bod $d$ má souřadnice

$$x_2 = y_2 = 2r.$$

Rovnice spojnice $dc$ jest

$$y - 2r = \frac{2r - \frac{r}{4}}{2r - \frac{r}{4}\sqrt{15}}\,(x - 2r),$$

průsečík její s osou $x$ bod $e$ má $y = 0$; pak

$$-2r = \frac{7}{8 - \sqrt{15}}\,(x - 2r) \quad \text{a} \quad x = \overline{ae} = \frac{2r(\sqrt{15} - 1)}{7}.$$

Délka

$$\overline{de} = \sqrt{(x_2 - \overline{ae})^2 + y_2^2} = \sqrt{4r^2\left(1 - \frac{\sqrt{15} - 1}{7}\right)^2 + 4r^2}$$

$$= \frac{8r}{7}\sqrt{8 - \sqrt{15}} = \frac{8}{7}\,r\,\sqrt{4\cdot12702} = \frac{16\cdot25205}{7}\,r$$

a

$$\overline{ae} = \frac{5\cdot74596}{7}\,r,$$

tudíž

$$\overline{af} = \overline{ae} + \overline{ed} = 3\cdot1426\ r,$$

číslo 3·142 udává přibližně poměr obvodu opsaného 96-úhelníka kružnici, k jejímu průměru $2r$.

---

# Vědecké podklady moderního válečnictví.

Pro žáky středních škol píše prof. Dr. **Boh. Kučera.**

Válka je instituce tak stará, jako lidstvo samo. Leč jak nesmírně pronikavý jest rozdíl mezi způsobem válčení v dobách minulých, ve věku starém a středním a mezi způsobem boje v době dnešní. Moderní válečnictví využívá co nejintensivněji veškerých pokroků věd exaktních a technických a ovšem obráží se v něm celý ten ohromný a netušený rozmach jejich během posledního padesátiletí. Úkolem tohoto článku jest, aby ukázal alespoň v povšechných rysech na vlivy, jimiž fysika v tento rozvoj působila.

Čím větší massy se utkávají ve vzájemném boji, tím větší musí býti vzdálenosti, v nichž boj započíná, v nichž se dějí prvé přípravy akce, jejíž konečným cílem jest vzetí posice protivníkovy, dobytí jeho zákopů nebo pevností. Jako dříve předcházely vlastnímu boji z blízka útoky lučištníků a kopinníků, tak se dnes připravuje půda útoku pěchoty soubojem dělostřeleckým, střelbou pěchoty na větší vzdálenost, strojními puškami. K tomu jest ovšem potřebí dalekonosných, přesně a rychle působících zbraní, jichž společným znakem jest projektil, který dříve než může svůj účinek projeviti opisuje delší či kratší dráhu ve vzduchu. Aby bylo lze dalekonosné zbraně racionálně konstruovati, jest ovšem nutno pokud možno přesně znáti tvar této dráhy vzdušné či trajektorie, a znáti i vlivy, které na ni působí. Tímto problémem se zabývá jedno odvětví nauky fysikální zvané vnější ballistikou.

Jakkoli sahají počátky praktické nauky o střelbě do šeré dávnověkosti, lze zakladatelem vědeckého badání o těchto otázkách zváti teprve brescijského mathematika *Nicola Tartagliu*, který v r. 1537 vydal v Benátkách knihu „Nová věda", pojednávající o vrhu. Do té doby byly představy o tvaru dráhy projektilu velmi neujasněné; lze říci s *Tartagliou*, že nejobecnější byla asi představa, že projektil se pohybuje v přímce tak dlouho, pokud stačí propulsivní síla jemu udělená, načež padá k zemi. *Tartaglia* sám dělí trajektorii na tři oddíly: V prvém, přímém, působí jen náraz projektilu udělený, v druhém, plochém oblouku kruhovém, současně náraz a tíže zemská a ve třetím, vertikální to přímce, tíže sama. Brzo však nahlíží *Tartaglia* nemožnost této své představy, a tvrdí v knize „Různé otázky a nápady" vydané v r. 1538 rovněž v Benátkách, že žádná sebe menší část trajektorie nemůže býti přímkou, ježto s nárazem stále tíže působí, a pokládá ji za kruhový oblouk. *Tartaglia* jeví se dítětem novější doby také tím, že se nespokojuje prostou spekulací o otázkách, jimiž se zabývá, nýbrž že se snaží také pokusem je osvětliti. Střelbou z dvacetiliberního děla zkoumá, zdali za téhož náboje je dostřel větší při sklonu 45° nebo 30°, jak tvrdil jistý jeho přítel, a rozhoduje se pro úhel prvý. Podobně zkoumá vliv váhy projektilu, kalibru *) děla a množství náboje na dostřel. Zajímavá jest poznámka citovaná ve velkém kompendiu ballistiky od prof.

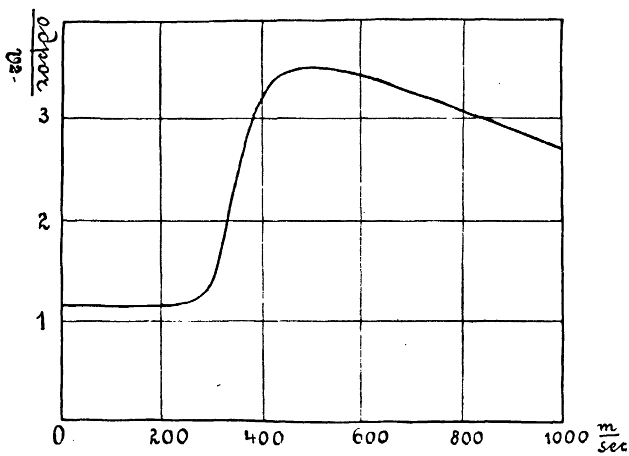
*) Kalibr = průměr otvoru hlavně, snad z arabského kalib = vzor.

Dra *Karla Cranze*, dle něhož jest tento historický náčrtek zpracován: *Tartaglia* poznává, že při opětovaném výstřelu se stává dostřel menším, poněvadž zahřátá hlaveň ochlazujíc se vssává do sebe plyny z náboje vzniklé, a připojuje k tomu následující pozorování: „Několik velkých kusů bylo najednou vypáleno; mezitím přiběhl tam pes a vstrčil do jednoho z nich čumák. Tu tomu psu horko tak vtáhlo hlavu do otvoru hlavně, že by se byl málem zadusil a musel býti s velikou námahou od kusu odtržen".

Po *Tartagliovi* dlouho není znamenati pokroku. Za to nastává přímý převrat v nazírání na otázku trajektorie vystoupením *Galilea Galilei*, knihou jeho „Discorsi e dimonstrazioni matematiche" vytištěnou v Leidenu r. 1638. Jí stává se zakladatelem dynamiky dodnes platné, v ní nalézá methodou přesně vědeckou, že drahou projektilu je parabola o vertikální ose, tak jak se Vám dnes na střední škole dokazuje. Ovšem jest si dobře vědom toho, že tato theoretická dráha se pozměňuje odporem vzduchu.

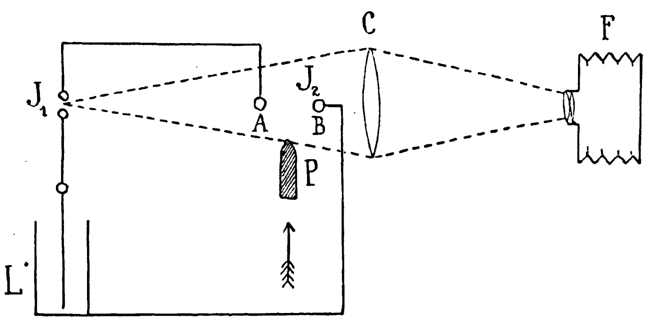
Čteme-li dnes Galileovy „Rozmluvy" — a zůstanou na vždy četbou vysoce zajímavou, svědčící o úžasné duševní bystrosti svého původce — nechápeme, že mohlo to trvati desítiletí, než byly vývody jejich všeobecně za správné uznány, že i duch jako *Descartes* mohl správnost jejich popírati. V r. 1683 vypočítány na jejich základě *Blondelem* tabulky vrhu, které dovolovaly vypočítati ze známého dostřelu za známé elevace hlavně dostřel pro libovolnou elevaci jinou. Leč také začasté byl Galileo špatně chápán; namnoze se myslilo, že za všech okolností i ve vzduchu zůstává dráha projektilu parabolou, takže ještě v r. 1707 vyslovuje se Pařížská akademie, že problém trajektorie je parabolou tak přesně řešen, že zbývá geometrii vykonati ballistice jen ještě jedinou službu, totiž zkonstruovati jemnější stroje k cílení. A přece již r. 1684 vychází nesmrtelné dílo *Isaaka Newtona* „Philosophiae naturalis principia mathematica", jímž založena je mathematická fysika a v němž pojednáno jest jasně o vlivu vzduchu na těleso pohybované. *Newton* nachází zákon pro odpor vzduchu následující přibližnou úvahou: Pohybuje-li se kruhová deska plochy $F$ ve vzduchu rychlostí $v$, rovnoběžnou s kolmicí na plochu, bude odpor vzduchu dán vahou válce vzduchového základny $F$ a jisté výšky $x$. Jest tudíž roven součinu $F \cdot x \cdot \sigma$, kde $\sigma$ jest hustota vzduchu. Zbývá najíti $x$. I uvažuje Newton takto: Má-li těleso volně padající nabýti rychlosti $v$, muselo padati podél dráhy $x$, dané vztahem $v^2 = 2gx$. Souhlasně s Toricelliho zákonem jest tudíž $x = \frac{v^2}{2g}$ a odpor vzduchu tedy $\frac{F.\sigma.v^2}{2g}$, jinými slovy úměrný čtverci rychlosti pohybujícího se tělesa. Ale ovšem jest si zase *Newton* vědom, že zákon tento jest přibližný a koná v červnu r. 1710 různé pokusy o pádu koulí v kathedrále sv. Pavla v Londýně, kde nalézá, že potřebují k proběhnutí svislé dráhy 220 stop přibližně 8 vteřin, ač by za tutéž dobu volně padajíce urazily dráhu 1000 stop. V r. 1719 opakuje *Desagulier* podobné pokusy s větší výškou 272 stop a nachází pro dobu pádu 20 vteřin místo pro vzduchoprázdný prostor vypočtenou 4 vteřin.

V témže roce 1719 podává slavný mathematik *Jan Bernoulli* analytické řešení úlohy najíti ze známého zákona o odporu vzduchu rovnici trajektorie projektilu a to pro odpor jakožto libovolnou potenci rychlosti. Tato úloha tvoří centrální problem vnější ballistiky, od něhož počínaje asi prvou polovicí věku osmnáctého odštěpuje se celá řada zvláštních úloh a otázek, s ním vnitřně souvisících. Jeť nutno konati systematická měření odporu vzduchového, za kterýmž účelem jest vymysliti vhodné měřicí stroje a methody k stanovení rychlosti projektilu, dob letu a pod. Experimentálně stanovené systematické i nesystematické úchylky při výstřelech za týchž podmínek opětovaných nutí applikovati na výsledky pokusů theorie počtu pravděpodobnosti, oceňovati vliv síly a směru větru, později i vliv rotace projektilu — slovem vyrůstá nová věda ballistická, spojující v sobě jak část pokusnou tak theoretickou. Nemůžeme na tomto místě sledovati dále dějiny jejího rozvoje a spokojíme se udáním jmen některých mužů, k nimž víží se zvláště významné pokroky její. Jsou to: Slavný mathematik *Leonhard Euler*, který udává v r. 1753 methodu výpočtu trajektorie rozložením její v mnohoúhelník o nesmírně mnoha stranách a na jehož popud sestaveny ballistické tabulky, které usnadňují numerický výpočet trajektorie. Za základ výpočtu slouží *Eulerovi Newtonův* kvadratický zákon o odporu vzduchu. Snahy *Eulerovy* jsou popudem mnoha následovníkům, jako *Huttonovi*, professoru mathematiky na vojenské akademil ve Woolwichu, jehož práce z r. 1778 byla Londýnskou Akademií věd poctěna cenou jakožto nejlepší řešení problému trajektorie nebo slavnému *Legendreovi*, který r. 1782 skládá křivku ballistickou z nekonečně mnoha kraťounkých obloučků kruhových a konečně pruskému hejtmanu (později generálovi) *Ottovi*, jenž v r. 1839 na základě Eulerovy práce počítá velmi obšírné tabulky, které, ovšem zlepšeny a zjednodušeny následovníky, byly až do dnů posledních základem pro řešení praktických úloh ballistiky. Ve Francii dosazena v r. 1839 kommisse v Metách sestávající ze tří vynikajících odborníků *Didiona*, *Mo-*




Obr. 1.

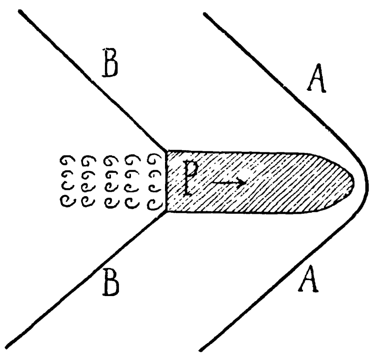
*rina* a *Pioberta*, která pokusně se snaží najíti správný zákon o odporu vzduchu a podavši *Didionem* zlepšení methody *Eulerovy* v r. 1840 je poctěna velikou cenou Pařížské akademie. Rovněž práce italského senatora a professora mechaniky na universitě v Turině *F. Siacciho* z r. 1870 po zavedení dlouhých střel znamenají rozhodný pokrok. V novější době jest pracovníků tolik, že nelze jednotlivé jmény uváděti. Také technika experimentální na poli ballistiky doznala netušeného rozmachu hlavně zavedením velkolepých pokusných stanic jednotlivými, ovšem zpravidla státy podporovanými, velkými firmami továrními na výrobu zbraní. Zmiňujeme se zde zvláště o experimentálných výsledcích získaných v r. 1882 a 1890 u Kruppa na pokusné střelnici jeho v Meppen. Tyto pokusy a obdobné v jiných státech vedly k zvláštnímu poznatku, že odpor vzduchu skoro náhle silně vzrůstá, dostoupí-li rychlost projektilu hodnoty rychlosti zvuku ve volném vzduchu. Připojený obrazec 1. znázorňuje diagrammaticky tento fakt. Jakožto úsečky jsou nanášeny rychlosti *v* projektilu v metrech za vteřinu, jakožto pořadnice pak v míře libovolné hodnoty odporu vzduchu (na jednotkový průřez projektilu stálého zatížení o čemž uslyšíme níže) děleného čtvercem rychlosti. Kdyby platil zákon Newtonův, musel by graf býti přímkou s osou úseček rovnoběžnou.




Obr. 2.

Příčinu tohoto zvláštního zjevu objasniti podařilo se teprve práci *Machově*. *Arnošt Mach*, rodem z Tuřan na Moravě, byl v letech osmdesátých minulého století professorem experimentální fysiky na pražské universitě, po jejímž rozdělení v r. 1882 se rozhodl pro universitu německou. Později až do své výslužby byl professorem dějin induktivních věd na universitě vídeňské. Byl první, jemuž se podařilo zachytiti přesný obraz letící střely na fotografickou desku. Různé práce sem spadající a společně s *Wentzelem* a později *P. Salcherem* vykonané popisuje ve zprávách vídeňské akademie počínaje rokem 1885. Uspořádání pokusu bylo v podstatě následující:

Elektrikou nabíjená leydská láhev *L* (obr. 2.) jest spojena se dvěma jiskřišti $J_1$ a $J_2$. Její náboj a potenciálný rozdíl není tak veliký, aby stačil překlenouti jiskrou vzdálenost kuliček *A* a $B$ jiskřiště druhého. V okamžiku, kdy jím proletí kovový projektil $P$ se však vzduchová mezera o jeho průměr zmenší a v obou jiskřištích nastane výboj. Jiskra v $J_1$ osvětlí na dobu velmi kraťounkou projektil, takže je možno v zatemněné místnosti zachytiti jeho obraz na citlivé desce fotografického apparátu $F$, zaostřeného na jiskřiště $J_2$. Čočka $C$ sbírá světlo jiskry do objektivu apparátu. V r. 1887 podařilo se *Machovi* fotograficky zachytiti také zjevy zhuštění a zředění vzduchu v okolí letícího projektilu pomocí methody zákalové, popsané v Mašek-Jeništově fysice pro vyšší třídy středních škol.

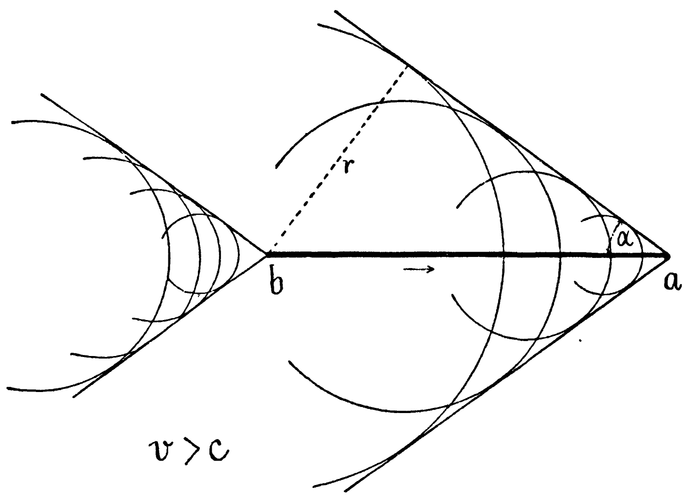



Obr. 3.

Zajisté, že Vám pan professor fysiky, až budete probírati naúku o světle, ukáže, jak jednoduše můžeme touto methodou demonstrovati i nepatrné změny lomivosti vzduchu zhuštěného na př. při výtoku plynu z úzké trubičky nebo aetherových par ve vzduchu a pod. Osvětlovací jiskra $J_1$ musela při pokusech Machových býti poměrně velmi krátkou, aby zhasla dříve, než se projektil na své dráze znatelně pošinul. Pro malou její světlost musí pak fotografický obrázek býti malým, aby se na malé ploše soustředilo dostatečné množství světla. Když potom byl několikanásobně zvětšen, měl u rychle letícího projektilu z pušky podobu schematicky v obr. 3. znázorněnou.

Před projektilem $P$ a na jeho konci vidíme stopy vln vzduchových $AA$ a $BB$, kdežto prostor jím právě prolétnutý jest vyplněn vzduchovými víry *C*. Konický tvar vln *AA* a *BB* vysvětlil *Mach* správně tímto způsobem:

Mysleme si projektil pro okamžik nahrazen tenkou tyčí *ab* (obr. 4.), kteráž nechť se pohybuje rychlostí *v* větší, než je vlastní akustickým vlnám, tedy větší než rychlost zvuku *c*, která jak víte obnáší asi 340 *m*/sek. Když se tyč nacházela před dobou $\frac{\overline{ab}}{v}$ svým hrotem *a* v bodě *b*, počala se s bodu *b* rychlostí *c* šířiti na všechny strany vlna hrotem *a* stlačeného vzduchu, která




Obr. 4.

za nakreslené polohy projektilu nabyla tvaru koule o poloměru $r = \frac{\overline{ab}}{v} \cdot c$. Podobně tomu bylo i v ostatních místech dráhy $\overline{ab}$, jenže ovšem vzhledem ku kratšímu času nerozšířily se kulové vlny až do vzdálenosti *r*, nýbrž úměrně s časem menší, takže kulové vlny vzniklé ve vzdálenostech $\frac{1}{2}\,\overline{ab}$, $\frac{1}{3}\,\overline{ab}$, $\frac{1}{4}\,\overline{ab}$ od bodu *a* mají poloměry $\frac{1}{2}\,r$, $\frac{1}{3}\,r$, $\frac{1}{4}\,r$ atd. Vlna výsledná je, jak ve Vaší fysice uvedený princip Huygensův učí, dána obalovou plochou všech těchto vln elementárních, jest pláštěm kužele o polovičním otvoru $\alpha$, který, jak je z obr. 4. patrno, jest dán vztahem

$$sin\ \alpha = \frac{r}{ab} = \frac{c}{v}.$$

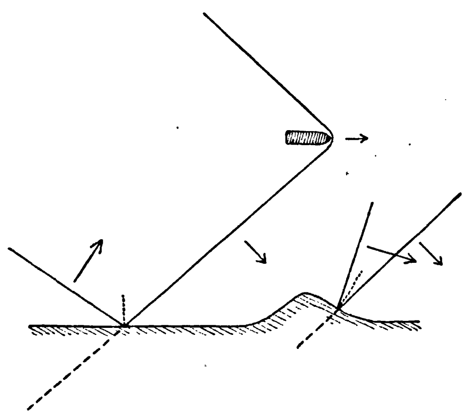
Stejně jako od předního hrotu tyče se šíří vlna zhuštěného vzduchu, šíří se, jak okamžitě nahlédnete, od jeho hrotu zadního vlna zředění, která, ježto rychlost $c$ i $v$ jsou pro obě stejné, má týž sklon k dráze projektilu.

Nyní jistě chápete konický tvar vln na skutečném obrázku 3, kde zbývá jedině vysvětliti, proč přední vlna *AA* běží před projektilem. Toho příčinou jest, že za konečného průřezu projektilu nemůže se mu vzduch dostatečně rychle uhnouti, stlačuje se a to ovšem nejvíce právě před projektilem v přímém pokračování jeho dráhy, kde se stlačí a rychlým stlačením zároveň zahřeje tak, že rychlost vlny (na př. zvuku) v něm je právě rovna rychlosti projektilu samého. Proto je také tečná rovina k vlnoploše *AA* právě před projektilem kolmou k směru jeho pohybu, neboť tam je $c' = v$ a tedy $sin\, \alpha = 1$ a $\alpha = 90^0$. Přímým měřením z lomu světla zjistil *Mach*, že tlak před projektilem pohybujícím se rychlostí 500 $m$/sek je roven asi 3 atmosférám, kdežto na postranním plášti je pouze 1·6 až 1·7 atmosfér.

Zdali je *Machova* theorie správná, můžeme zjistiti z důsledků, ku kterým vede. Především je patrno, že při rychlosti projektilu menší než rychlost zvuku $v < c$, nesmí vzniknouti zjevy právě popsané. To pokus stvrdil. Dále je patrno, že z měření úhlu $\alpha$ na fotografii musíme obdržeti rychlost projektilu $v = \frac{c}{sin\ \alpha}$, kterou umíme změřit přímo. Také tento kvantitivní vztah se skvěle osvědčil. *Mach* opakoval své pokusy společně se svým synem Ludvíkem také s projektily dělovými na střelnici v Meppen. Tyto pokusy ve velikém potvrdily jenom výsledky pokusů dřívějších a ukázaly, že vznikají vlny vzduchové nejen na hrotu a konci projektilu, ale také na každé jeho vyvýšenině, jakou je na př. páska k vedení, o níž uslyšíme v příštím článku.

Pokusy Machovy jsou z mnohých důvodů velmi poučné. Především je patrno, jak ztrácí projektil svou pohybovou energii, udělenou mu v hlavni explosí náboje. Vždy musí přemáhati tření vzduchu a vždy vytváří za sebou víry. Když však přestoupí jeho rychlost rychlost zvukovou, působí na jeho přední stranu značný tlak, který, jak víte, pro každou atmosféru obnáší asi 1 *kg* na 1 $cm^2$ a vedle toho vytváří také obě vlny *A* a *B*. To jsou důvody, proč za kritické rychlosti projektilu asi 340 *m*/sec křivka „odporu“ vzduchu náhle stoupá.

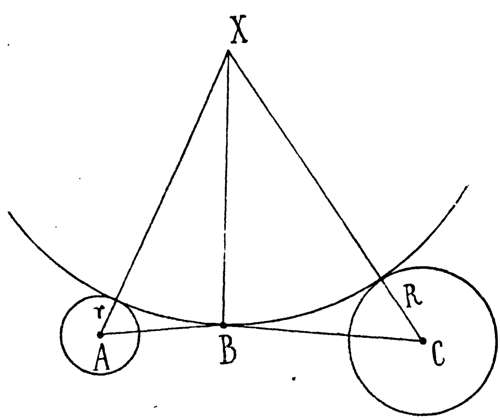
Ale ještě i jiný zjev dochází Machovými pokusy svého vysvětlení. Na střelnici v Meppenu bylo konstatováno, že rychlost zvuku ve směru výstřelu je nápadně velikou, daleko větší než je normální hodnota asi 340 *m*/sec. Při tom byla tato rychlost posuzována z času, který uplynul od zablýsknutí u ústí děla od



Obr. 5.

sluchového vněmu rány. Vysvětlením jest zase vlna zhuštění, kterou projektil s sebou nese, nebo lépe řečeno, na celé své dráze před sebou a kolem sebe vytváří, a která se od místa svého vzniku dle principu Huygensova dále t. j. na strany šíří, ovšem nyní již normální rychlostí zvukovou. Měla by ovšem v uchu způsobiti pouze pocit krátkého, ostrého zvuku, leč její části odrážejíce se od nepravidelného povrchu zemského, jak schematicky znázorňuje obr. 5., vnikají postupně v ucho a spolu s vlnou hlavní vytváří charakteristický vněm zadunění.

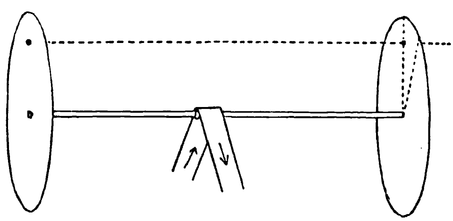
Z toho bude Vám okamžitě jasno následující: Kdyby se zvuk šířil od jícnu děla s touže normální rychlostí na všechny strany, nebylo by nesnadno určiti polohu skrytého nepřátelského děla, kdybychom změřili difference časové, které mezi zaslechnutím výstřelu na třech různých, ale známých místech panují. Jak okamžitě vidíte z obr. 6., jednalo by se geometricky o určení polohy neznámého středu $X$ kruhu, který prochází místem $B$ a dotýká se kruhů o centrech $A$ a $C$ a poloměrech $r$ a $R$, známých. Kdyby na př. byli pozorovatelé v $A$ a $C$ spojeni telefonem nebo telegrafem, třeba optickým, s pozorovatelem v $B$, změří tento snadno zpozdění $t$ a $T$ vteřin, o které $A$ a $C$ zaslechli výstřel později, a pak je jednoduše $r = c \,.\, t$, $R = c \,.\, T$.




Obr. 6.

Takovéto snahy byly a dosud, snad z týchž důvodů neznalosti Machových pokusů se opakují. *Montaudon* konstruoval v letech devadesátých „zvukové hodiny“, které měly svrchu zmíněný problém řešit a zvláštní komise v r. 1891 teprve po mnohých pokusech uznala je za naprosto nepotřebné. Vše závisí od počáteční rychlosti projektilu. Kdyby byla menší než rychlost zvuku, pak byla by úloha snadno řešitelnou. Ježto však u moderních dalekonosných děl jest zpravidla větší, tu projektil na té části dráhy, kde $v < c$ vede vlnu s sebou, a teprve klesne-li $v$ pod $c$, uniká mu vlna nadále stálou rychlostí $c$. Tím se problém tak komplikuje, že není valné naděje na řešení, které by praxi válečné odpovídalo.

Nyní již jen několik slov o přímém měření rychlosti projektilu. Nejstarší myšlenka, která došla v praxi uspokojivého užití jest ballistické kyvadlo, konstruované na základě starší myšlenky *Cassiniho* z r. 1707 *Benjaminem Robinsem* r. 1740, a od těch dob značně zdokonalené. Znáte je ze své učebnice fysiky, kde jakožto applikace rázu hmot nepružných jest krátce popsáno. Jiný apparát z dob revoluce francouzské pochází od *Groberta* a byl ovšem též zdokonalován. Jsou to dvě kruhové desky papírové upevněné kolmo ke svým rovinám na obou koncích tyče délky *d* (4 až 8 *m*), kterou lze uvésti v rotaci (obr. 7.) o známé rychlosti (až 8 otáček za vteřinu). Vystřelíme-li projektil do prvé desky ve směru rovnoběžném s osou rotace, otočila se během letu projektilu vzdáleností *d* deska druhá



Obr. 7.

o úhel $\alpha$, který lze snadno stanoviti a z něhož plyne rychlost projektilu velmi jednoduchým výpočtem.

Nová epocha nastala v letech čtyřicátých minulého století, když *Wheatstone* dokázal, že se elektřina šíří podél drátu rychlostí blízkou rychlosti světelné, tedy velmi velikou, ač měřitelnou, a dále ukázal, jak lze pomocí elektřiny měřiti velmi krátké doby letu projektilu. Tento spojí (nebo přeruší) kontakt elektricky vodivého kruhu v bodě *A* své dráhy, a působí na jiný kontakt druhého (nebo i téhož) kruhu vodivého podruhé v místě *B*, při čemž vzdálenost *AB* je známa. Spojením nebo přerušením zavedené elektrické děje šíří se po vodivých drátech k místu pozorovatelovu, u něhož se nacházejí přístroje na měření velmi krátkých dob, s rychlostí prakticky nekonečně velikou, okamžitě. Na základě této myšlenky byla sestrojena veliká řada apparátů, které nemůžeme zde blíže popisovati. Jenom je roztřídíme (srv. zmíněný již spis *Cranzův*), a to především dle toho, jak měří čas. To se děje buď drahou padajícího závaží (Wheatstone, velmi často užívaný apparát *le Boulengéův*, a j.) nebo kýváním kyvadla nebo magnetky galvanometru, dále kmitáním ladičky, otáčením desky nebo bubnu, výtokem rtuti. Začátek a konec měření se markuje u pozorovatele buď elektromagnetem (podobně jako u Morseova apparátu telegrafického) nebo indukční jiskrou, nebo i elektromagnetickým otočením polarisační roviny světla. Spojení nebo přerušení proudu projektilem v místech $A$ a $B$ nastává buď (a to nejčastěji) přetržením drátu, proražením drátové síťky, mechanickým stlačením dvou desk nebo otočením desky, kteréž obstará projektil přímo, nebo též (*Gossot* 1891) mechanickým účinkem, jejž způsobí Machova vlna, projektil doprovázející, na lehké membráně, která uzavírá ozvučník ve tvaru dutého zrcadla na zemi pod drahou projektilu umístěný.

(Příště dále.)

---

# Astronomická zpráva na leden, únor a březen 1916.

Veškerá udání v čase středoevropském vztahují se na meridián středoevropský a 50° severní zeměpisné šířky.

*Slunce* přejde v lednu ze souhvězdí Střelce do souhvězdí Kozorožce, v únoru do souhvězdí Vodnáře a v březnu odtud do souhvězdí Ryb.

| Datum | | | $Z$*) | $V$*) | $\delta$ | Rovnice času |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1916. | I. | 1. | $4^h 08^m$ | $19^h 59^m$ | $-23^0 06'$ | $+ 3^m 10^s$ |
| | | 6. | 4 13 | 19 58 | — 22 38 | + 5 29 |
| | | 11. | 4 19 | 19 56 | — 21 58 | + 7 38 |
| | | 16. | 4 26 | 19 52 | — 21 09 | + 9 32 |
| | | 21. | 4 34 | 19 48 | — 20 08 | + 11 09 |
| | | 26. | 4 42 | 19 42 | — 18 59 | + 12 27 |
| | | 31. | 4 50 | 19 36 | — 17 41 | + 13 26 |

*) Doby východu a západu udány jsou pro hoření okraj kotouče slunečního.