

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Jan Sommer

Pokus vysvětliti Machův klam optický

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 20 (1891), No. 2, 101--105

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/109224>

Terms of use:

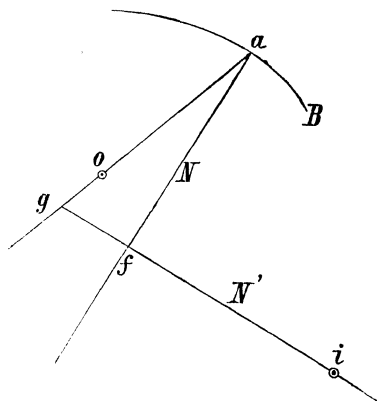
© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1891

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

přímka ao průměrem paraboly A_1 , která v bodě a má s křivkou B dotyk třetího stupně.



Obr. 2.

Dle výsledku, k němuž právě jsme dospěli, obdržíme střed křivosti i evoluty křivky B v bodě f , učiníme-li

$$fg \perp N \text{ a } fi = 3gf,$$

při čemž g značí průsečník kolmice fg s průměrem ao .

Podotýkám podle Mannheima, že úlohu, již tento článek se zabývá, rozřešil poprvé Mac Laurin.

Pokus vysvětliti Machův klam optický.

Napsal

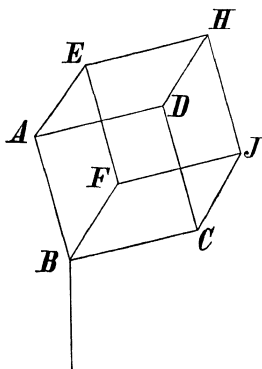
Jan Sommer,
professor v Roudnici.

Jest známo, že lze obrazec krychle vyložiti si dvojm způsobem, pokud není vyznačeno (tečkováním, stínováním), které hrany krychle (plné) jsou viditelné a které nikoliv.

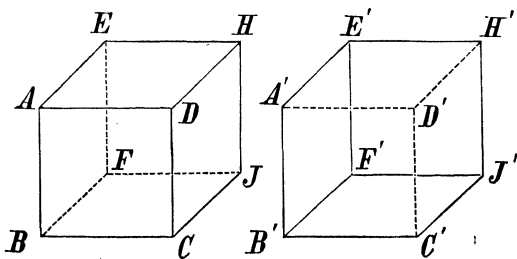
Myslíme-li si na obr. 1. hrany FE, FB, FJ zakryté, má krychle jinou polohu, než myslíme-li si zakrytými hrany DA, DH, DC. Poprvé jest viditelná průčelná plocha ABCD, hoření ADHE a pravá DCJH; roh D jest vypuklý, roh F dutý. Nazýváme tuto polohu původní. Podruhé jest průčelnou plochou EFJH, a vedle ní jest viditelnou plocha dolní BCJF a levá

ABFE; roh D jest dutý a F vypuklý. Polohu tuto nazývejme převrácenou.

Méně známo však jest, že díváme-li*) se na skutečnou kostru krychle, (zhotovenou ze 12 tyčinek znázorňujících hrany krychle, jak se jí užívá při kreslení aneb k vytvoření Plateauových figur) i tuto můžeme „viděti“ v poloze dvojí a to 1. v poloze původní t. j., ve které skutečně jest (obr. 2.) a 2. v poloze převrácené (obr. 3.).



Obr. 1.



Obr. 2.

Obr. 3.

Klamu toho docílíme nejlépe, upevníme-li kostru na stojanu pomocí tyčinky končící v jednom rohu (obr. 1.) a díváme-li se ze vzdálenosti 4—5 m**) *upřeně* buď na bod, v němž se

*) Mach praví: Díváme-li se *jedním* okem; mně však i zákům mým daří se klam i oběma očima.

**) Čím větší jest kostra krychle, tím větší vzdálenost volme.

hrany EF a AD (zdánlivě) kříží a při tom stále si představujeme, že (vzdálenější) hrana EF jest blíže než hrana AD (ač tomu jest naopak); aneb pozorujeme *upřeně* roh F představující si jej vypuklým (ač jest vydutým).

Po několika pokusech nabudeme takové zručnosti, že budeme často v rozpacích, kteréže poloha jest pravou (skutečnou) a která klamnou.

Nejzajímavější však při tom jest další klam: Vidíme-li kostru v poloze převrácené a pohneme-li hlavou v pravo neř v levo, *počne se kostra otáčeti kolem svislé osy* a to s rychlostí tím větší, čím rychleji měníme své stanovisko a čím blíže u krychle se nalzáme. Pohybujeme-li hlavou nahoru, dolů, točí se krychle kolem osy vodorovné.

Jakmile však zmizí klam prvý (převrácená poloha kostry) zmizí též klam druhý (točivý pohyb).

Pokus ten hodí se zvláště při výkladech psychologických za doklad toho, že člověk si představuje a tedy *vidí* věci ne vždy tak jak skutečně jsou, nýbrž tak jakými býti si je člověk *domnívá*. — Svět jest má představa.

O pokuse tom jsem se dočetl před léty v Machově spisku „Über die Bewegungsempfindungen“, v němž spisovatel dokazuje oprávněnost Goltzova náhledu, že jako pro zvuk, světlo atd. máme zvláštní čidla: ucho, oko atd. tak že i pohyb číjeme zvláštním čidlem, jehož sídlem jest hlava. Čidlem tím jsou ony 3 známé oblouky, o nichž se činí vždy zmínka při popisu ucha, s nimiž však nevědí si co počíti, když vykládají vznik pocitů zvukových. Zdajíť se oblouky ty umístěním svým přináležeti k čidlu sluchovému, jejich úkon však jest dosud tajemný.

Mach praví, že klam ten sotva obvyklým způsobem pomocí „bezvědomých soudů“ vyložiti lze a spatřuje v něm doklad pro hledané čidlo pohybu. Chci se však přes to pokusiti, klam ten vysvětliti způsobem obvyklým:

Je známo, že v pocitu není ničeho, co by ukazovalo k tomu, odkud popud vyšel, či jinými slovy: v představě předmětu není ničeho, co by svědčilo o jeho umístění v prostoru. Vzdálenost předmětu učíme se teprv časem odhadovati a poznáváme ji více neb méně přesně dle jistých známek, jež s pocitem věcně ni-

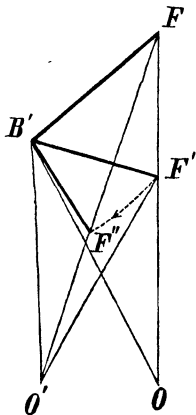
kterak nesouvisí. Tak na př. dle počtu členů mezi okem a předmětem, dle pocitů vzbuzených akkomodací oka, dle zorného úhlu, dle osvětlení, dle úhlu os zorných, ze srovnání s jinými známými vzdálenostmi atd.

Scházejí-li znaky, dle nichž *soudíme* o vzdálenosti, bývá dosti trudno a i nemožno vzdálenost přesně odhadnouti aneb jednu s druhou srovnati.

V pocitu vzbuzeném kostrou krychle nic se nezmění, má-li hrana polohu EF (obr. 2.) aneb E'F' (obr. 3.). Znaků rozhodně přesvědčivých, jež by bránily *myslíti* si EF blíže (oku) než AD FJ blíže než DC, roh F vypuklým místo vydutým, není. A proto vidím kostru krychle v poloze původní aneb převrácené, jak právě chci, či lépe řečeno, jak si pocit krychlí vzbuzený vykládám.

Počátečnicku, *vědoucemu*, že roh F jest dutý, bude arcí obtížno a mnohému i nemožno *myslíti* si roh F vypuklým. Tu nezbyvá, než zaměnití několikrát polohu krychle, tak aby brzy měla polohu jednu (obr. 2.) brzy polohu druhou (obr. 3.).

Složitější jest klam druhý t. j. točení se kol svislé neb vodorovné osy.



Obr. 4.

K snažšímu porozumění chci předeslati toto: Tyč B'F' (obr. 4.) se stanoviska O pozorována jsou, jeví se mi pod

zorným úhlem $B'OF'$. Ze zkušenosti jest mi známo, že se stanoviska O' bude se mi tyč $B'F'$ zdáti větší — přísluší k ní zorný úhel $B'O'F' > B'OF'$ — *leč by se současně tyč $B'F'$ otočila v rovině papíru do polohy $B'F''$* . Zvětšení toto jest tím značnější, čím blíže u tyče stojíme.

Vidím-li kostru v poloze převrácené a pošinuji-li oko v levo, tu očekávám, že zorný úhel $B'OF'$ plochy $A'B'F'E'$ se *zvětší*, on však se ve skutečnosti *zmenší*, an paprsek vychází ve skutečnosti z bodu F a nikoli z F' (obr. 4.).

Toto *zmenšení* úhlu zorného (pokud vidím levou plochu pobočnou v poloze $A'B'F'E'$) není jinak možné, než když se krychle *točí* směrem pozorovatelovým kolem hrany AB . Úsudek ten se vytvoří maně a pozorovatel *vidí* kostru se otáčeti. Zmizí-li však klam prvý (převrácená poloha kostry), zmizí i *premissy* hořného úsudku a závěr — točivý pohyb — nemůže se dostaviti.

Podobné děje se při pohybu oka dolů neb nahoru.

Klam tento jest tak vábivý, že jednou učiněn byv bude jistě opětován, kdykoliv nám bude jíti kolem dotyčné kostry. I stane se při tomto častém opětování pokusu, že sami nebudeme věděti, která z obou poloh jest pravou; a tu rozhodne onen točivý pohyb: dostaví-li se při změně naší polohy, vidíme kostru v poloze převrácené, ne-li, v poloze pravé.

Pokus tento možno pozměnit taktó: Držme malou kostru krychlovou v ruce, obraťme v mysli její obraz tak, abychom ji viděli v poloze převrácené a udělme jí pohyb točivý. I budeme viděti krychli točiti se směrem *protivným*. Zmizí-li převrácená poloha kostry, spatříme její skutečný pohyb. Vysvětlení jest stejné.

O jistém problému z počtu pravděpodobnosti.

Napsal

Augustin Pánek.

Dvě nádoby obsahují směšeniny líhu a vody. První nádoba má p litrů líhu, a litrů vody a druhá q litrů líhu, b litrů vody. Jaká jest pravděpodobnost, že směšenina, maně způsobená pře-