Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky

Cornelius Plch

Druhý nástin školního výkladu Foucaultovy odchylky. [II.]

Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky, Vol. 18 (1889), No. 5, 217--224

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/123082

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1889

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

věrné fotogramy jiskry elektrické po celé dráze její.*) Při obr. 4. užito influenční elektriky s hustičem kapacity menší v podobě skleněné rourky 0·8 *cm* v průměru s polepy na délce 10 *cm*), následkem čehož paprsky positivné též jsou jemnější, než v obrazcích předcházejících.

Žádáme-li si obraz jiskry bez záře, přerušíme vyvolávání, jakmile obraz jiskry se objevil a dříve než jemnější části obrazce vynikati počínají. Dodejme ještě, že docíliti lze značně větší distance explosivní, vedeme-li jiskru po citlivé vrstvě desky, než přeletuje-li přímo vzduchem mezi oběma konduktory.

(Dokončení.)

Druhý nástin školního výkladu Foucaultovy odchylky.

Podává

P. Cornelius Pich, T. J. v Travniku (Bosna).

(Dokončení.)

5. Někteří fysikové chtěli *Foucaultův zákon* (obr. viz pag. 177.)

$$U_h = h\,.\,15 \sin\varphi$$

a priori (t. j. bez pokusu Foucaultova) stanoviti rozkladem skutečné rotace zemské kolem osy ST ve dvě sukcessivné složkové rotace kolem naprosto nehybného souosí $SM_0 \perp SN_0$ rychlostmi úhlovými $u_1 = u \sin\varphi = 15^0 \sin\varphi$ a $u_2 = u \cos\varphi = 15^0 \cos\varphi$. Jejich přestručná a proto také trochu nejasná argumentace dá se jasněji a určitěji nastíniti asi takto:

Současnými a nepřetržitými rotacemi země kolem obou naprosto nehybných os SM_0 i SN_0, ježto s osou ST v jedné

---

větvení i při větších kondensatorech, blíží-li se délka její maximu v tom kterém případě ještě dosažitelnému.

*) Také obyčejným způsobem pomocí komory temné lze jiskru elektrickou fotografovati. Zobrazíť se jiskry z Leydenské láhve beze všech obtíží na desce kolodiové i při dvojnásobném přímém zvětšení komorou temnou; obyčejné jiskry z konduktoru Wintrovy elektriky vyžadovaly již desk suchých; fialové roztříštěné jiskry se vůbec nezobrazily; není ostatně nemožno, že by komory temné s většími objektivy vedly k výsledkům uspokojivějším.

leží rovině, opíše zemské místo M za $h \leqq 12$ hodin rovnoběžníkový oblouk M_0E (M_0E_0).

Kdyby se však země napřed h hodin kolem složkové osy SN_0 rychlostí úhlovou $u_2 = 15^0 \cos \varphi$ a potom jiných h hodin kolem složkové osy SM_0 rychlostí úhlovou $u_1 = 15^0 \sin \varphi$ točila, opsalo by místo M napřed rovníkový oblouk M_0D (M_0D_0) a potom rovnoběžníkový oblouk DE (D_0E_0).

Na rovníkovém oblouku M_0D (M_0D_0) nenabude Foucaultův úhel $U \equiv \sphericalangle KMP$ dle (2) nižádné hodnoty; za to však nabude na konci oblouku DE (D_0E_0), za h hodin opsaného, konečné hodnoty

$$U_h = h \,.\, 15^0 \sin \varphi,$$

protože se země kolem složkové osy SM_0 h hodin rychlostí úhlovou $u_1 = 15^0 \sin \varphi$ otáčí.

Točí-li se tedy zemské místo M kolem obou os SM_0 i SN_0 současně a nepřetržitě h hodin, opisujíc rovnoběžníkový oblouk M_0E (M_0E_0), tož nenabude Foucaultův úhel $U \equiv \sphericalangle KMP$ složkovou rotací kolem osy SN_0 nižádné hodnoty; za to však nabude současnou složkovou rotací kolem osy SM_0 na konci oblouka M_0E (M_0E_0), za h hodin opsaného, konečné hodnoty

$$U_h = h \,.\, 15 \sin \varphi.$$

Proti této argumentaci lze však namítati:

α) Pomyslíme-li si, že nad složkovou točnou M_0 v prostorovém bodě F_0 prodloužené osy SM_0 Foucaultovo kyvadlo F_0K_0 je žavěšeno a do pohybu kývavého náležitě uvedeno, tož nabude dle I. Foucaultův úhel $U \equiv \sphericalangle K_0M_0P_0$ na točně M_0 za h hodin konečné hodnoty

$$U_h = hu_1 = hu \sin \varphi = h \,.\, 15^0 \sin \varphi.$$

Pročež nabude dle III. Foucaultův úhel $U \equiv \sphericalangle KMP$ na konci oblouka DE (D_0E_0) zeměpisné šířky $\psi = \sphericalangle rSm$ $(rS\mu)$ za h hodin konečné hodnoty

$$U_h = hu_1 \sin \psi = h \,.\, 15^0 \sin \varphi \sin \psi. \qquad (4)$$

β) Při $h = 12$ hodin a $\varphi = \sphericalangle RSM = 60^0$ jest

$$\sphericalangle QSE_0 = 2\varphi = 120^0.$$

Tudíž bude oblouk

$$D_0Q = E_0Q = 120^0,$$
$$M_0D_0 = 180^0 - D_0Q = 60^0,$$
$$D_0E_0 = \mu_0D_0 = 90^0.$$

Má-li zemské místo M následkem sukcessivných složkových rotací kolem os SN_0 i SM_0 z místa M_0 dojíti do místa E_0, musí za 12 hodin opsati rovníkový oblouk $M_0D_0 = 60^0$, a za jiných 12 hodin rovnoběžníkový oblouk $D_0E_0 = 90^0$.

Točí-li se však země kolem osy SN_0 rychlostí úhlovou $u_2 = u \cos \varphi = 15^0 \cos 60^0 = 7{\cdot}5^0$, tož neopíše místo M

	oblouk	nýbrž oblouk
za 12^0 (hodin)	$MD_0 = 60^0$,	$MD_{00} = 90^0 = MD_0 + D_0D_{00} = 60^0 + 30^0$,
„ $12'$ (minut)	$\frac{MD_0}{60} = 60'$,	$\frac{MD_{00}}{60} = 90' = \frac{MD_0}{60} + \frac{D_0D_{00}}{60} = 60' + 30'$,
„ $12''$ (sek.)	$\frac{MD_0}{60^2} = 60''$,	$\frac{MD_{00}}{60^2} = 90'' = \frac{MD_0}{60^2} + \frac{D_0D_{00}}{60^2} = 60'' + 30''$,
„ $12'''$(tercií)	$\frac{MD_0}{60^3} = 60'''$,	$\frac{MD_{00}}{60^3} = 90''' = \frac{MD_0}{60^3} + \frac{D_0D_{00}}{60^3} = 60''' + 30'''$,

. . . .

Točí-li se pak zemské místo M kolem osy SM_0 rychlostí úhlovou

$$u_1 = u \sin \varphi = 15^0 \sin 60^0 = 15^0 \,.\, \frac{1}{2}\sqrt{3} = 12^0\ 59'\ 25{\cdot}37'',$$

tož neopíše

za 12^0 (hodin)	oblouk $D_0E_0 = 90^0$,	nýbrž oblouk $D_{00}E_{00} = 155{\cdot}8846^0$,
„ $12'$ (minut)	„ $\frac{D_0E_0}{60} = 90'$,	„ „ $\frac{D_{00}E_{00}}{60} = 155{\cdot}8846'$,
„ $12''$ (sekund)	„ $\frac{D_0E_0}{60^2} = 90''$,	„ „ $\frac{D_{00}E_{00}}{60^2} = 155{\cdot}8846''$,
„ $12'''$ (tercií)	„ $\frac{D_0E_0}{60^3} = 90'''$,	„ „ $\frac{D_{00}E_{00}}{60^3} = 155{\cdot}8846'''$,

. . . .

γ) Při $h = 12$ hodin a $\varphi = \sphericalangle \mathrm{RSM} = 60^0$ má rovnoběžníkový oblouk $\mathrm{D_{00}E_{00}}$ zeměpisnou šířku $\psi = \sphericalangle r\mathrm{S}m = 0^0$, protože jest rovníkový oblouk $\mathrm{M_0D_{00}} = 90^0$. Nenabude tudíž dle (2) i (4) Foucaultův úhel $\mathrm{U} = \sphericalangle \mathrm{KMP}$ ani na oblouku $\mathrm{M_0D_{00}} = 90^0$, jenž jest rovníkem vzhledem točny $\mathrm{N_0}$, ani na rovnoběžníkovém oblouku $\mathrm{D_{00}E_{00}}$, jenžto je rovníkem vzhledem točny $\mathrm{M_0}$ nižádné hodnoty.

Pročež nelze skutečnou rotaci zemskou kolem osy ST *rozložiti ve dvě sukcessivné složkové rotace kolem naprosto nehybného souosí* $\mathrm{SM_0} \perp \mathrm{SN_0}$ *rychlostmi úhlovými* $u_1 = 15^0 \sin\varphi$ a $u_2 = 15^0 \cos\varphi$,*) *leží-li naprosto pevné osy* $\mathrm{SM_0}$ i $\mathrm{SN_0}$ *s osou* ST *v jedné rovině, a má-li každá složková rotace trvati* $h \leqq 12$ *hodin.*

A kdyby třebas takový rozklad i možným byl, jakož jest při $u_1 = 15^0 \sin\varphi$ a $u_2 = 15^0 \cos\varphi$ nemožný, nic by dle (4) k apriorickému stanovení Foucaultova zákona

$$\mathrm{U}_h = h \,.\, 15^0 \sin\varphi$$

neprospíval.

Jakož pak nelze zanedbati oblouk $\mathrm{D_0D_{00}} = 30^0$ vzhledem k oblouku $\mathrm{MD_0} = 60^0$, rovněž tak nelze zanedbati obloučíček $\frac{\mathrm{D_0D_{00}}}{60^n}$ vzhledem k obloučku $\frac{\mathrm{MD_0}}{60^n}$ při $n = 1, 2, 3, 4, \ldots < \infty$.

A jakož nelze zanedbati $65{\cdot}8846^0$ vzhledem k 90^0, rovněž tak nelze zanedbati rozdíléček $\frac{\mathrm{D_{00}E_{00} - D_0E_0}}{60^n}$ vzhledem k obloučku $\frac{\mathrm{D_0E_0}}{60^n}$.

6. Lze-li nám nějaký globus kolem os ST i $\mathrm{SM_0}$ libovolně točiti, točme jej (aspoň v mysli) $h \leqq 12$ hodin kolem osy ST od západu k východu rychlostí úhlovou

---

*) Při $h = 12$ hodin a $\varphi = 60^0$ má býti

$$u_2 = \frac{\mathrm{M_0D_0}}{12} = \frac{60^0}{12} = 5^0 \quad \text{a} \quad u_1 = \frac{\mathrm{D_0E_0}}{12} = \frac{90^0}{12} = 7{\cdot}5^0.$$

Vůbec má býti

$$u_2 = \frac{\mathrm{M_0D}}{h} = \frac{2\alpha}{h} \quad \text{a} \quad u_1 = \frac{\mathrm{DE}}{h} = \frac{2\beta}{h},$$

kdež $h \leqq 12$ hodin.

$$u = 15^0 = \frac{2\gamma}{h} = \frac{M_0E(M_0E_0)}{h},$$

a potom jiných h hodin kolem osy SM_0 od východu k západu rychlostí úhlovou

$$u_1 = 15^0 \frac{\sin\varphi}{\sin\psi} = \frac{2\beta}{h} = \frac{EZ(E_0Z_{01})}{h}.$$

Prvou rotací opíše místo M oblouk

$$M_0E(M_0E_0) = 2\gamma = h \,.\, 15^0,$$

a druhou rotací oblouk

$$EZ(E_0Z_{01}) = 2\beta.$$

Položme pak (aspoň v mysli) bodem M_0 a $Z(Z_{01})$ největší nehybný kruh $M_0ZZ_{01}QM_0$, vztyčme na něm kolmý poloměr SN_{01}, a točme potom globus kolem osy SN_{01} h hodin od východu k západu rychlostí úhlovou $u_2 = \frac{2\alpha}{h} = \frac{ZM_0(Z_{01}M_0)}{h}$.

Touto poslední rotací opíše místo M rovníkový oblouk $ZM_0(Z_{01}M_0) = 2\alpha$, a dojde tudíž opět do místa M_0, z něhož bylo vyšlo.

Dá se tedy spůsobem právě naznačeným skutečná rotace zemská kolem osy ST *správně rozložiti ve dvě sukcessivné rotace kolem naprosto nehybného souosí* $SM_0 \perp SN_{01}$ *úhlovými rychlostmi*

$$u_1 = 15^0 \frac{\sin\varphi}{\sin\psi} = \frac{2\beta}{h} \quad \text{a} \quad u_2 = \frac{2\alpha}{h}.$$

Složkovou rotací zemskou kolem osy SN_{01} od západu k východu rychlostí úhlovou $u_2 = \frac{2\alpha}{h}$ opíše zemské místo M za $h \leqq 12$ hodin rovníkový oblouk $M_0Z(M_0Z_{01}) = 2\alpha$, na němžto dle (2) Foucaultův úhel $U \equiv \measuredangle KMP$ nenabude nižádné hodnoty.

Následkem složkové rotace zemské kolem osy SM_0 od západu k východu rychlostí úhlovou $u_1 = 15^0 \frac{\sin\varphi}{\sin\psi} = \frac{2\beta}{h}$ opíše potom zemské místo M za jiných h hodin oblouk $ZE(Z_{01}E_0) = 2\beta$, na němžto dle (4) Foucaultův úhel $U \equiv \measuredangle KMP$ v bodě $E(E_0)$ nabude tétéž hodnoty

$$U_h = hu_1 \sin\psi = h \,.\, 15^0 \frac{\sin\varphi}{\sin\psi} \sin\psi = h \,.\, 15^0 \sin\varphi,$$

kteréž dle (3) nabývá výslední rotací zemskou kolem osy ST na konci oblouku $M_0E(M_0E_0)$ zeměpisné šířky $\varphi = \measuredangle RSM$.

Že však ani tímto správným rozkladem skutečné rotace zemské kolem osy ST *ve dvě sukcessivné složkové rotace kolem naprosto nehybného souosí* $SM_0 \perp SN_{01}$, *tvořícího s osou* ST *trojhranný tělesný úhelník (roh)* SM_0TN_{01}, *Foucaultova zákona*

$$U_h = h \,.\, 15^0 \sin \varphi$$

a priori stanoviti nelze, leží na bíledni.

Je-li totiž Foucaultův úhel na rovnoběžníkovém oblouku $M_0E(M_0E_0)$ zeměpisné šířky $\varphi = \sphericalangle RSM$ neznámý, a má-li se tam a priori (bez pokusu Foucaultova) stanoviti, tož bude i na rovnoběžníkovém oblouku $mE(\mu E_0)$ zeměpisné šířky $\psi = \sphericalangle rSm$ $(rS\mu)$ neznámý, a třeba ho tam teprv a priori stanoviti.

7. Chceme-li, nehledíce na Foucaultův zákon, z dané výslední osy ST a složkové osy SM_0 stanoviti příslušnou souosu, odsečme od rovnoběžníka $M_0E_0 = 180^0$ zeměpisné šířky $\varphi = \sphericalangle RSM$ libovolný oblouk $M_0E(M_0E_0) = 2\gamma$, veďme bodem $E(E_0)$ libovolně dlouhý rovnoběžníkový oblouk $EV(E_0V_{00}) = 2\beta$, a položme bodem M_0 i $V(V_{00})$ největší nehybný kruh $M_0VV_{00}QM_0$, od něhož rovnoběžník $EV(E_0V_{00})$ odseče oblouk $M_0V(M_0V_{00}) = 2\alpha$.

Vztýčíme-li pak na tomto největším nehybném kruhu poloměr SN_{00}, tož bude SN_{00} hledaná souosa, kterážto s osami SM_0 a ST trojhranný tělesný úhelník (roh) SM_0TN_{00} tvoří, nehledíme-li k zvláštnímu případu $EV = ED(E_0V_{00} = E_0D_0)$*).

Otáčí-li se totiž naše země $h \leqq 12$ hodin kolem složkové osy SN_{00} od západu k východu rychlostí úhlovou $u_2 = \frac{2\alpha}{h}$, tož opíše místo M rovnoběžníkový oblouk $M_0V(M_0V_{00}) = 2\alpha$.

Točí-li se pak země jiných h hodin kolem souosy SM_0 od západu k východu rychlostí úhlovou $u_1 = \frac{2\beta}{h}$, tož opíše totéž

*) V případech $EV \gtrless ED$ $(E_0V_{00} \gtrless E_0D_0)$ leží točna N_{00} na přední neb na zadní straně zeměkoule, protože osa SN_{00} kolmo stojí na rovníku $M_0VV_{00}QM_0$. Avšak v případě $EV = ED(E_0V_{00} = E_0D_0)$ splývá točna N_{00} s točnou N_0, protože osa SN_0 kolmo stojí na rovníku $M_0DD_0QM_0$, s nímžto splývá rovník $M_0VV_{00}QM_0$. Na obrazci značí totiž největší kruh

$M_0DD_0QM_0$	rovník	vzhledem	točny	N_0	dle dodatku 5.
$M_0VV_{00}QM_0$	„	„	„	N_{00} „	„ 7.
$M_0ZZ_{01}QM_0$	„	„	„	N_{01} „	„ 6.

místo M rovnoběžníkový oblouk $VE(V_{00}E_0) = 2\beta$, a dojde tedy za $2h \leqq 24$ hodin do bodu $E(E_0)$, do něhož také skutečnou rotací zemskou kolem výslední osy ST rychlostí úhlovou $u = \frac{2\gamma}{h} = 15^0$ po oblouku $M_0E(M_0E_0) = 2\gamma$ každý den za $h \leqq 12$ hodin docházívá.

8. Někteří učenci složili z daného souosí $SM_0 \perp SN_{00}$ výslední osu ST způsobem podobným následujícímu:

Opíše-li místo M kolem osy SN_{00} rovníkový oblouk M_0V $(M_0V_{00}) = 2\alpha$, a potom kolem osy SM_0 rovnoběžníkový oblouk $VE(V_{00}E_0) = 2\beta$, sestrojme sférický úhel $M_0N_{00}T = \frac{1}{2} M_0V$ $(M_0V_{00}) = \alpha$ v opačném smyslu (směru) $VM_0(V_{00}M_0)$ rotace místa M, a potom sférický úhel $N_{00}M_0T = \frac{1}{2} VE(V_{00}E_0) = \beta$ ve smyslu rotace místa M.

Pak bude průsečnice ST největších kruhů $SN_{00}T$ i SM_0T hledanou výslední osou.

Avšak proti takovému skládání výslední osy ST *lze namítati:*

α) Že v některém zvláštním případě sférické úhly $M_0N_{00}T$ i $N_{00}M_0T$ rovnati se mohou polovinám rotačních amplitud M_0V $(M_0V_{00}) = 2\alpha$ i $VE(V_{00}E_0) = 2\beta$, připouštíme; že by však vůbec tak bylo, jakož bez důkazu tvrdí někteří učenci, samo sebou se nerozumí.

β) Kdyby se ve všech možných případech $VE \gtrless DE$ $(V_{00}E_0 \gtrless D_0E_0)$ sférické úhly $M_0N_{00}T$ i $N_{00}M_0T$ rovnaly polovinám rotačních amplitud $M_0V(M_0V_{00}) = 2\alpha$ i $VE(V_{00}E_0) = 2\beta$, musely by se jim rovnati též v mezním případě $VE = DE$ $(V_{00}E_0 = D_0E_0)$, když totiž osa SN_{00} má polohu SN_0 v rovině SM_0T.*) Avšak v tomto mezním případě rovnají se sférické úhly $M_0N_{00}T_0 \equiv M_0N_0T$ i $N_{00}M_0T \equiv N_0M_0T$ nullám. Z toho jde, že sférické úhly $M_0N_{00}T$ i $N_{00}M_0T$ tím více se přibližují k nullám, čím více rotační amplituda $VE(V_{00}E_0)$ se přibližuje k rotační amplitudě $DE(D_0E_0)$. Ve všech možných případech $VE < DE$

*) Viz poznámku v dodatku 7.

($V_{00}E_0 < D_c E_0$) stanou se sférické úhly $M_0N_{00}T$ i $N_{00}M_0T$ negativnými, protože v těchto případech složková točna N_{00} leží na zadní straně zeměkoule.

Blažeje Pascala: O duchu geometrickém.

Dva fragmenty.

Přeložil Dr. **Jiří Guth** v Praze.

(Pokračování.)

Zdálo mi se případno dáti hned na počátku této rozpravy tu . . .

Bude se zdáti snad podivno, že geometrie nemůže definovati nic ze svých hlavních předmětů, neboť ona nemůže definovati ani pohybu, ani čísla, ani prostoru; a přece tyto tři věci to jsou, o nichž zvláště uvažuje a dle toho, kterou z nich vyšetřuje, přibírá ta tři různá jména mechaniky, arithmetiky a geometrie, toto poslední jméno vzhledem k rodu i druhu. Ale nepřekvapí nás to, uznamenáme-li, že tato podivuhodná věda obírá se jen věcmi nejjednoduššími a právě tato vlastnosť (jednoduchosť), která je činí hodnými býti jejími předměty, činí je neschopnými býti definovánu tak, že nedostatek definice jest spíše dokonalostí než nedostatkem, poněvadž nevzniká z jich nejasnosti, nýbrž naopak z jich nadobyčejné zřejmosti, která je taková, že ačkoli nemá přesvědčivosti demonstrac, má veškeru jich jistotu. Geometrie předpokládá tedy, že je známo, která to jest věc, již vyrozumíváme těmi slovy pohyb, číslo, prostor; a nezdržujíc se zbytečnými jich definicemi, proniká jich přirozenosť a objevuje jich podivuhodné vlastnosti.

Ty tři věci, které zavírají v sobě veškeren vesmír podle slov: *Deus fecit omnia in pondere, in numero et mensura*, mají spojení vzájemné a nutné. Neboť nemůžeme si představiti pohyb bez něčeho, co se pohybuje; a poněvadž toto něco jest jedno, tož tato jednotka jest původem všech čísel; a poněvadž posléze pohyb nemůže býti bez prostoru, vidíme, že tyto tři věci obsaženy jsou v první. Čas sám je také v tom zahrnut: neboť pohyb a čas jsou vztažny jeden ke druhému, poněvadž rychlosť a zvolnosť, jež jsou rozdílné druhy pohybů, mají nutný vztah s časem. Jsou