⊟ dm., slove litr.

Úkoly. 1. Kolik ⊟Hm. má 1⊟Mm.?
2. Kolik ⊟Dm. má 1⊟Km.?
3. Kolik ⊟m. má 1⊟Hm.?
4. Kolika ⊟cm. rovná se 1⊟m.?
5. Kolika ⊟mm. rovná se 1⊟m. + 1⊟dm. + 1⊟cm.?
6. 3⊟m. + 2⊟dm. + 5⊟cm. rovná se kolika ⊟mm.?
7. Kolik ⊟m. je 5⊟Km. + 3⊟Hm.?
8. Kolika ⊟m. rovná se 1⊟Km. + 4⊟Dm.?

Poznámka. Stejné ceny jsou čísla následující:

21 123 123 123 000 123 ⊟mm.
21 123 123 123 000·123 ⊟ cm.
21 123 123 123·000 123 ⊟ dm.
21 123 123·123 000 123 ⊟ m.
21 123·123 123 000 123 ⊟ Dm.
21·123 123 123 000 123 ⊟ Hm.
0·021 123 123 123 000 123 ⊟ Km.

⊟Km. ⊟Hm. ⊟Dm. ⊟m. ⊟dm. ⊟cm. ⊟mm.

Krychlový sáh má (6 × 6 × 6 =) 216⊟'
1⊟' = (12 × 12 × 12 =) 1728 ⊟''
1⊟m = 0·146606⊟° = 31·66695⊟'.

Obsah krychle.

Obr. 40. znázorňuje krychli. Je-li strana krychle 10 dm. dlouhá, jest v první vrstvě 10 × 10 = 100⊟dm., v celé krychli jest deset vrstev po 100⊟dm. = 100 × 10 = 1000⊟dm. čili 1000 litrů.

Krychlová nádoba, jejíž strana je 10 dm. č. 1 m. dlouhá, pojme tedy 1000⊟dm. č. 1000 litrů č. 1⊟m. — Půdice této krychle jest 10 dm. dlouhá a 10 dm. široká, objem čtvercový je tedy 10 dm. × 10 dm. = 100□ dm. Na půdici dá se tedy srovnati 100⊟dm., jež činí vrstvu první. Výška krychle má 10 dm., jest tudíž 100□dm. × 10 dm. = 1000⊟dm., což jest obsahem krychle.

Z toho patrno, že **násobíme-li čtverečný obsah půdice výškou, vypočteme obsah krychle.** Na př. Měří-li strana krychle 3 m., jest čtverečný obsah půdice 3 m. × 3 m. = 9□m.; výška jest 3 m., tedy 9□m. × 3 m. = 27⊟m. čili 27 tisíc litrů, jež jsou obsahem krychle.

Úkoly. 1. Jak velký jest obsah krychle, jejíž strana měří 3dm.?
2. Kolik litrů vejde se do krychlové nádoby, měří-li její strana 1 m. + 2 dm.?
3. Jak velký je obsah krychle, měří-li její strana 2m + 3dm.?

Obsah hranolu.

Půdice krychle, jejíž strana je 3 m. dlouhá, jest 3 m. × 3 m. = 9□m. velká, obsah krychle jest pak 9□m. × 3 = 27⊟m.

Postavíme-li dvě krychle na sebe (dle obr. 6.), z nichž každá měří 27⊟m., měří celý hranol 27⊟m. × 2 = 54⊟ m.

Jak z předešlého příkladu známo, měří půdice 9□m., výška obou krychlí č. celého hranolu je 3 m. + 3 m. = 6 m.; tedy obsah hranolu 54⊟m. = 9□m. × 6 m. Obsah hranolu tedy vypočteme, násobíme-li čtverečný obsah půdice výškou (kolmou). Na př. Čtverečný obsah půdice hranolu jest 6□dm., výška jeho jest 5 dm., jest tedy obsah hranolu 6□dm. × 5dm. = 30⊟dm. čili 30 litrů.

Je li hranol šikmý, jak jej vidíme na obr. 8., měříme (kolmou) výšku *ab*, neboť z hranolu šikmého sestrojiti lze hranol kolmý podobně, jako z kosodélníka (obr. 38.) sestrojili jsme obdélník, jenž onomu rovná se obsahem.

Rozpůlíme-li půdice čtyrstěného hranolu na shodné trojúhelníky, shotovíme dva trojstěné shodné hranoly, z nichž každý rovná se polovici obsahu hranolu čtyrstěného. — Obsah každého hranolu, kolmého i šikmého, vypočteme, násobíme-li čtverečný obsah (kolmou) výškou, nechť si je tento trojstěný neb vícestěný.

Úkoly. 1. Vodárna majíc tvar hranolu čtyrstěného jest uvnitř 2 m. dlouhá, 1 m. široká a 9 dm. hluboká; kolik litrů vody vejde se do ní?

2. Odměřte hrany cihly a vypočtěte její kostkový č. krychlový obsah!

3. Měří-li půdice do čtyr stran otesaného trámu 2□dm. a délka 5 m, jak velký jest krychlový obsah?

Obsah válce.

Válec považujeme za hranol, jehož půdice jsou kruhy, protož krychlový obsah válce vypočítáme týmž způsobem, jako obsah hranolu: násobíme čtverečný obsah půdice (kolmou) výškou. Na př. Půdice má 9□dm. a výška 8 dm., jest tedy krychlový obsah 9□dm. × 8 dm. = 72⊟dm.

Úkoly. 1. Poloměr válce má 0·8 m., výška jeho 3·5 m.; jak velký jest obsah jeho?
2. Vnitřní průměr dna v nádobě válcovité má 10 cm., vnitřní výška je 12 cm.; jak velký je obsah nádoby?
3. Průměr válce má 6 dm., výška jeho má 1 m., jak velký jest obsah?

Obsah jehlance.

Měřením shledalo se, že jehlancovitá nádoba, jež má na př. půdici 9□m. velkou, a jejíž (kolmá) výška měří 6 dm, pojme 18 litrů tekutiny, čili nádoba táž má 18⊟dm. Těchto 18⊟dm. č. obsah jehlance vypočteme, násobíme-li čtverečný obsah půdice výškou jehlance a dělíme-li součin třemi. Tedy 9□dm. × 6 dm. = 54⊟dm., 54⊟dm. : 3 = 18⊟dm.

Krychlový obsah jehlance tedy vypočteme, když jeho půdici výškou násobíme a 3 dělíme.

Úkoly. 1. Půdice jehlance měří 18□dm., výška jest 2 m., jak velký jest obsah jehlance?
2. Půdice jehlance jest čtverec, jehož strana jest 1 m. dlouhá, výška jehlance měří 3 m., jak velký jest obsah?

Obsah kužele.

Kužel lze považovati za jehlanec, jenž má kruh za půdici. Proto krychlový obsah kužele vypočítáme, když půdici jeho výškou násobíme a třemi dělíme. Na př. Půdice kužele měří 4□dm., výška jest 6 dm.; jest tedy krychlový obsah kužele 4□dm. × 6 dm. = 24⊟dm. : 3 = 8⊟dm.

Úkoly. 1. Jak velký jest obsah kužele, měří-li poloměr půdice 4 dm. a výška 16 dm.?
2. Průměr půdice kužele má 8 dm., výška má 15 dm.; jak velký krychlový obsah?

Úkoly. 1. Jak velký je čtvercový obsah prkna, jež jest 4 m. dlouhé a 12 dm. široké? — Kolik takových prken bylo by potřebí, aby se jimi pokryla podlaha světnice, jež jest 3 m. široká a 6 m. dlouhá?

2. Pole, majíc tvar kosodélníka, jest 96 m. dlouhé, a kolmá výška měří 58·5 m.; jak velká jest cena jeho, počítá-li se jeden čtvercový métr za 45 kr.?

3. Měří-li půdice trojúhelníka 4 dm. a kolmá výška 5 dm.; jak velký jest obsah jeho?

4. Rovnoběžné přímky lichoběžníka jsou 15·4 m. od sebe vzdáleny; měří-li první 29 m. a druhá 24 m., jak velký jest obsah téhož lichoběžníka?

5. Vypočtěte obsah pravidelného šestiúhelníka, jehož trojúhelníky jsou shodné a měří každý 9·4 m.!

6. Kruhová deska stolu má průměr 1 m. zdélí; jak velký jest čtverečný obsah této desky?

7. Jak velký jest obsah krychle, měří-li její strana 2 m. + 4 dm.? Kolik litrů pojala by krychle tato?

8. Nalámaný kámen vyrovnán jest v podobě hranolu, jenž jest 10 m. zdélí, 5 m. zšíři a 1·5 m. zvýší. Co stojí všechen ten kámen, platí-li se za 1 ⊟ m. 1 zl. 20 kr.?

9. Vnitřní průměr dna nádoby valcovité má 3 dm. a výška její jest 8 dm.; kolik litrů tekutiny vejde se do této nádoby?

10. Půdice jehlance rovná se polovině čtverce, jehož strana měří 9 dm.; měří-li výška jehlance 1·5 m., jak velký jest obsah jehlance?

11. Průměr půdice u kužele má 9 dm., výška jeho měří 14 dm.; jak velký jest krychlový obsah?

12. Vypočtěme, jak velký prostor zaujímá naše školní světnice, a jaký prostor z toho připadá na každého žáka?

OBSAH.

Část první. — Nazírání těles.

Část druhá. — Rýsování.

Část třetí. — Měřictví.