

Joseph Louis François Bertrand

Anna Kalousová

Robust 2010, 31. 1. – 5. 2. 2010

Joseph Louis François Bertrand

(1822 – 1900)



J.L.F. Bertrand

- otec – Alexandre Bertrand (1795 – 1831), lékař (specializoval se na studium náměsíčnosti), přírodovědec, fyzik,...
na lyceu v Rennes se spřátelil s Jean-Marie Duhamelem (1797 – 1872), který se oženil s jeho sestrou Virginií, a s Pierrem Leroux (1797 – 1871), s kterým spoluzaložil literární časopis *le Globe*
v roce 1814 začal studovat na *École polytechnique*, projevoval značné matematické nadání, ale potom se rozhodl pro studium medicíny
v roce 1825 začal v časopise *le Globe* vydávat *Comptes rendus* ze zasedání francouzské Akademie věd, po jeho smrti vycházely v časopise *le Temps* (D. Roulin), 1835 pod hlavičkou Akademie (François Arago)
- matka – Marie-Caroline Blin, jejím otcem byl republikánský politik Joseph Blin, sestra se provdala za přírodovědce Désiré Roulina.
- bratr – Alexandre Bertrand (1820 – 1902), archeolog
- sestra – Louise Bertrand, manželka Charlese Hermita (1822 – 1901)
- syn – Marcel Bertrand (1847 – 1902), geolog

- 11. 3. 1822 – narozen v Paříži
- 1831 – zemřel otec (Joseph měl 9 let)
- 8. 5. 1842 – železniční neštěstí na trati Versailles – Paříž, vážně zraněn (se svým bratrem Alexandrem a přítelem Aclocquem)
- prosinec 1844 – žení se s Louise Céline Aclocque, tři synové vystudovali *École polytechnique* – Marcel Alexandre (nar. 1847), Joseph Désiré (nar. 1853), Léon Gratier (nar. 1858)
- 1848 – kapitán Národní gardy
- 1870 – prusko francouzská válka, po bitvě u Sedanu pruská vojska obklíčila Paříž, Bertrand se účastnil obrany Paříže
- 1871 – *École polytechnique* přemístěna do Tours, během Pařížské komuny shořel Bertrandův dům, zničena byla jeho knihovna i rukopisy připravené k tisku
- přestěhoval se do vily v Sèvres (také byla vydrancována), později do Viroflay
- 3. 4. 1900 zemřel v Paříži

- vzdělání – nesystematické (nevěřili, že se dožije dospělosti), v 16 letech neuměl časovat žádné sloveso v žádném jazyce
- číst se naučil v necelých 5 letech
- otec ho všude brával s sebou, vyprávěl si s ním o různých tématech, vždy latinsky
- žili u strýce Duhamela, který byl ředitelem přípravky na *École polytechnique*, Joseph se přátelil se studenty, kteří byli mnohem starší než on, později s nimi navštěvoval výuku
- po smrti otce matka opustila Paříž, bratr nastoupil na školu v Rennes, Joseph zůstal u strýce, navštěvoval jeho lekce speciální matematiky (*mathématiques spéciales*)
- 1833 (11 let) získal svolení navštěvovat přednášky na *École polytechnique*
- další vzdělávání si řídil sám, přednášky na *Sorbonně*, v *Collège de France*, v *Jardin des plantes*, ...
- 20. 3. 1838 *bachelier ès lettres* (bakalář filosofie)
- 10. 4. 1838 *bachelier ès sciences* (bakalář přírodních věd)
- 4. 5. 1838 *licencié ès sciences*

- 9. 4. a 22. 6. 1839 *doctorat ès sciences* (termodynamika)
- červenec 1839 – přijímací zkoušky na *École polytechnique* (první)
- státní zkouška pro výuku matematiky na vysokých školách (*agrégation des Facultés*), požadavek – alespoň 25 let (dispens)
- 1841 končí jako šestý na *École polytechnique*, to mu umožňuje nastoupit na *École des mines*
- státní zkouška pro výuku matematiky na středních školách (*agrégation des Collèges*), je první spolu s Charlesem Briotem (1817 – 1872), přátelé na celý život
- 1844 jmenován profesorem elementární matematiky na *collège Saint-Louis* a *répétiteur d'analyse* na *École polytechnique*
- 1847 jmenován zástupcem Jean-Baptiste Biota (1774 – 1862) na *Collège de France* (*remplaçant*)
- 1848 končí na *collège Saint-Louis*, na *École polytechnique* jmenován *examineur d'admission*
- 1852 reorganizace výuky na lyceu, katedra speciální matematiky na *lycée Napoléon* (bývalá *collège Henri IV*)

- *collège Saint-Louis* – profesor elementární matematiky (1844 – 1848)
- *lycée Napoléon* – katedra speciální matematiky (1852 – 1856)
- *École polytechnique* – *répétiteur adjoint d'analyse* (1844),
examineur d'admission (1848), *professeur d'analyse* (1856 – 1895)
až do roku 1869 spolupracoval s Duhamelem, potom Hermite
- *Collège de France* – *remplaçant de Biot* (1847), *suppléant* (1852),
katedra matematické fyziky (*Physique mathématique*) (1862 – 1900)
- *École normale supérieure* (1847), přednášející (1857 – 1862)
- *Académie des sciences* – členem od 28. 4. 1856, stálý tajemník
(*secrétaire perpétuel*) pro matematické vědy od 23. 11. 1874
- *Académie française* od 4. 12. 1884

- první publikace po přijetí na *École polytechnique* (rozvod elektřiny)
- první práce – geometrie, analýza, matematická fyzika, mechanika, publikované v *Journal de mathématiques pures et appliquées*, *Journal de l'École polytechnique*, později i v *Comptes rendus*
- učebnice pro lycea – podle výuky na *collège Saint-Louis* – *Traité d'arithmétique* (1849), *Traité d'algèbre* (1850)
- učebnice vzniklé podle přednášek na *Collège de France* – *Traité de calcul différentiel et de calcul intégral*, dva díly (1864, 1870), k tisku připravený třetí díl shořel za Pařížské komuny, *Thermodynamique* (1887), *Calcul des probabilités* (1889), *Leçons sur la théorie mathématique de l'électricité* (1890)
- historické práce *Les fondateurs de l'astronomie moderne: Copernic, Tycho Brahé, Képler, Galilée, Newton* (1865), *l'Académie des sciences et les académiciens de 1666 à 1793* (1869), *Arago et sa vie scientifique* (1865), *d'Alembert* (1889), *Blaise Pascal* (1891), *Éloges académiques* (1890), články v *Journal des savants*
- *Méthode des moindres carrés* (1855) – překlad Gaussovy práce do francouzštiny

Traité de calcul différentiel et de calcul intégral

- v V. kapitole je uvedena *Croftonova věta*: *Nechť libovolná konvexní oblast s plochou Ω má hranici délky L . Jestliže označíme θ úhel dvou tečen k hranici této oblasti z nějakého vnějšího bodu (x,y) , potom pro všechny body vně oblasti platí*

$$\iint (\theta - \sin \theta) dx dy = \frac{1}{2}L^2 - \pi\Omega.$$

- důkaz provádí pomocí Barbierovy věty
- 1867 – věta je presentována v *Académie des sciences* (Hermite)
- 1869 Joseph Serret (1819 – 1885) – důkaz prostředky analytické geometrie

- 1869 – Croftonův dopis, děkuje za tento důkaz a oznamuje další výsledek

Uvažujme konvexní oblast s plochou Ω , označme C tětivu, která spojuje libovolné dva body na hranici, p vzdálenost tětivy od pevně zvoleného bodu O a θ úhel, který svírá p s pevně zvolenou osou. Potom pro všechny hodnoty p a θ , které skutečně dávají tětivu, platí

$$\iint C^3 dp d\theta = 3\Omega^2.$$

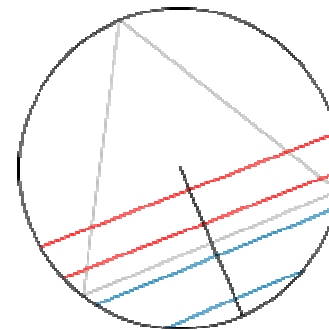
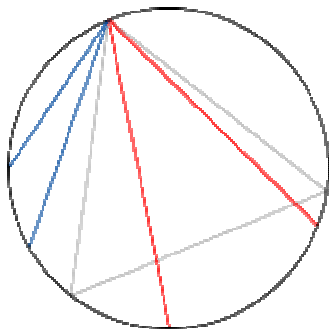
- 1869 A. Serret tuto větu opět dokazuje pouze prostředky analytické geometrie, oba výsledky publikuje v *Annales scientifiques de ÉNS*.

Calcul des probabilités

- snaha vysvětlit pravděpodobnost co nejjednodušším způsobem
- předmluva *Les lois du hasard* – historie (Galileo Galilei a hra *passé dix*), Petrohradský paradox, zákon velkých čísel (Jacob Bernoulli – hráči jej znali daleko dříve),...
- kapitola I. – definice pravděpodobnosti (podíl počtu příznivých jevů k počtu jevů možných), příklady
- je-li možných jevů nekonečně mnoho, je otázka, jak chápat „náhodně vybrat“.
- příklad – vybíráme *náhodně* číslo celé či zlomek mezi 1 a 100. Jaká je pravděpodobnost, že vybrané číslo bude větší než 50? $\frac{1}{2}$.
– vybírejme druhou mocninu takového čísla. Pokud je číslo větší než 50, je mocnina mezi 2 500 a 10 000. Pravděpodobnost, že vybrané číslo je větší než 2 500 je $\frac{3}{4}$.
- *Bertandův paradox* – vybíráme *náhodně* tětivu kružnice. Jaká je pravděpodobnost, že tato tětiva je menší než strana rovnostranného trojúhelníka vepsaného kružnici?

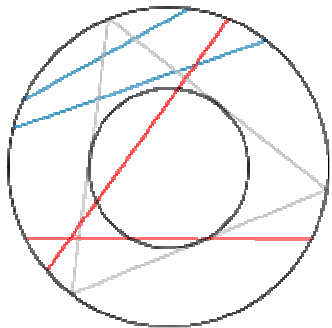
Bertrandův paradox

- Je dán jeden koncový bod tětivy, náhodně vybíráme její *směr*. Pravděpodobnost, že vybraná tětiva je delší než strana trojúhelníka, je $1/3$.
- Je dán směr tětivy, náhodně vybíráme *vzdálenost* od středu kružnice. Pravděpodobnost, že vybraná tětiva je delší než strana trojúhelníka je $1/2$.



Bertrandův paradox

- Vybíráme náhodně *střed tětivy*. Pravděpodobnost, že je vybraná tětiva delší než strana trojúhelníka, je $\frac{1}{4}$.
- Která z těchto tří odpovědí je ta pravá? Žádná z těch tří není špatná, žádná není přesná, otázka je špatně položená.
- Nepřihlíží k experimentálním podmínkám, za kterých se náhodný výběr děje
- požadavek invariance (rotace, translace, změna měřítka)



Další paradoxy

- Vyberme náhodně dva body na povrchu koule. Jaká je pravděpodobnost, že jejich vzdálenost je menší než 10 minut?
- řešení 1 – rozdělíme kružnici spojující tyto dva body na 2160 dílů po 10 minutách, hledaná pravděpodobnost je $2/2160 = 1/1080$
- řešení 2 – je znám jeden z bodů. Ten druhý pak leží v oblasti, jejíž povrch je $4\pi R^2 \sin^2 5' = 4\pi R^2 \sin^2 (\pi/2160)$ (povrch vrchlíku). Hledaná pravděpodobnost je tedy $1/236\ 362$.
- Vyberme náhodně rovinu v prostoru. Jaká je pravděpodobnost, že svírá s horizontem úhel menší než $\pi/4$?
- řešení 1 – úhel nabývá hodnot od 0 do $\pi/2$, pravděpodobnost je $\frac{1}{2}$.
- řešení 2 – vedme středem koule přímkou (paprsek) kolmý k vybrané rovině. Vybrat náhodně rovinu je totéž jako vybrat náhodně průsečík kolmé přímky s povrchem koule. Aby byl sevřený úhel menší než $\pi/4$, musel by ten průsečík ležet v oblasti, jejíž povrch je roven $4\pi R^2 \sin^2 (\pi/8)$ (povrch vrchlíku). Hledaná pravděpodobnost je tedy $2\sin^2(\pi/8)=0,29$.