Wykład 1
"O Fizyce "
Wektory i Kinematyka

Dr Henryk Jankowski

2010/2011

Mielec_studia niestacjonarne

Wykłady dostępne w internecie

http://home.agh.edu.pl/dziurd

Hasło: Mielec

Log-in: Mielec

Autograf podpisu Józefa Piłsudskiego

Akademia Górniczo-Hutnicza 1919-2009

Uczelnia, nosząca obecnie nazwę Akademii Górniczo−Hutniczej im. Stanisława Staszica, została powołana do życia Uchwałą Rady Ministrów RP z dnia 8.IV.1919 r., a 1.V.1919 r. Naczelnik Państwa Józef Piłsudski mianował jej pierwszych profesorów. Uroczyste otwarcie Akademii Górniczej zostaje dokonane przez Naczelnika Państwa w auli Uniwersytetu Jagiellońskiego, w dniu 20 października 1919 roku. Józef Piłsudski wypowiedział wówczas historyczną formułę: *"Ogłaszam Akademię Górniczą w Krakowie za otwartą*.

Akademia Górniczo-Hutnicza 1919-2009

Budynek Akademii Górniczej w fazie powstawania, w latach dwudziestych

Akademia Górnicza w pełnej krasie, z widoczną na szczycie figurą św. Barbary

Budynek Główny A0

1919-1939

WIMIR

Początek funkcjonowania Wydziału datuje się na rok 1952, jednak idea jego utworzenia pojawiła się w Akademii znacznie wcześniej, bo już w 1922 roku, kiedy to prof. Jan Krauze skierował do Ministra Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego postulat utworzenia osobnego wydziału mechanicznego z dwoma oddziałami: konstrukcyjnym i mechanicznym. Następnie, w roku 1926, Ogólne Zebranie Profesorów Akademii wypowiedziało się za utworzeniem na uczelni Wydziału Mechanicznego lub Elektromechanicznego.

Wibroakustyka

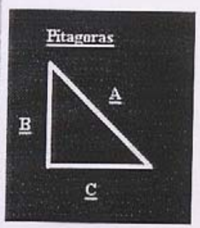
W 1952 roku doszło do podziału Wydziału Elektromechanicznego na Wydział Elektryfikacji Górnictwa i Hutnictwa oraz Wydział Mechanizacji Górnictwa i Hutnictwa, od którego zaczyna się właściwa historia naszego Wydziału. Pierwszym dziekanem został prof. Maksymilian Szawłowski.

Hala - Laboratoria

Główną bazą dydaktyczną i naukową Wydziału został, oddany do użytku w 1953 roku, pawilon B−2 wraz z halą maszyn, a także przedwojenny budynek Laboratorium Maszynowego tzw. PKS. W pierwszym roku działalności na Wydziale Mechanizacji Górnictwa i Hutnictwa studiowały 403 osoby.

TABLICA CHRONOLOGICZNA (ciąg dalszy — 4)

DATY PRZED NASZĄ ERĄ	WYDARZENIA BIBLIJNE		WSPÓŁCZESNE WYDARZENIA HISTORII POWSZECHNEJ
609	(3 miesiące) Joachaz, czyli Szallum. Prorocy: Nahum, Habakuk, Jeremiasz.	606	Koniec mocarstwa asyryjskiego.
608-598	Eliakim-Jojakim.		
605/604	Pierwsza wyprawa Nabuchodonozora na Palestynę.	605 (604)-562	Nabuchodonozor (Nebukadnesar), król babiloński.
598/597	(3 miesiące) Jojakin (Jechoniasz, Koniasz). Pierwsze przesiedlenie do Babilonu.	**605**	**Bitwa pod Karkemisz.**
597-586	Sedecjasz (Mattaniasz). Prorok Ezechiel rozpoczyna działalność.		
587/586	**Zdobycie Jerozolimy.** Drugie przesiedlenie mieszkańców Judy.	588-568	Faraon Chofra.
		685-526	Faraon Amasis.
582/581	Trzecie przesiedlenie.	562-560	Ewil-Merodak (Amel-Marduk).
560	Ułaskawienie Jojakina (Jechoniasza) przez Ewil-Merodaka.	560-556	Nerigillissar.
		559-529	Cyrus tworzy potężną monarchię perską; 538 Cyrus władcą Babilonu.
		555-539	Nabonid i syn jego Baltazar w Babilonii.
538	**Cyrus zezwala Izraelitom powrócić do ojczyzny. Palestyna prowincją perską.**	529-522	Kambizes w Persji; 525 podbija Egipt.
536-515	**Odbudowa i poświęcenie świątyni jerozolimskiej. Prorocy: Zachariasz i Aggeusz.**	521-485	**Dariusz I.**
		494-339	Papirusy z Elefantyny.



In a triangle rectangle, the square of the hypotenuse is equal to the sum of the squares of the legs.

Arena zdarzeń – przestrzeń geometryczna

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Przestrzeń geometryczna

"Elementy" Euklidesa

1. Między punktami można przeprowadzić prostą,
2. Prosta jest nieskończona w obu kierunkach,
3. Można zbudować okrąg,
4. Kąty proste są sobie równe,
5. Do prostej można zbudować tylko jedną prostą równoległą przechodzącą przez dany punkt.

TALES Z MILETU (ok. 627 - ok. 540 p.n.e.)

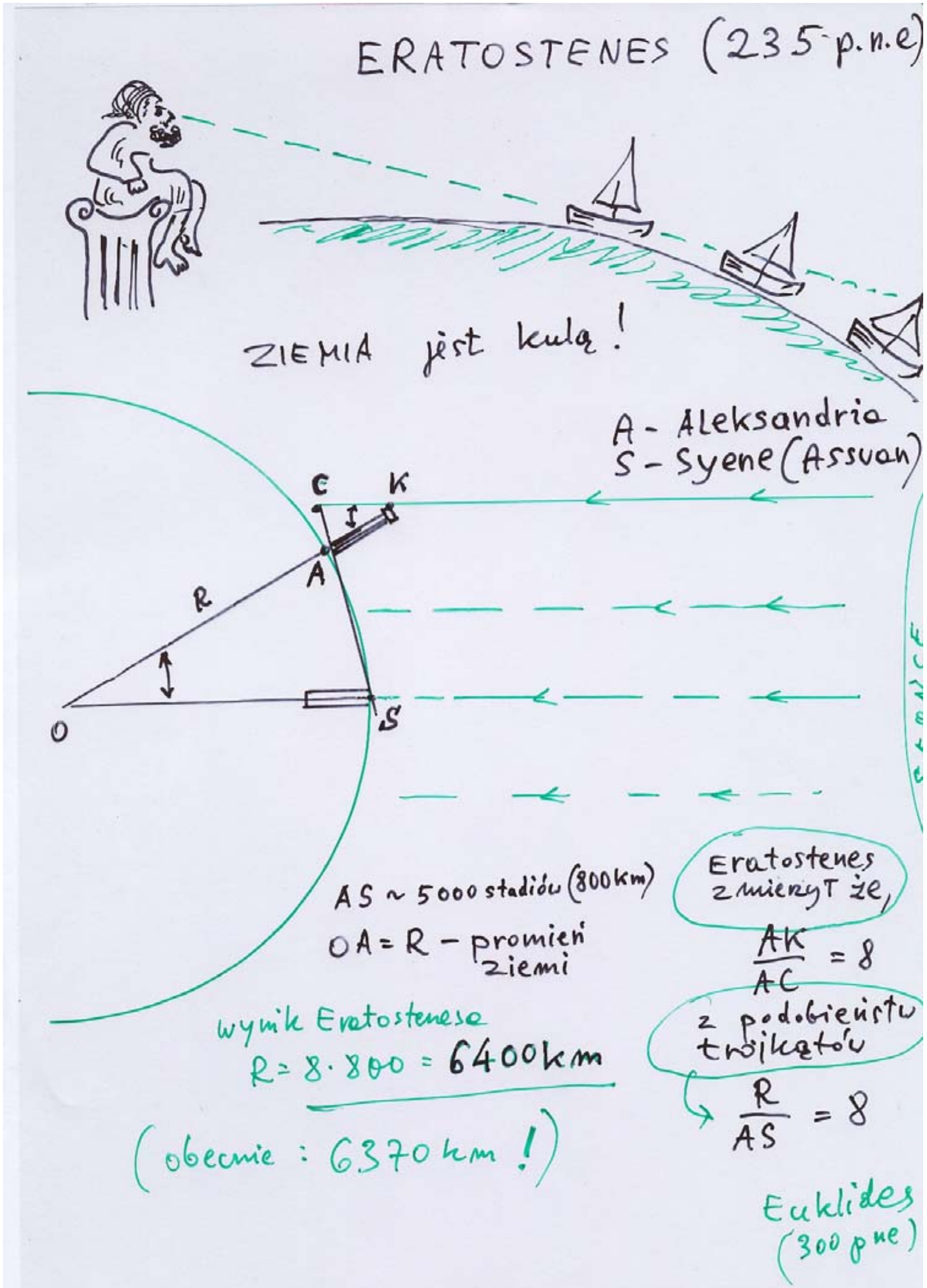
Tales z Miletu uważany jest za jednego z "siedmiu mędrców" czasów antycznych i za ojca nauki greckiej. Starożytni pisarze nazywali go "pierwszym" matematykiem i astronomem. Te zaszczytne wyróżnienia świadczą, iż była to postać o wielostronnych zainteresowaniach i w dziedzinach, którymi się w swym życiu zajmował, dokonać musiał rzeczy znamiennych. I tak było w istocie. Tales był założycielem jońskiej szkoły filozofów przyrody, ponadto brał aktywny udział w życiu politycznym i gospodarczym swego miasta, które przez pewien okres pozostawało pod okupacją perską. Wbrew legendom mędrzec ów należał do ludzi praktycznych, utrzymywał ożywione stosunki handlowe z Egiptem, Fenicją i Babilonią, dokąd eksportowano cenione wówczas tkaniny miletańskie. To było powodem, iż do krajów tych odbywał częste podróże. I prawdopodobnie wtedy zapoznał się z osiągnięciami matematyki i astronomii Egiptu i Babilonii. Według przekazów pisarzy starożytnych Tales przewidział zaćmienie słońca na dzień 28.05.585 r. p.n.e., oraz pomierzył wysokość piramid za pomocą cienia, który one rzucały (na podstawie podobieństwa trójkątów).
Jednym z twierdzeń geometrii elementarnej sformułowanym przez Talesa z Miletu, jest twierdzenie o proporcjonalności odcinków, na które podzielone zostały ramiona kąta przez dwie równoległe. Twierdzenie te popularnie zwiemy twierdzeniem Talesa.
Poza tym najbardziej znanym twierdzeniem Talesowi z Miletu przypisuje się autorstwo:

1. dowodu, że średnica dzieli koło na połowy;
2. odkrycia, że kąty przypodstawne w trójkącie równoramiennym są sobie równe;
3. twierdzenia o równości kątów wierzchołkowych;
4. twierdzenia o przystawaniu trójkątów o równym boku i przyległych dwu kątach;
5. twierdzenia, że średnica koła jest widoczna z punktu leżącego na okręgu pod kątem prostym.
6.

EUKLIDES (około 300 p.n.e.)

Imię Euklidesa związało się na zawsze z jedną z gałęzi geometrii - zwanej geometrią euklidesową. Tak trwały pomnik zdobył on zasłużenie dzięki słynnej swej pracy "Elementy". Przez kilkanaście wieków na całym świecie uczono geometrii w szkołach według "Elementów" Euklidesa. Nawet do dziś w szkołach angielskich podręczniki geometrii przypominają swoim opracowaniem jego dzieło.
Mimo tak dużej popularności Euklidesa jako autora "Elementów" sama jego postać jest mało znana. Historia nie przekazała żadnych pewnych wiadomości o jego życiu, nawet dokładna data urodzin i ścierci nie jest znana. Przypuszcza się, że okres działalności Euklidesa przypada na lata panowania Ptolemeusza Sotera I (305-282 p.n.e.). Za rządów tego władcy stolica Aleksandria stała się centrum życia naukowego i kulturalnego, ściągającym wielu wybitnych naukowców z różnych stron świata, między innymi z Grecji. Słynna ówcześnie Szkoła Aleksandryjska skupiała wielu matematyków. Euklides został jednym z pierwszych jej wykładowców.
Euklides był bardzo płodnym artorem. Wiadomo, że napisał co namniej 10 traktatów, wśród których "Elementy", składające się z trzynastu ksiąg, uchodzą za największe wydarzenie w historii matematyki. Jest to pierwsze zachowane dzieło matematyczne, w którym metoda dedukcyjna została w pełni przedstawiona. W pracy tej, mającej charakter podręcznika, Euklides zawarł całą wiedzę matematyczną swoich poprzedników. Nie był więc samodzielnym twórcą jej treści, poza małymi wyjątkami, jak przekroje stożkowe, geometria sferyczna. Jednym z twierdzeń z "Elementów" przypisywanych samemu Euklidesowi jest znane twierdzenie.
Wspaniała praca Euklidesa "Elementy" to dzieło, które miało fundamentalne znaczenie przez z górą 2000 lat.

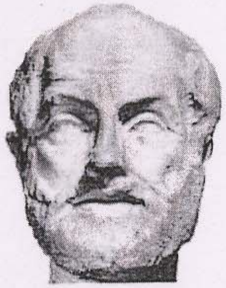
1. MIĘDZY PUNKTAM MOŻE BYĆ PROST
2. PROSTA NIESKOŃCZ W OBU KIERUNKA
3. OKRĄG
4. KĄTY ⊥ SĄ SOBIE RÓWNE
5. TYLKO JEDNA PROSTA RÓWNOLEG.



Eratostenes

Matematyczna interpretacja obserwacji (eksperymentu)

Arystoteles



Arystoteles (384-322 p.n.e.), filozof grecki. Pochodził ze Stagiry, stąd zwana bywa Stagirytą. Ok. 366-347 p.n.e. kształcił się w Akademii Platońskiej. W latach 343-340 p.n.e. przebywał na dworze macedońskim jako wychowawca Aleksandra III Wielkiego, później w Stagirze. W roku 335 p.n.e. powrócił do Aten, gdzie założył szkołę filozoficzną: Likejon. W roku 323 p.n.e. zagrożony przez stronnictwo antymacedońskie schronił się w Chalcynie; spędził tu resztę życia. Początkowo zwolennik Platona, wykształcił szybko zręby własnej doktryny.

Przeczył istnieniu jakiejkolwiek wiedzy wrodzonej - źródeł poznania upatrywał w postrzeżeniach, na podstawie których drogą abstrakcji umysł buduje pojęcia, tzn. wydobywa to, co w rzeczach ogólne. Opracował teorię pojęć i sądów, zwłaszcza zasady sylogizmu, tworząc podstawy logiki. Filozofię podzielił na praktyczną, tj. etykę i politykę, oraz teoretyczną, czyli fizykę, matematykę i "filozofię pierwszą", zwaną później metafizyka, na polu której jego dokonania okazały się szczególnie doniosłe. Odrzuciwszy naukę o ideach, stwierdził, że istnieją tylko konkretne rzeczy jednostkowe, stanowiące samodzielne bytowo substancje, różne od niesamoistnych przypadłosci.

Rzeczywistość ujmował w sposób dynamiczny. Teza, iż ruch, który dokonuje się w istniejącym odwiecznie świecie, *miał* początek, doprowadziła go do koncepcji pierwszego poruszyciela, stanowiącego też cel owego ruchu - czyli transcendentnego Boga. Wyodrębnił 3 rodzaje duszy, traktowanej zawsze jako forma i energia ciała organicznego: duszę roślinną, zwierzęcą i - właściwą jedynie człowiekowi - myślącą; przeprowadził podział rozumu (funkcji duszy myślącej) na bierny i czynny. W etyce propagował zasadę środka, tj. unikanie skrajności; za cel ludzkiego działania uważał dobro i szczęście.

Arystoteles należy do najwybitniejszych postaci w dziejach filozofii (w średniowieczu zw. go po prostu Filozofem). Jego pisma uporządkował i skatalogował ok. 70 p.n.e. Andronikos z Rodos.

Do ważniejszych należą:

- *Kategorie* i *Hermeneutyka* (1975),
- *Topiki* (1978),
- *Metafizyka* (1983),
- *Fizyka* (1968),
- *O niebie* (1980),
- *O duszy* (1972),
- *Etyka nikomachejska* (1956),
- *Polityka* (1953),
- *Poetyka* (1887, nowe tłum. 1983),
- *Zachęta do filozofii* (1988).

Arystoteles

384-322 p.n.e.

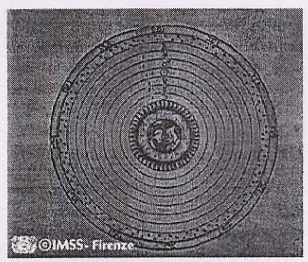
Fizyka w poznaniu świata

Claudius PTOLEMY

Alexandria, 87 - 150 A.D.

An astronomer, mathematician and geographer from Alexandria, Ptolemy collected and synthesized in the *Almagest* the results of previous astronomical investigations (Hipparchus etc.,) creating a geocentric system based on a series of circumferences (epicycles), of which the centre moves on another circumference eccentric with respect to the Earth. In the Ptolemeic system only the Sun and the Moon, here considered planets, have their epicycles centred directly on the Earth. Such a system was considered valid until the end of the Copernican Revolution (Sixteenth century). Also important is Ptolemy's other work of descriptive geography that made use of latitude and longitude for the identification of places on the face of the Earth.

Aristotelian/ Ptolemaic System



This was a world system which, unlike the Copernican system, placed the Earth immobile at the centre of the Universe, as the centre for the planetary motions. The Ptolemaic system, which dates from antiquity and which was formed by Aristotle, before Ptolemy's quantitative formulation, in the fourth century B.C., can be schematically described as follows: Earth (said to be immobile at the centre of the universe), the Moon, Mercury, Venus, Sol (the Sun), Mars, Jupiter, Saturn. The planetary spheres were enclosed by the heaven of the fixed stars which rotated due to the impulse which it received from the primum mobile (the ninth heaven, which moved extremely quickly and was devoid of stars), with the aid of God.

Ptolemeusz

87 - 150 n.e.

"Wszechświat" geocentryczny

Revised: October 24, 2001

Nicolaus Copernicus
Cleric and Astronomer

1473 - 1543

**«Finally we shall place the Sun himself at the center of the Universe.
All this is suggested by the systematic procession of events and
the harmony of the whole Universe, if only we face the facts, as they say, 'with both eyes open'.»**

—Copernicus from "De Revolutionibus Coelestibus"

Nicolaus Copernicus (Mikolai Kopernik) was born February 19, 1473 in Torun, Poland. Copernicus was a proponent of the theory that the Sun, and not the Earth, is at rest in the center of the Universe.

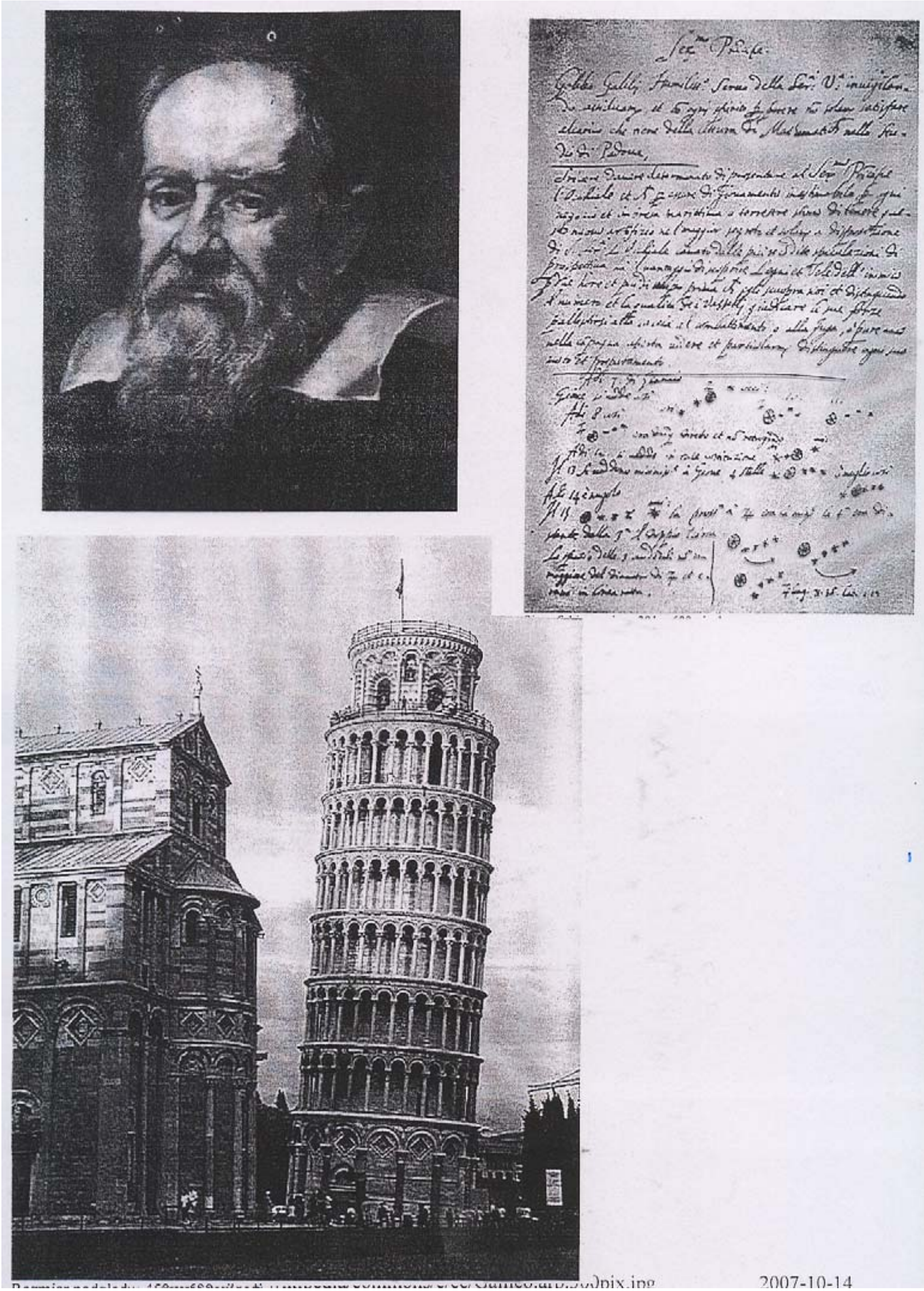
Copernicus received his education, first at the University of Krakow, and then at various universities in Italy. While attending Padua University in Italy, Copernicus studied medicine, Greek, and mathematical sciences. He eventually received a degree in Canon Law at the University of Ferrara. When Copernicus returned to Poland he practiced medicine, though his official employment was as a canon in the cathedral chapter run by his uncle, the Bishop of Olsztyn.

Copernicus was never a professional Astronomer. The great work that made him famous was written in his spare time. It was for friends he met in Rome while pursuing his education that, in about 1513, Copernicus first wrote a short account his heliocentric (sun centered) cosmology. His heliocentric system states that the Sun (not the Earth) is at rest in the center of the Universe, with the other heavenly bodies (planets and stars) revolving around it in circular orbits. A full account of the theory titled,

Mikołaj Kopernik

1473 - 1543

Wszechświat heliocentryczny



Galileusz

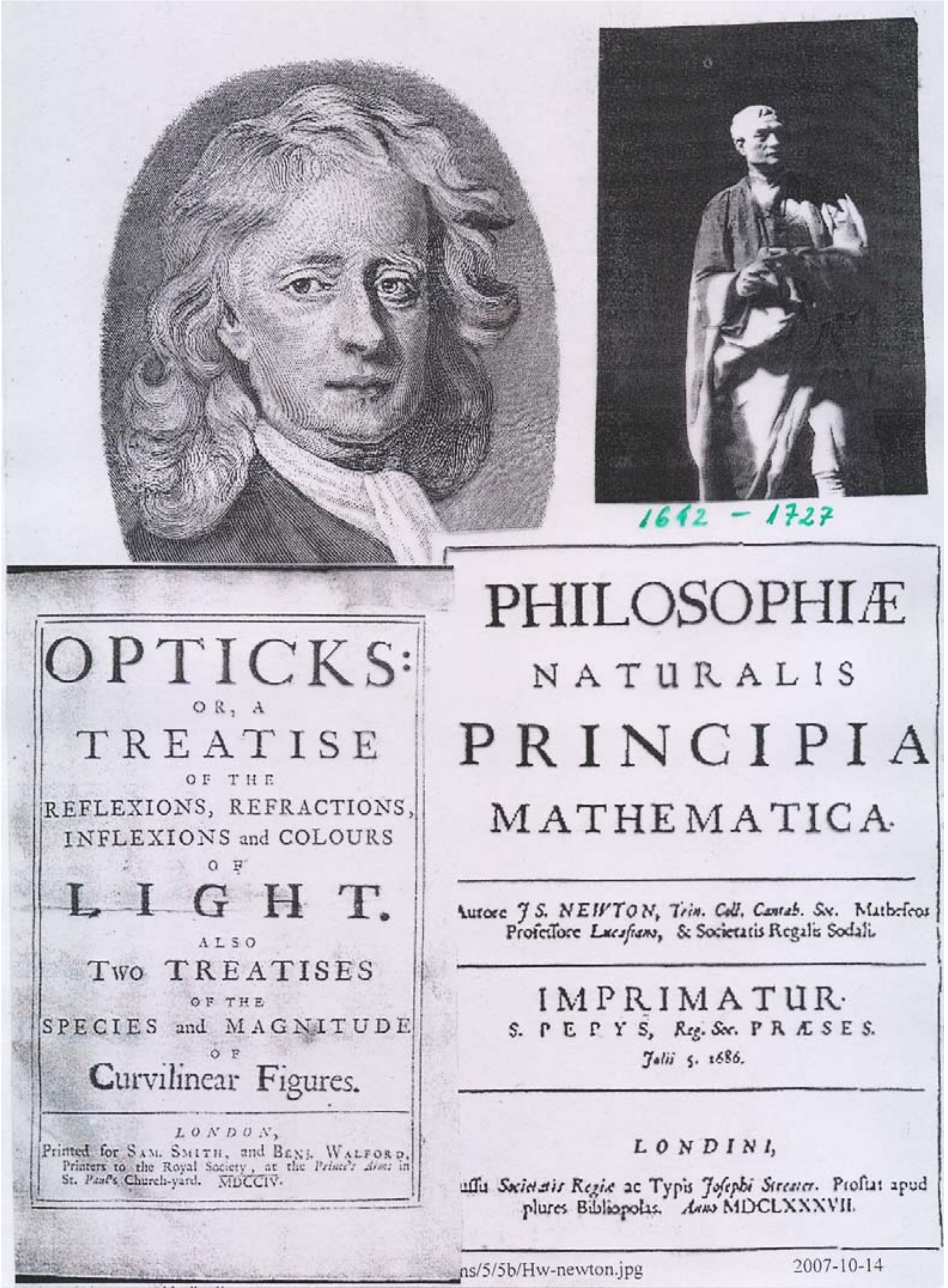
1564 - 1642

Sidereus Nuncius

Czasoprzestrzeń

Inercjalny układ odniesienienia

$$\vec{v} = const$$



Izaak Newton

1612-1727

Grawitacja

Zasady dynamiki

Rachunek różniczkowy

SEARCH

SCIENTIFIC BIOGRAPHY
- Branch of Science
- Gender/Minority Status
- Historical Periods
- Nationality
- Prize Winners

ALPHABETICAL INDEX

- ABOUT THIS SITE
- FAQs
- WHAT'S NEW
- RANDOM ENTRY
- BE A CONTRIBUTOR
- SIGN THE GUESTBOOK
- EMAIL COMMENTS

ERIC'S OTHER SITES

Leibniz, Gottfried (1646-1716)

German philosopher, physicist, and mathematician whose mechanical studies included forces and weights. He believed in a deterministic universe which followed a "pre-established harmony." He extended the work of his mentor Huygens from kinematics to include dynamics. He was self-taught in mathematics, but nonetheless developed calculus independently of Newton. Although he published his results slightly after Newton, his notation was by far superior (including the integral sign and derivative notation), and is still in use today. It is unfortunate that continental and English mathematicians remained embroiled for decades in a heated and pointless priority dispute over the discovery of calculus.

Leibniz made many contributions to the study of differential equations, discovering the method of separation of variables, reduction of homogeneous equations to separable ones, and the procedure for solving first order linear equations. He used the idea of the determinant 50 years before Cramer, and did work on the multinomial theorem.

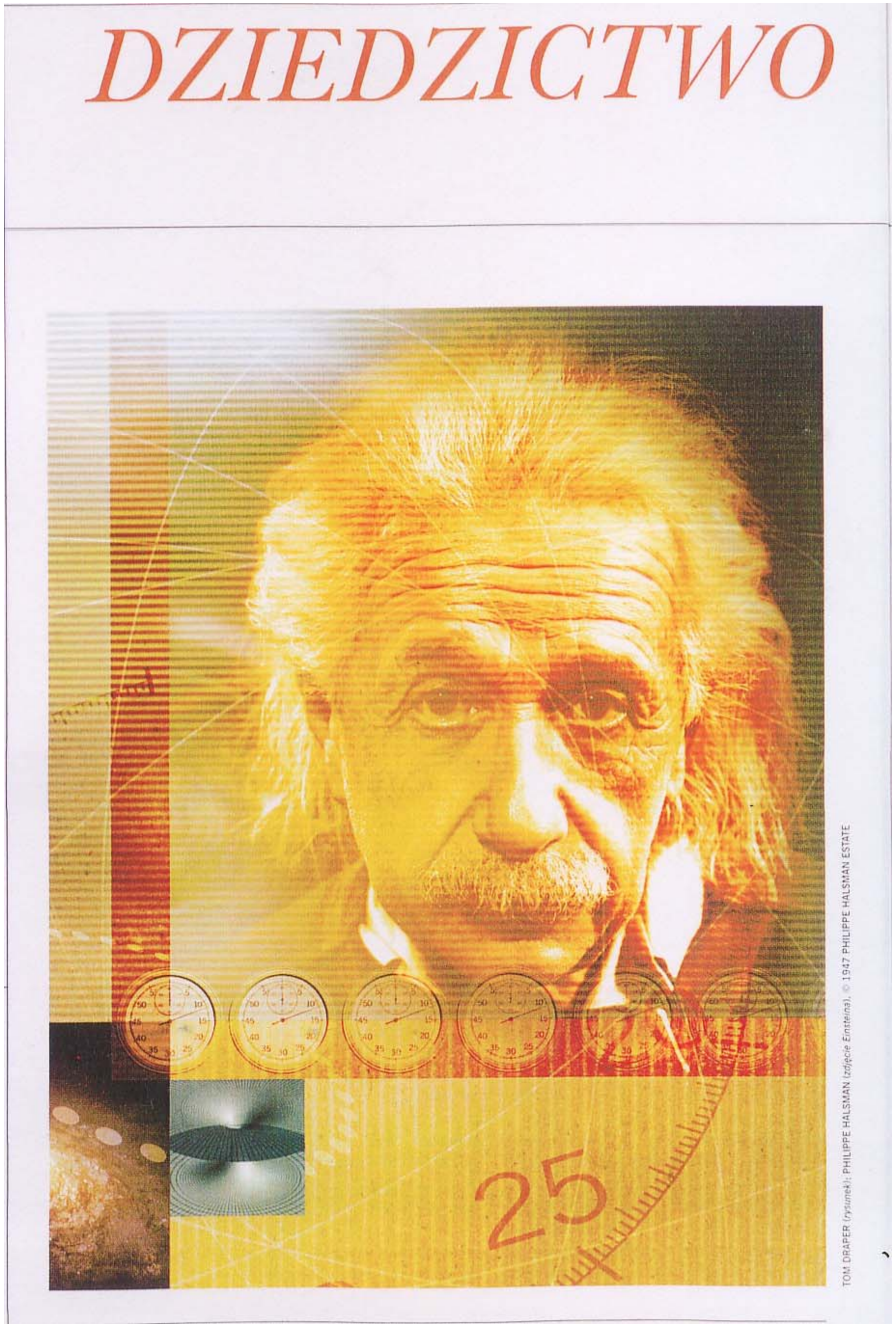
Leibniz combined the Scala Naturae with his plenum (continuous) view of nature, and called the result the Law of Continuity. He believed that it was not possible to put organisms into discrete categories, stating "Natura non facit saltus" (Nature does nothing in leaps).

Leibniz was a strong believer in the importance of the product of mass times velocity squared which had been originally investigated by Huygens and which Leibniz called vis viva, the living force. He believed the vis viva to be the real measure of force, as opposed to Descartes's force of motion (equivalent to mass times velocity, or momentum). It is not entirely clear why Leibniz should have chosen mv^2 as this quantity rather than Descartes' mv, but he was apparently led to the conclusion that his quantity was the more fundamental by mechanical arguments. Leibniz's contention that vis visa, not Descartes's quantity, was the most fundamental conserved quantity comes extremely close to an early statement of the Law of Conservation of Energy in mechanics. Since, however, the conservation of quantity of motion had become one of the pillars of Cartesian natural philosophy, Leibniz's suggestion that the fundamental quantity of motion was different from the one Descartes had proposed was rejected out of hand by all good Cartesians. A great controversy ensued between the German school of physical thought, which naturally supported Leibniz, and the French and English schools, whose Cartesians and Newtonians opposed him. In

Gottfried Leibniz

1646 - 1716

Analiza matematyczna



Albert Einstein

1879 - 1955

Fizyka kwantowa

Teoria względności

RENE DESCARTES (Kartezjusz) (1596 - 1650)

Rene Descartes jest właściwie bardziej znany jako wielki filozof niż matematyk. Niemniej był pionierem nowoczesnej matematyki i zasługi jego w tej dziedzinie są znaczne. Urodził się on we Francji, w małym miasteczku La Haye w Touraine. Po ukończeniu jezuickiego kolegium dla arystokratów studiował, idąc śladami swego brata, prawo. Mając 22 lata Kartezjusz opuszcza Francję i służy jako oficer-ochotnik w wojskach różnych europejskich wodzów, biorących udział w wojnie trzydziestoletniej. W ten sposób przemierza Węgry, Czechy i Austrię.
Kartezjusz głosił racjonalistyczne idee o potędze rozumu ludzkiego i z tego względu spotkał się z prześladowaniem ze strony kościoła katolickiego. Klatego też, chcąc znaleźć warunki umożliwiające mu pracę naukową osiedlił się w 1629 roku w Holandii, g dzie spędził prawie całą resztę swego życia.
Tutaj Kartezjusz napisał wszystkie swoje prace z filozofii, matematyki, fizyki, kosmologii i fizjologii. Swój dorobek w dziedzinie matematyki zebrał w jednym dziele "Geometria" (1637). Przedstawił w nim podstawy geometrii analitycznej i algebry. Po ra z pierwszy wprowadził pojęcia zmiennej oraz funkcji. Zauważył przy tym, że linie krzywe na płaszczyźnie można opisać za pomocą równania wiążącego współrzędne punktu na tej krzywej. Linie krzywe dające opisać się równaniami algebraicznymi podzielił na klas y, w zależności od najwyższej potęgi zmiennej występującej w równaniu. Wprowadził znak "+" i "-" dla oznaczenia liczb dodatnich i ujemnych, oznaczenie potęgi $x * x = x^2$, oraz symbol oznaczający wielkość nieskończenie dużą. Dla wielkości niewiad omych i zmiennych przyjął oznaczenia x, y, z,..., zaś dla znanych i stałych a, b, c,..., co zostało ogólnie przyjęte aż do dziś.
Descartes rozpoczął również badania nad równaniami algebraicznymi. Podał między innymi twierdzenie, że liczba rzeczywistych i zespolonych pierwiastków równania algebraicznego równa jest jego stopniowi.Znana również jest tzw. reguła Kartezjusza dotycząca liczby pierwiastków dodatnich równania algebraicznego o współczynnikach rzeczywistych. W oparciu o dorobek Kartezjusza rozwinął się później (dzięki i Leibnizowi) rachunek różniczkowy.
W dziedzinie fizyki odkrył prawa odbicia i załamania się fal, a także wyjaśnił tworzenie się tęczy.
Kartezjusz umarł w Sztokholmie, spędziwszy tam ostatni rok swego życia. Chociaż nie posunął się daleko w dziedzinie geometrii analitycznej, jednakże dzieło jego wywarło decydujący wpływ na dalszy rozwój matematyki. W ciągu 150 lat algebra i geometria analityczna rozwijały się w kierunku wskazanym przez niego.

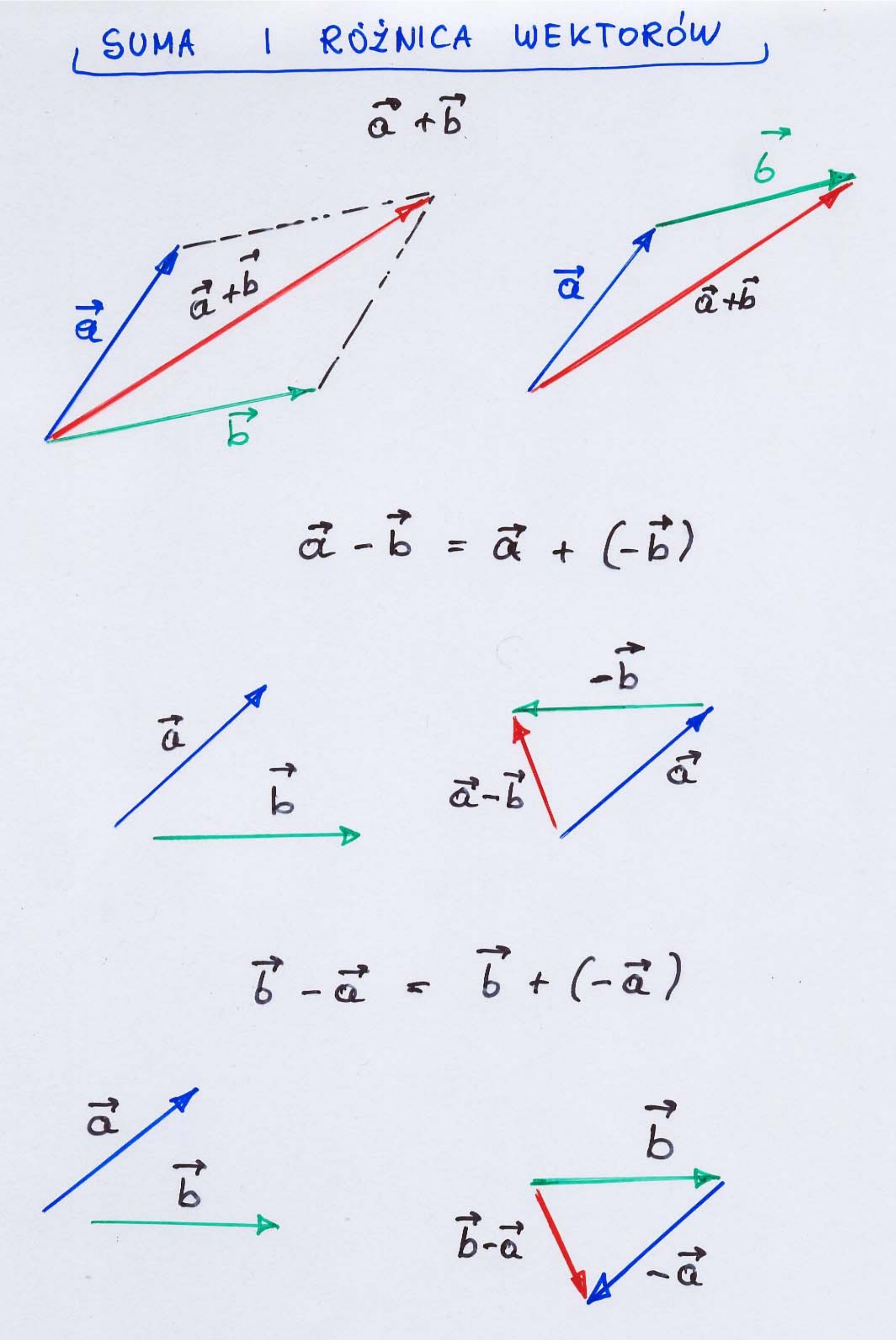
Kartezjusz

1596 - 1650

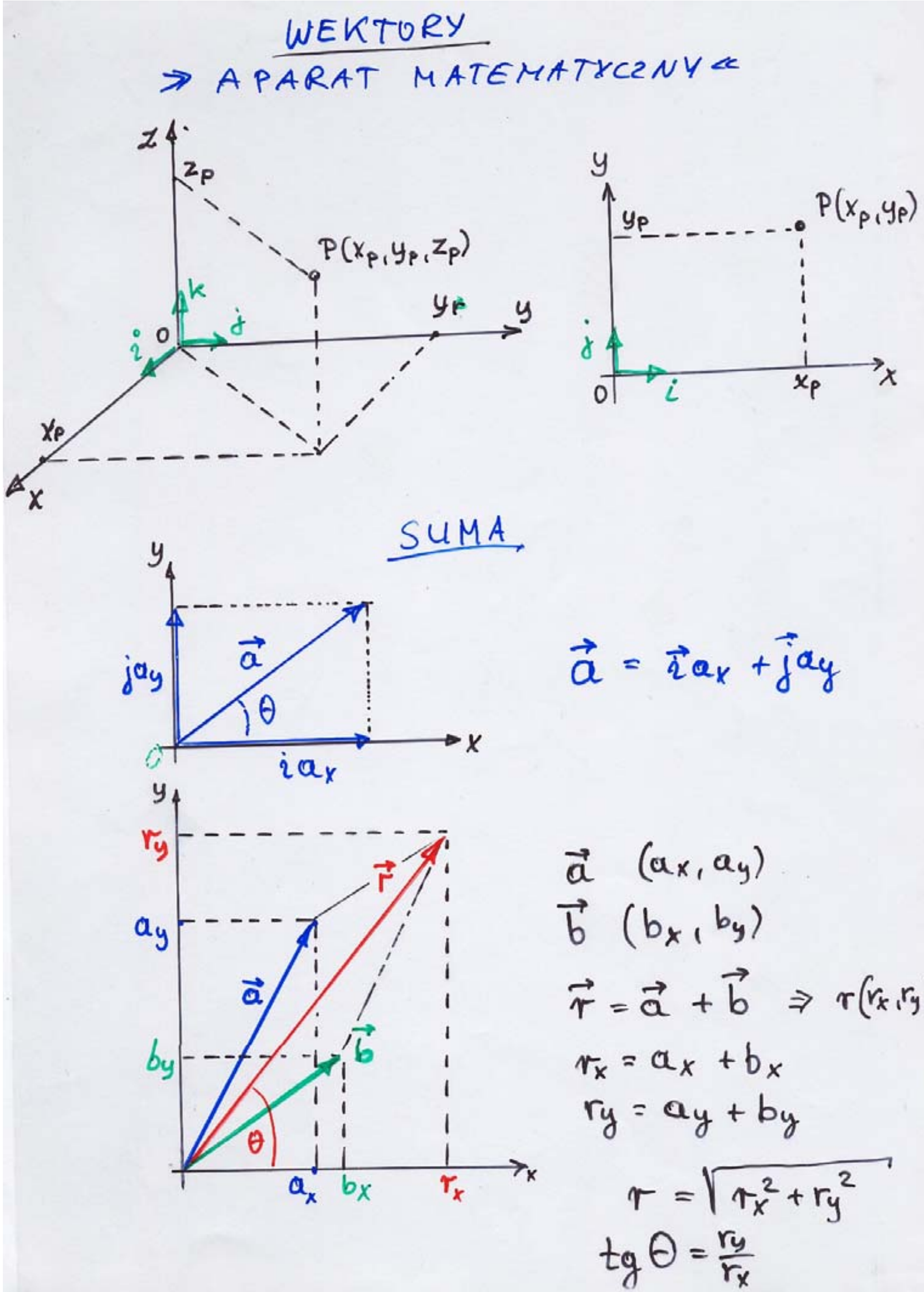
Prostokątny układ odniesienia

Wektory

Działania na wektorach_1



Działania na wektorach_2



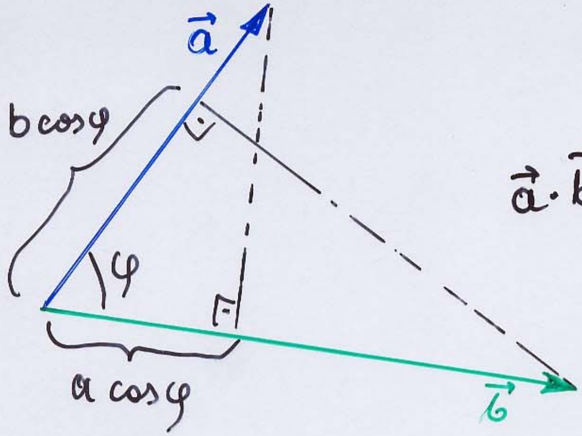
Działania na wektorach_3

ILOCZYN SKALARNY

$$\vec{a}\cdot\vec{b} = |a|\,|b|\cos\varphi$$

$$|a| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

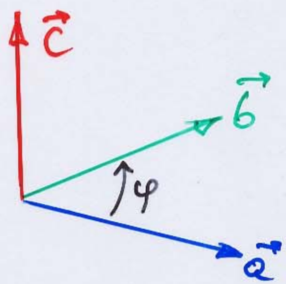
$$|b| = \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}$$



$$\vec{a}\cdot\vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

ILOCZYN WEKTOROWY

$$\vec{a}\times\vec{b} = \vec{c} \qquad |\vec{c}| = |\vec{a}|\,|\vec{b}|\sin\varphi$$



$$\vec{a}\times\vec{b} = \vec{i}\,(a_y b_z - a_z b_y) + \vec{j}\,(a_z b_x - a_x b_z) + \vec{k}\,(a_x b_y - a_y b_x).$$

Kinematyka _1

KINEMATYKA

PRZESTRZEŃ

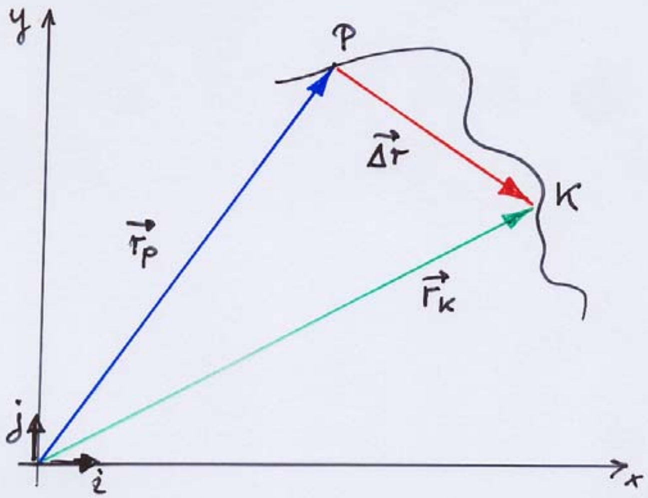
RUCH

RUCH CIAŁA (OBIEKT)

UKŁAD ODNIESIENIA

PUNKT MATERIALNY

TOR RUCHU



PRZEMIESZCZENIE

$$\vec{\Delta r} = \vec{r}_K - \vec{r}_p$$

$\vec{r}$ – wektor wodzący

$\vec{\Delta r}$ – wektor przemieszczenia

KINEMATYCZNE RÓWNANIE RUCHU

CZAS! → t

$\vec{r} = \vec{r}(t)$ ← związek przestrzenno-czasowy

$$\vec{r} = \vec{i}\,x + \vec{j}\,y + \vec{k}\cdot z$$

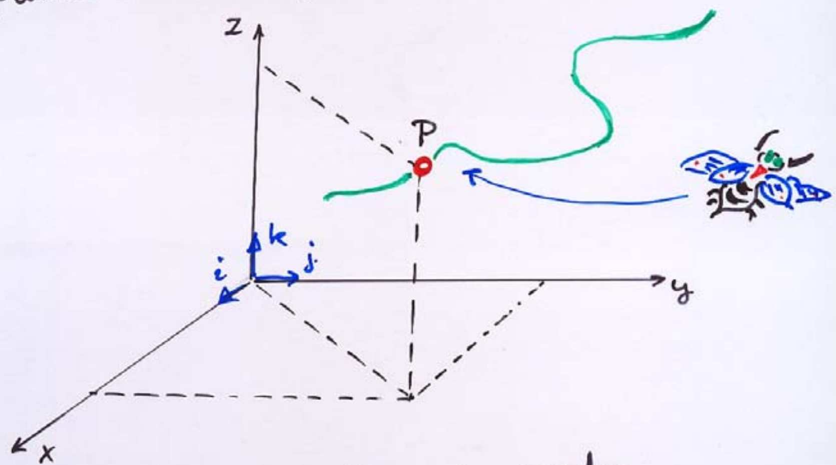
równanie toru $y = f(x)$

Kinematyka_2

KINEMATYCZNE RÓWNANIE RUCHU

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

Przybliżenie punktu materialnego
(punkt materialny – abstrakcja)



W kinematycznym równaniu ruchu pojawią się parametry $\vec{r}$, $\vec{v}$, $\vec{a}$ i opis ruchu daje zestaw równań

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$
$$\vec{v} = \vec{v}(t)$$
$$\vec{a} = \vec{a}(t)$$

UKŁAD JEDNOSTEK (SI)

czas $[t]$ = sekunda (s)

wektor położenia $[\vec{r}]$, przemieszczenie $[\Delta\vec{r}]$, droga – metr (m)

prędkość $[v]$ = metr na sekundę (m/s)

przyspieszenie $[a]$ = $\left(\frac{m}{s^2}\right)$

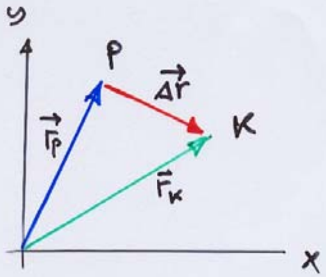
Kinematyka_3

PARAMETRY KINEMATYCZNE RUCHU

PRZEMIESZCZENIE $\Delta\vec{r}$

PRĘDKOŚĆ $\vec{v}$

PRZYŚPIESZENIE $\vec{a}$



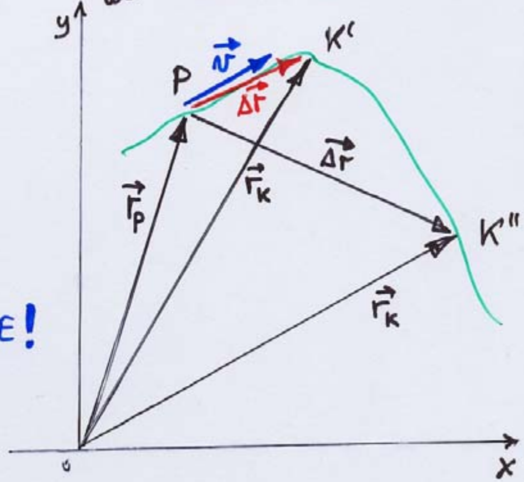
PRĘDKOŚĆ ŚREDNIA

$$\vec{v}_{śr} \stackrel{df}{=} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_K - \vec{r}_P}{t_K - t_P}$$

PRĘDKOŚĆ CHWILOWA

$$\vec{v} \stackrel{df}{=} \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$



wektor prędkości jest styczny do toru ruchu ZAWSZE!

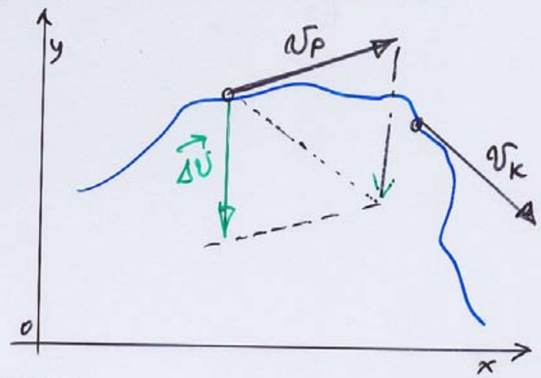
Kinematyka_4

PARAMETRY KINEMATYCZNE RUCHU

przemieszczenie $\Delta\vec{r}$

prędkość $\vec{v}$

przyśpieszenie $\vec{a}$



PRZYŚPIESZENIE ŚREDNIE

$$\vec{a}_{śr} \overset{df}{=} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_k - \vec{v}_p}{t_k - t_p}$$

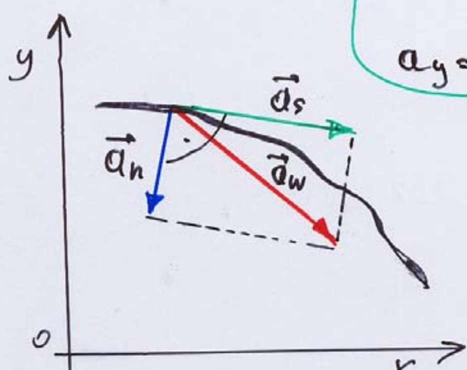
PRZYŚPIESZENIE CHWILOWE

$$\vec{a} \overset{df}{=} \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2}$$

$$a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2}$$

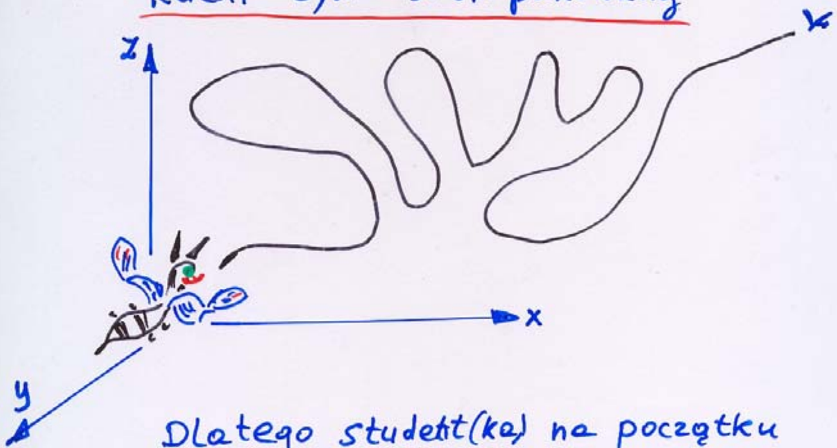


$$\vec{a}_w = \vec{a}_s + \vec{a}_n$$

$$|a_w| = \sqrt{a_s^2 + a_n^2}$$

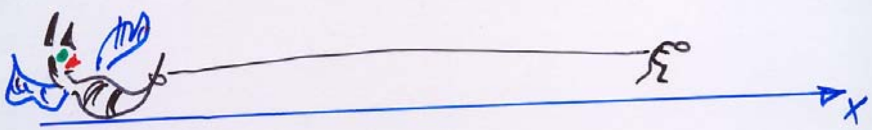
Kinematyka_5

RUCH bywa skomplikowany

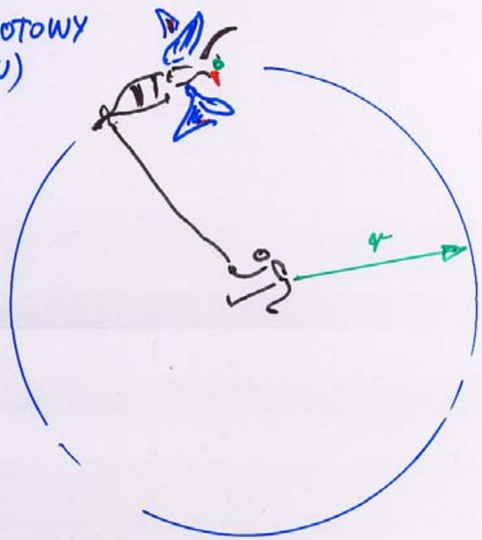


Dlatego student(ka) na początku poznaje:

RUCH PROSTOLINIOWY:



RUCH OBROTOWY
(PO OKRĘGU)

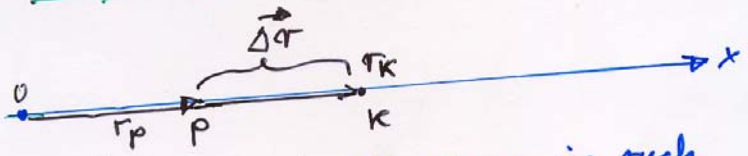


Kinematyka_6

RUCH PROSTOLINIOWY

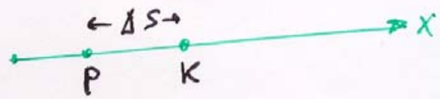
Jednostajny

$\vec{v} = const$



$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{dt}$$

jeżeli wiemy, że ruch odbywa się po osi x możemy zapisać skalarnie



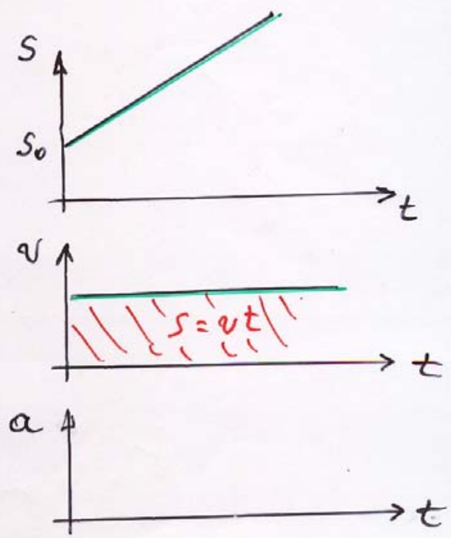
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{s_K - s_P}{t_K - t_P}$$

$$v t_K - v t_P = s_K - s_P$$

$t \to 0 \div \infty$

$$\boxed{s = v \cdot t}$$



$v(t) = \frac{ds}{dt}$ — $v(t) = v$

$a(t) = \frac{dv}{dt}$ — $a(t) = 0$

$$\boxed{s(t) = \pm s_0 \pm v \cdot t}$$

Kinematyka_7

RUCH PROSTOLINIOWY JEDNOSTAJNIE ZMIENNY

$\vec{a} = const$

$$a = \frac{v_k - v_p}{t_k - t_p}$$

zał: $v_p = 0$, $t_p = 0$

$$a = \frac{v}{t} \Rightarrow v = a \cdot t$$

gdy prędkość początkowa

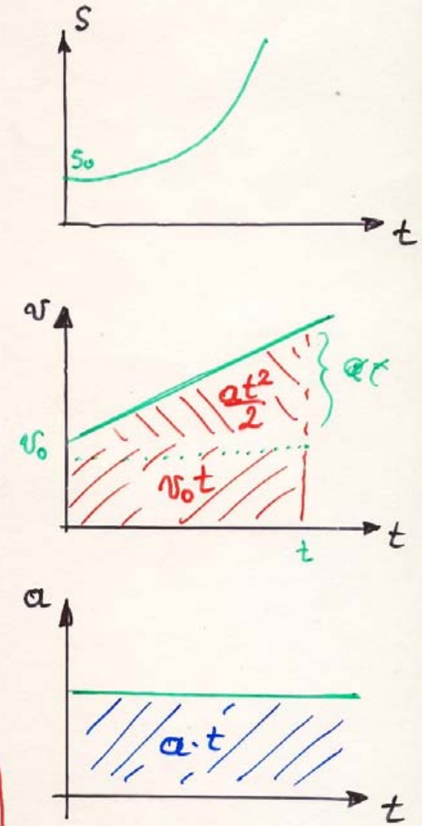
$$v = v_0 + at$$

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

gdy droga początkowa

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$\boxed{\begin{aligned} s(t) &= \pm s_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2} \\ v(t) &= \pm v_0 \pm at \\ a(t) &= a = const \end{aligned}}$$

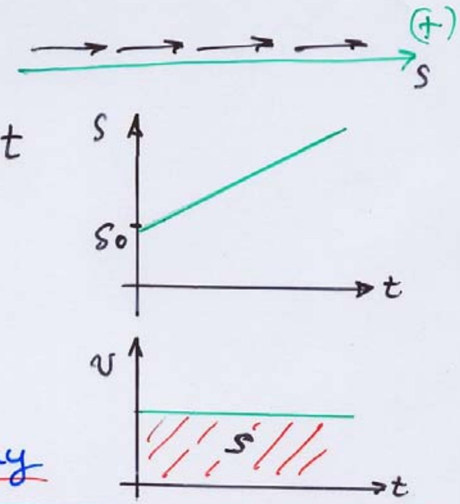


Kinematyka_8

PODSUMOWANIE

ruch jednostajny prostoliniowy

kryterium: $\vec{v} = const$



równania skalarne

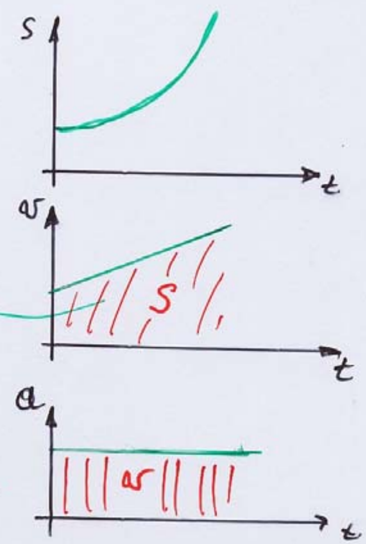
$$s(t) = \pm s_0 \pm v t$$

$$\frac{ds}{dt} = v(t) = \pm v$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2} = a(t) = 0$$

ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny

kryterium: $\vec{a} = const$



$$s(t) = \pm s_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{ds}{dt} = v(t) = \pm v_0 \pm at$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2} = a(t) = \pm a$$

powierzchnia $\equiv s$

powierzchnia $\equiv v$

Kinematyka_9

RUCH PROSTOLINIOWY

i już trzeba różniczkować i całkować!

$$x(t) = A + Bt + Ct^2$$

$$\frac{dx}{dt} = B + 2Ct$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 2C$$

$$x(t) = A \sin \omega t$$

$$\frac{dx}{dt} = A\omega \cos \omega t$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2 \sin \omega t$$

Troche analizy A1

Kinematyka_10

Funkcja

Zmienną y nazywamy **funkcją** zmiennej x

(x – argument, lub zmienna niezależna)

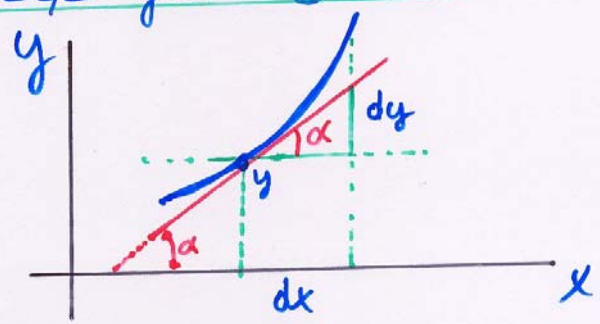
- postać jawna funkcji jednej zmiennej x

$$y = f(x)$$

- Pochodna funkcji jednej zmiennej

$$y' = f'(x) = \frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

Interpretacja geometryczna



$$\frac{dy}{dx} = \mathrm{tg}\,\alpha$$

Kinematyka_11

Trochę analizy – całki

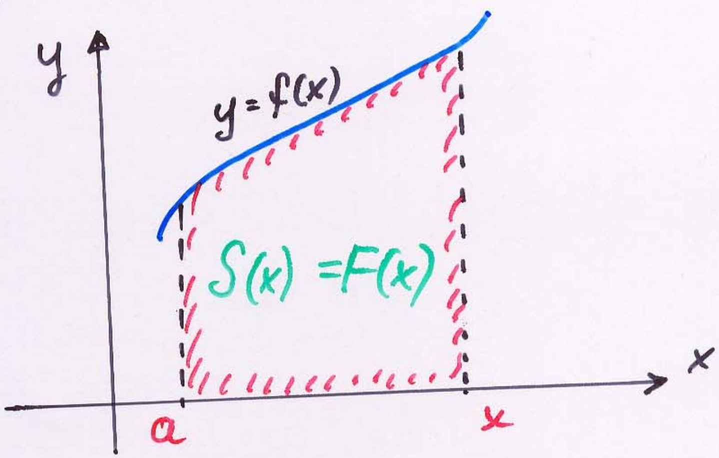
A2

Funkcja pierwotna

danej funkcji $y=f(x)$, określonej w pewnym obszarze domkniętym, nazywamy taką funkcję $F(x)$ określoną w tym obszarze, której pochodna jest równa $f(x)$

$$F'(x) = f(x) \qquad dF(x) = f(x)\,dx$$

Interpretacja geometryczna f. pierwotnej



Całka nieoznaczona

$$F(x) + C = \int f(x)\,dx$$

Trochę analizy – całki A3

Ogólne reguły:

(1) $\int a\, f(x) = a \int f(x)\, dx$

(2) $\int (u + v - w)\, dx = \int u\, dx + \int v\, dx - \int w\, dx$

$u(x)$
$v(x)$
$w(x)$

(3) jeżeli $x = \varphi(t)$

$$\int f(x)\, dx = \int f[\varphi(t)]\, \varphi'(t)\, dt$$

(4) $\int u\, dv = uv - \int v\, du$

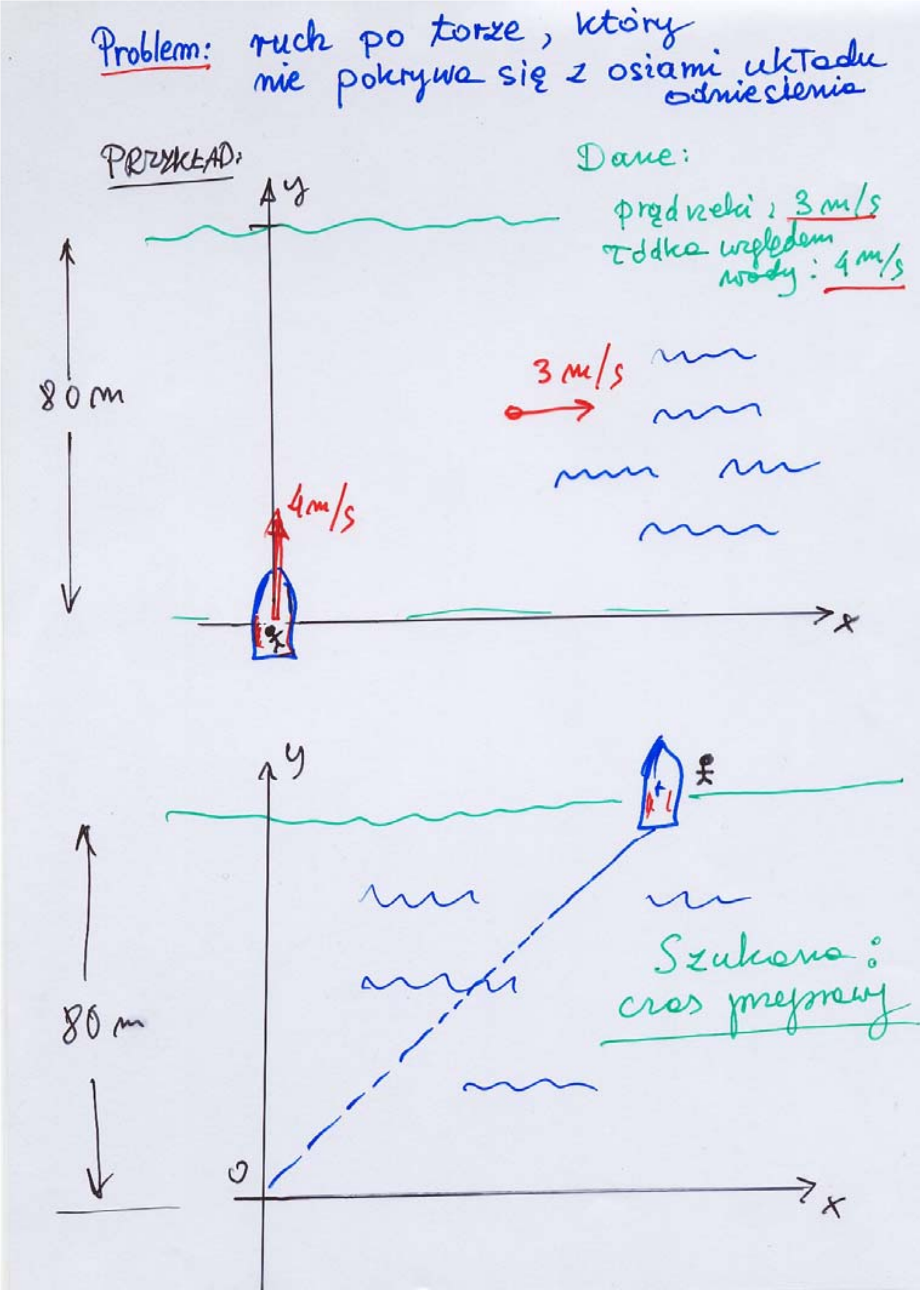
Kilka całek podstawowych

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} \qquad \int e^x dx = e^x$$

$$\int \frac{dx}{x} = \ln|x| \qquad \int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a}, \quad a > 0,\ a \neq 1$$

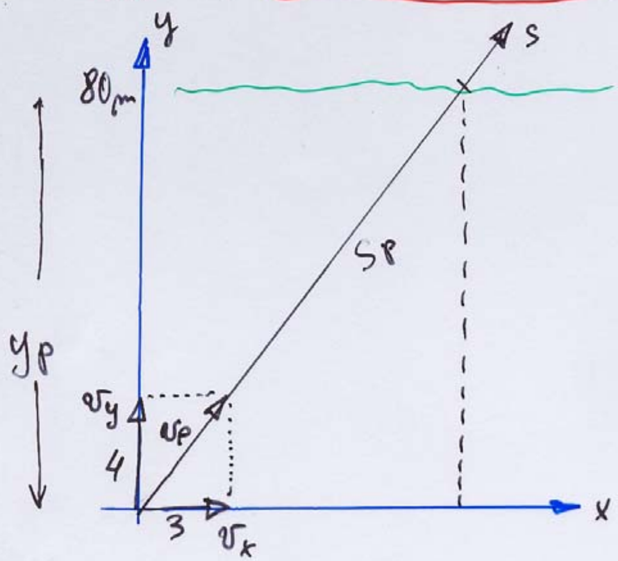
$$\int \sin x\, dx = -\cos x \qquad \int \cos x\, dx = \sin x$$

Kinematyka_13



Kinematyka_14

Ciąg dalszy: (RZUTOWANIE ⊥ na osie x, y)



$y_p = 80\,m$

$v_x = 3\ m/s$

$v_y = 4\ m/s$

Czas przeprawy

$t_p = ?$

$$v_p^2 = v_x^2 + v_y^2 = 3^2 + 4^2 = 25$$

$$v_p = \sqrt{25} = 5$$

wzdłuż s mamy ruch j. prostoliniowy

$$s = v \cdot t$$

$$s_p = v_p \cdot t_p \qquad t_p = \frac{s_p}{v_p}$$

$$t_p = \frac{100}{5} = 20\ \text{sek}$$

pomocniczo szukamy S_p

$$\frac{S_p}{80} = \frac{5}{4}$$

$$S_p = 100\,m$$

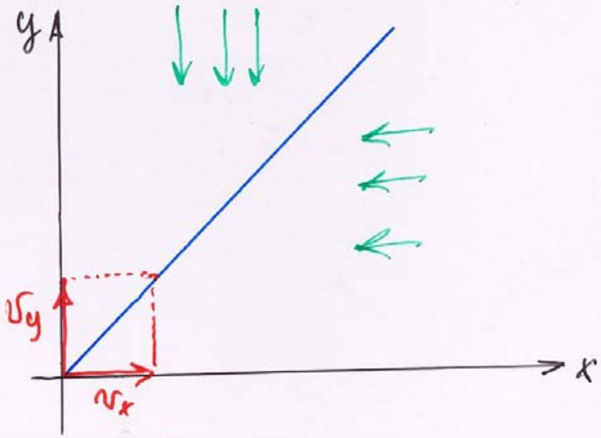
Ale można zauważyć:

$$y_p = v_y \cdot t_p$$

$$\frac{y_p}{v_y} = \frac{80}{4} = 20\ \text{sek}\,!$$

Kinematyka_15

PODSUMOWANIE: zadanie "nad rzeką"



RZUTOWANIE

- ruch składowy na osi x
- ruch składowy na osi y

$$\left.\begin{aligned} x &= v_x \cdot t \\ y &= v_y t \end{aligned}\right\}$$ na osiach x, y biegnie ten sam czas

można znaleźć równanie toru ruchu:
(rugując t)

$$\frac{y}{x} = \frac{v_y t}{v_x t} \Rightarrow y = \frac{v_y}{v_x} \cdot x$$

ZASADA SKŁADANIA RUCHÓW

→ ruch może być przedstawiony (zrzutowany) na osiach współrzędnych

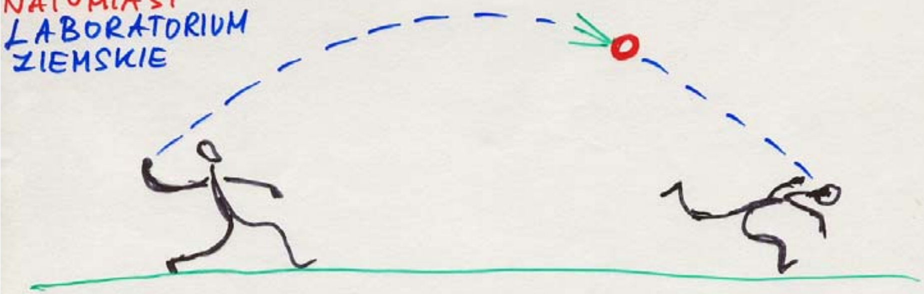
→ ruchy składowe wiąże ten sam czas

Mamy świadomość, że w ruchu

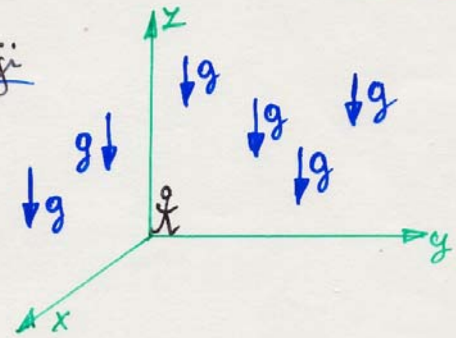
(1) prostoliniowym: $\vec{v} \parallel \vec{s}$ i $\vec{a} \parallel \vec{s}$

(2) jednostajnym po okręgu: $|\vec{v}| = const$ $\vec{a}_n \perp \vec{v}$

NATOMIAST
LABORATORIUM
ZIEMSKIE

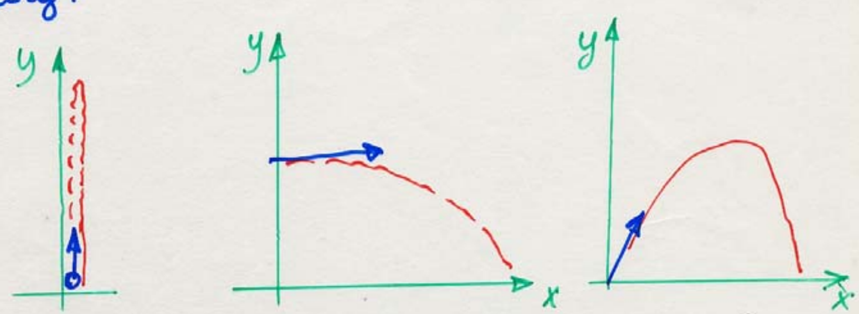


pole grawitacji



$g = 9{,}81 \frac{m}{s^2}$

Rzuty:

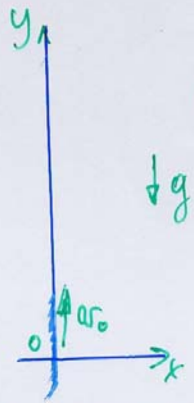


PIONOWY POZIOMY UKOŚNY

Kinematyka_17

RZUT DO GÓRY I SPADEK SWOBODNY

$$\boxed{\begin{aligned} s(t) &= \pm s_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2} \\ v(t) &= \pm v_0 \pm at \\ a(t) &= \pm a \end{aligned}}$$



równanie ruchu:

$\downarrow g$

$$y(t) = +v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_y(t) = +v_0 - gt$$

$$a_y(t) = -g$$

Zagadnienie:

Np: ile wynosi h_{max}

gdy: $y_h = h_{max}$

wtedy $v_y = 0$

zapisujemy: $0 = +v_0 - g t_h$

t_h – czas osiągnięcia h_{max}

$$t_h = \frac{v_0}{g}$$

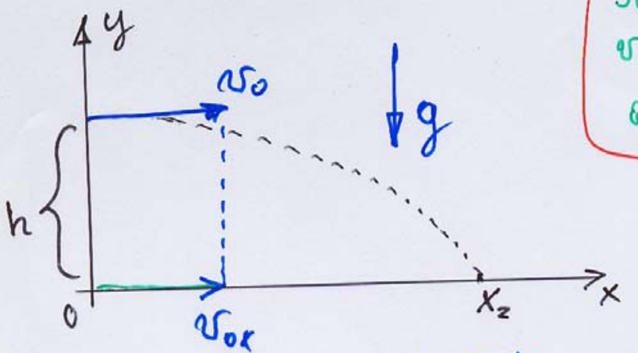
$$h_{max} = y_h = v_0 t_h - \frac{g t_h^2}{2}$$

$$h_{max} = v_0 \frac{v_0}{g} - \frac{g}{2} \frac{v_0^2}{g^2}$$

$$h_{max} = \frac{v_0^2}{2g} \qquad \left[\frac{\frac{m^2}{s^2}}{\frac{m}{s^2}}\right] \Rightarrow [m]$$

Kinematyka_18

RZUT POZIOMY



$$\boxed{\begin{aligned} s(t) &= \pm s_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2} \\ v(t) &= \pm v_0 \pm at \\ a(t) &= \pm a \end{aligned}}$$

$(|v_{0x}| = |v_0|)$

wykorzystując rzutowanie możemy napisać równania ruchu

$x(t) = +v_0 t$	$\frac{dx}{dt} = v_x(t) = +v_{0x}$	$\frac{d^2x}{dt^2} = a_x = 0$
$y(t) = h - \frac{gt^2}{2}$	$\frac{dy}{dt} = v_y(t) = -gt$	$\frac{d^2y}{dt^2} = a_y = -g$

Przykład:

znaleźć X_z (zasięg)

z równań ruchu:

$$x(t) = v_0 \cdot t \quad \Rightarrow \quad x_z = v_0 \cdot t_L$$

t_L – czas lotu

szukamy t_L czas lotu t_L upływa w chwili gdy $y = 0$

$$y(t) = h - \frac{gt^2}{2}$$

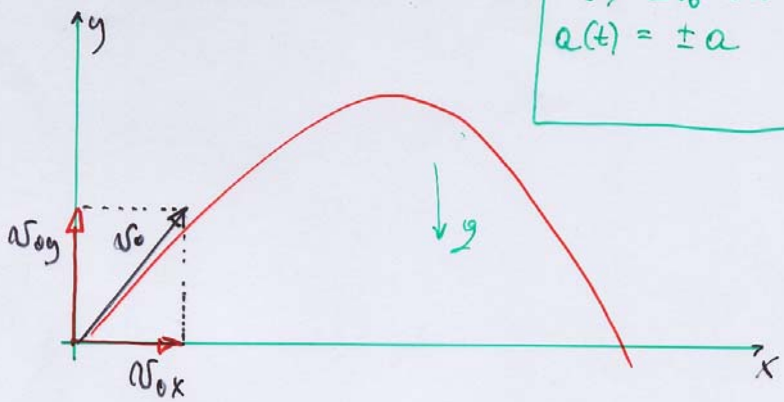
$$0 = h - \frac{g t_L^2}{2} \quad \Rightarrow \quad t_L = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$x_z = v_0 \cdot t_L = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Kinematyka_19

RZUT UKOŚNY

$$s(t) = \pm s_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$
$$v(t) = \pm v_0 \pm at$$
$$a(t) = \pm a$$



$$\begin{cases} x(t) = v_{0x} t \\ y(t) = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v_x(t) = v_{0x} \\ \frac{dy}{dt} = v_y(t) = v_{0y} - gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dv_x}{dt} = a_x = 0 \\ \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{dv_y}{dt} = a_y = -g \end{cases}$$

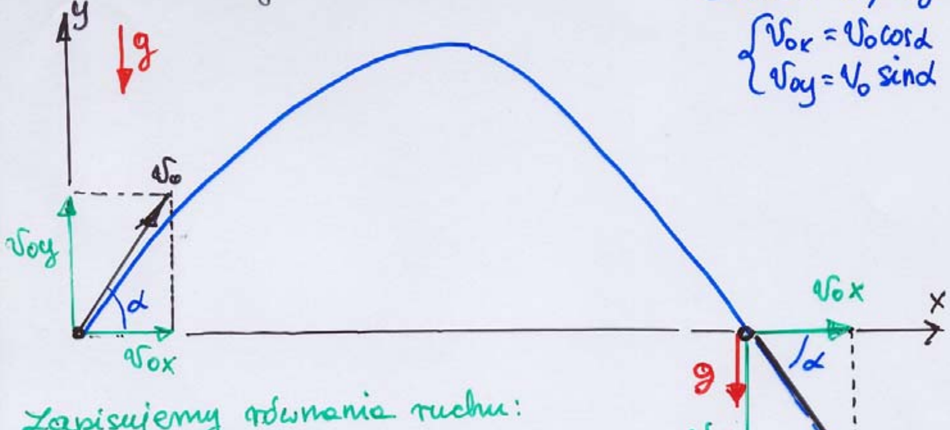
Kinematyka_20

RZUT UKOŚNY

PRZYKŁAD: Znaleźć parametry kinematyczne $(\vec{v}, \vec{a})$ w chwili upadku ciała rzuconego ukośnie

Dane: v_0, α, g

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos\alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin\alpha \end{cases}$$



Zapisujemy równania ruchu:

$$\begin{cases} x(t) = v_{0x} t \\ y(t) = v_{0y} t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} \\ v_y(t) = v_{0y} - g t \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

Szukamy odpowiedniego warunku przestrzenno-czasowego dla miejsca upadku

chwila upadku ÷ czas lotu t_L

↳ wtedy: $y = 0$

$t = t_L \qquad 0 = v_{0y} t_L - \frac{g t_L^2}{2}$

$0 = t_L \left(v_{0y} - \frac{g t_L^2}{2} \right)$ W chwili upadku.

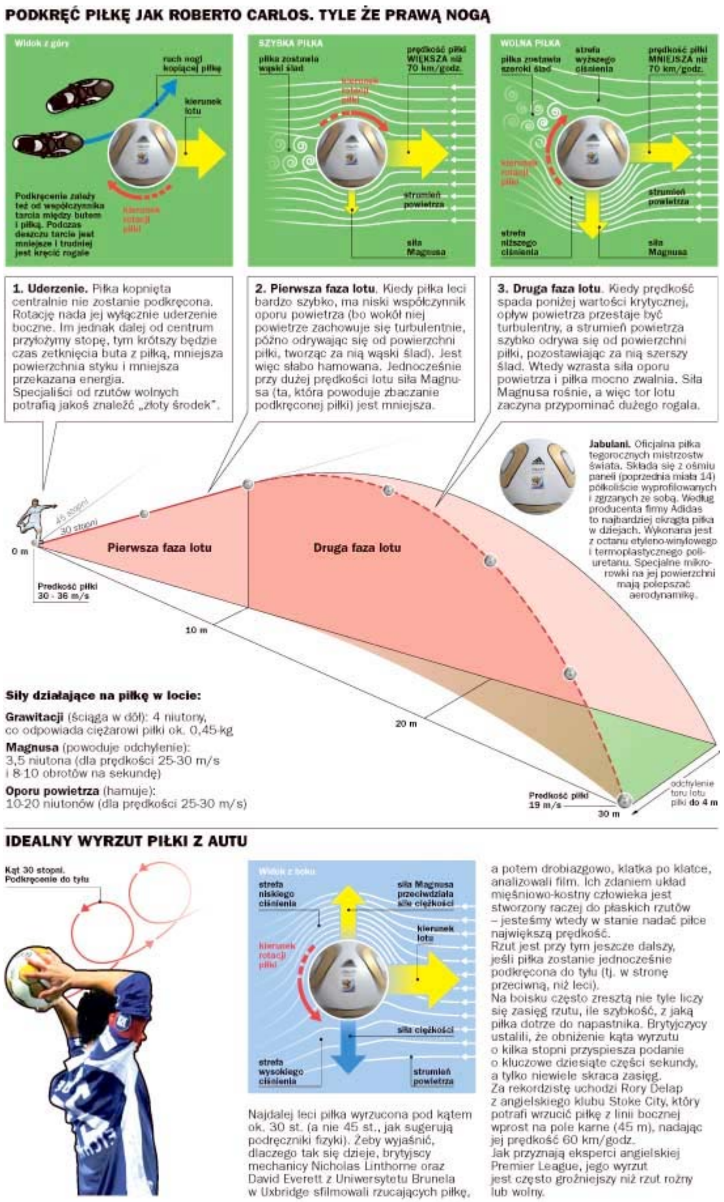
$(t_L' = 0) \qquad t_L = \frac{2 v_{0y}}{g}$

$$\begin{cases} v_{xu} = v_{0x} \\ v_{yu} = v_{0y} - g t_L = -v_{0y} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_{xu} = 0 \\ a_{yu} = -g \end{cases}$$

$$v_u^2 = v_{xu}^2 + v_{yu}^2$$

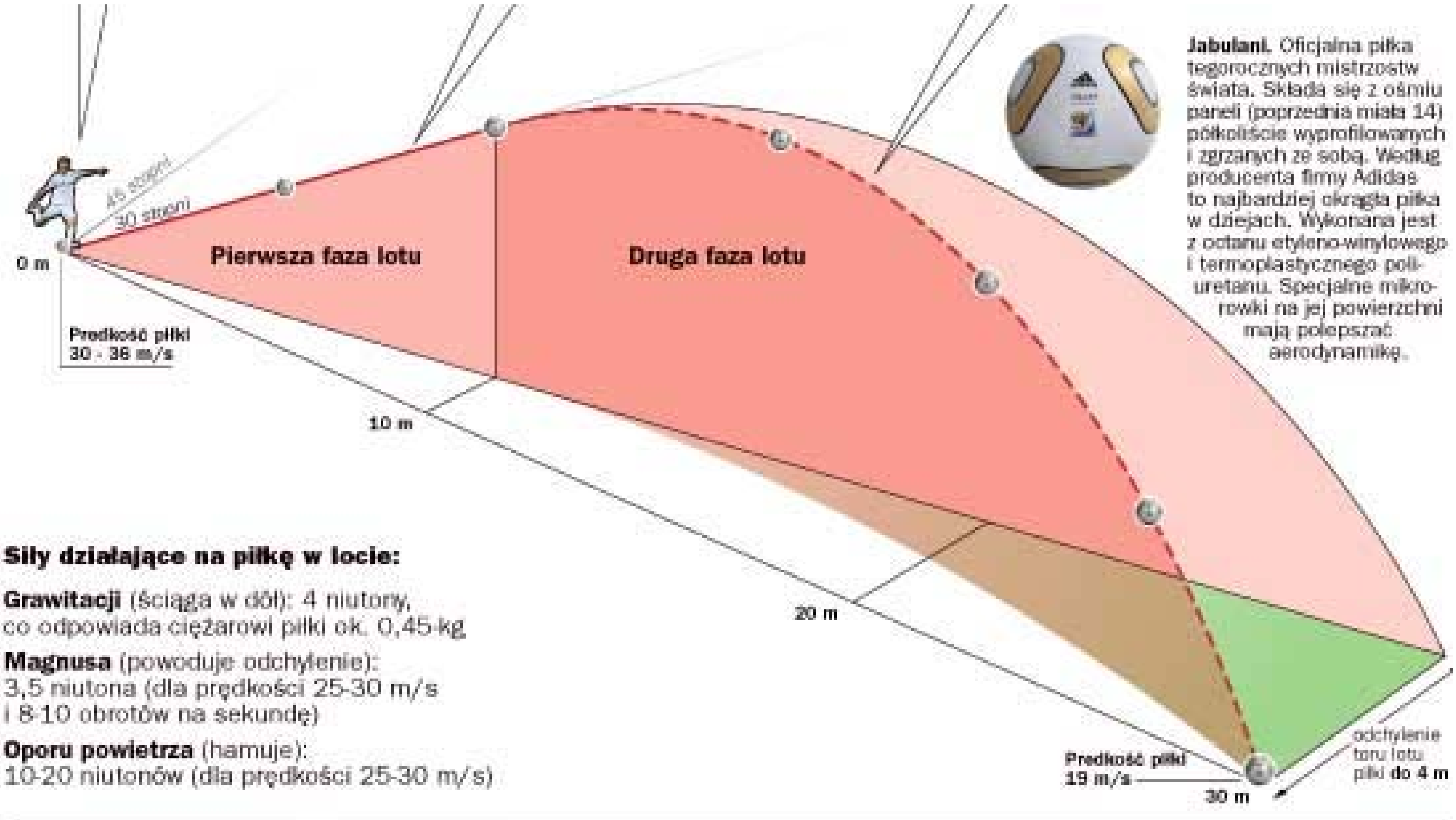
Fizyka kopania piłki



Rzut ukośny w warunkach rzeczywistych:

1. powietrze atmosferyczne – nie próżnia !
2. piłka nie jest punktem materialnym,
3. piłka kopana lub wyrzucana przez piłkarza - człowieka

Fizyka kopania piłki



Fizyka kopania piłki

PODKRĘĆ PIŁKĘ JAK ROBERTO CARLOS. TYLE ŻE PRAWĄ NOGĄ

1. Uderzenie. Piłka kopnięta centralnie nie zostanie podkręcona. Rotację nada jej wyłącznie uderzenie boczne. Im jednak dalej od centrum przyłożymy stopę, tym krótszy będzie czas zetknięcia buta z piłką, mniejsza powierzchnia styku i mniejsza przekazana energia.
Specjaliści od rzutów wolnych potrafią jakoś znaleźć „złoty środek".

2. Pierwsza faza lotu. Kiedy piłka leci bardzo szybko, ma niski współczynnik oporu powietrza (bo wokół niej powietrze zachowuje się turbulentnie, późno odrywając się od powierzchni piłki, tworząc za nią wąski ślad). Jest więc słabo hamowana. Jednocześnie przy dużej prędkości lotu siła Magnusa (ta, która powoduje zbaczanie podkręconej piłki) jest mniejsza.

3. Druga faza lotu. Kiedy prędkość spada poniżej wartości krytycznej, opływ powietrza przestaje być turbulentny, a strumień powietrza szybko odrywa się od powierzchni piłki, pozostawiając za nią szerszy ślad. Wtedy wzrasta siła oporu powietrza i piłka mocno zwalnia. Siła Magnusa rośnie, a więc tor lotu zaczyna przypominać dużego rogala.

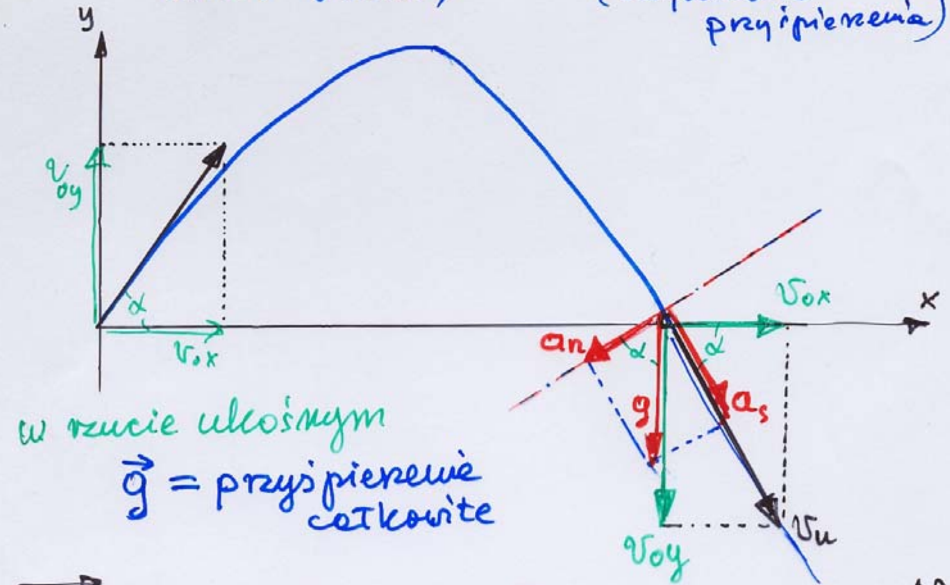
Fizyka kopania piłki

IDEALNY WYRZUT PIŁKI Z AUTU

Najdalej leci piłka wyrzucona pod kątem ok. 30 st. (a nie 45 st., jak sugerują podręczniki fizyki). Żeby wyjaśnić, dlaczego tak się dzieje, brytyjscy mechanicy Nicholas Linthorne oraz David Everett z Uniwersytetu Brunela w Uxbridge sfilmowali rzucających piłkę, a potem drobiazgowo, klatka po klatce, analizowali film. Ich zdaniem układ mięśniowo-kostny człowieka jest stworzony raczej do płaskich rzutów – jesteśmy wtedy w stanie nadać piłce największą prędkość.
Rzut jest przy tym jeszcze dalszy, jeśli piłka zostanie jednocześnie podkręcona do tyłu (tj. w stronę przeciwną, niż leci).
Na boisku często zresztą nie tyle liczy się zasięg rzutu, ile szybkość, z jaką piłka dotrze do napastnika. Brytyjczycy ustalili, że obniżenie kąta wyrzutu o kilka stopni przyspiesza podanie o kluczowe dziesiąte części sekundy, a tylko niewiele skraca zasięg.
Za rekordzistę uchodzi Rory Delap z angielskiego klubu Stoke City, który potrafi wrzucić piłkę z linii bocznej wprost na pole karne (45 m), nadając jej prędkość 60 km/godz.
Jak przyznają eksperci angielskiej Premier League, jego wyrzut jest często groźniejszy niż rzut rożny lub wolny.

Kinematyka_21

RZUT UKOŚNY (zagadnienie przyspieszenia)



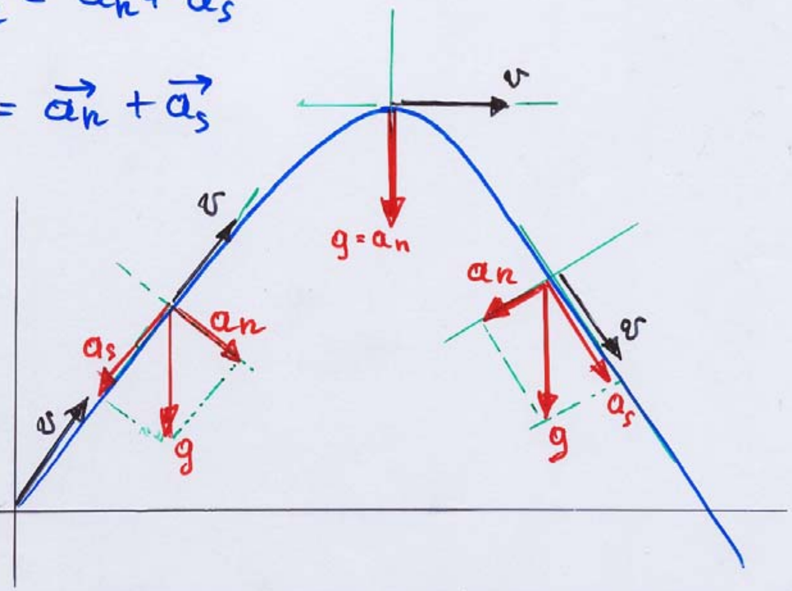
w rzucie ukośnym

$\vec{g}$ = przyspieszenie całkowite

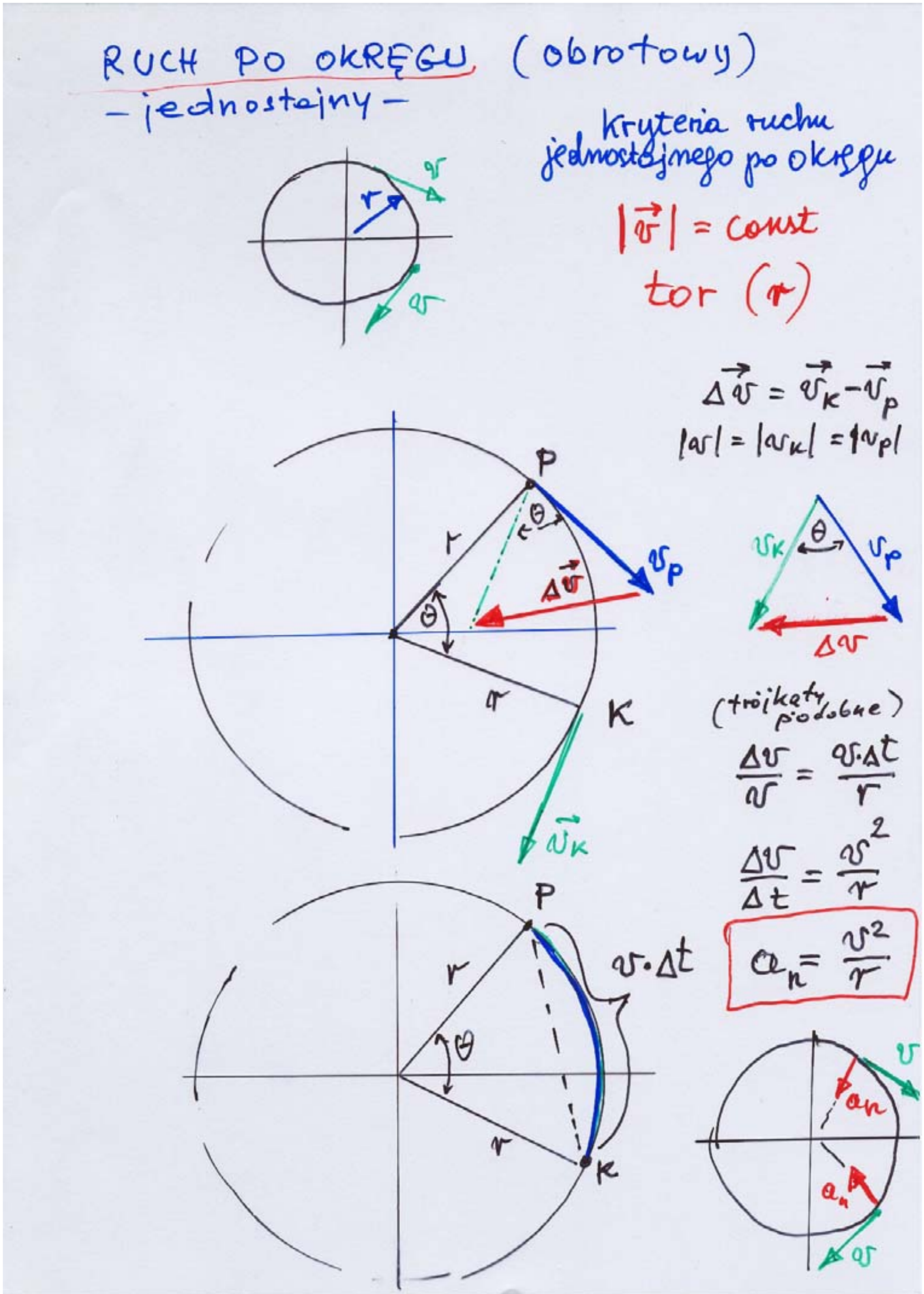
$\vec{a}_{\text{całkowite}} = \vec{a}_{\text{normalne}} + \vec{a}_{\text{styczne}}$ (suma wektorów!)

$$\vec{a}_c = \vec{a}_n + \vec{a}_s$$

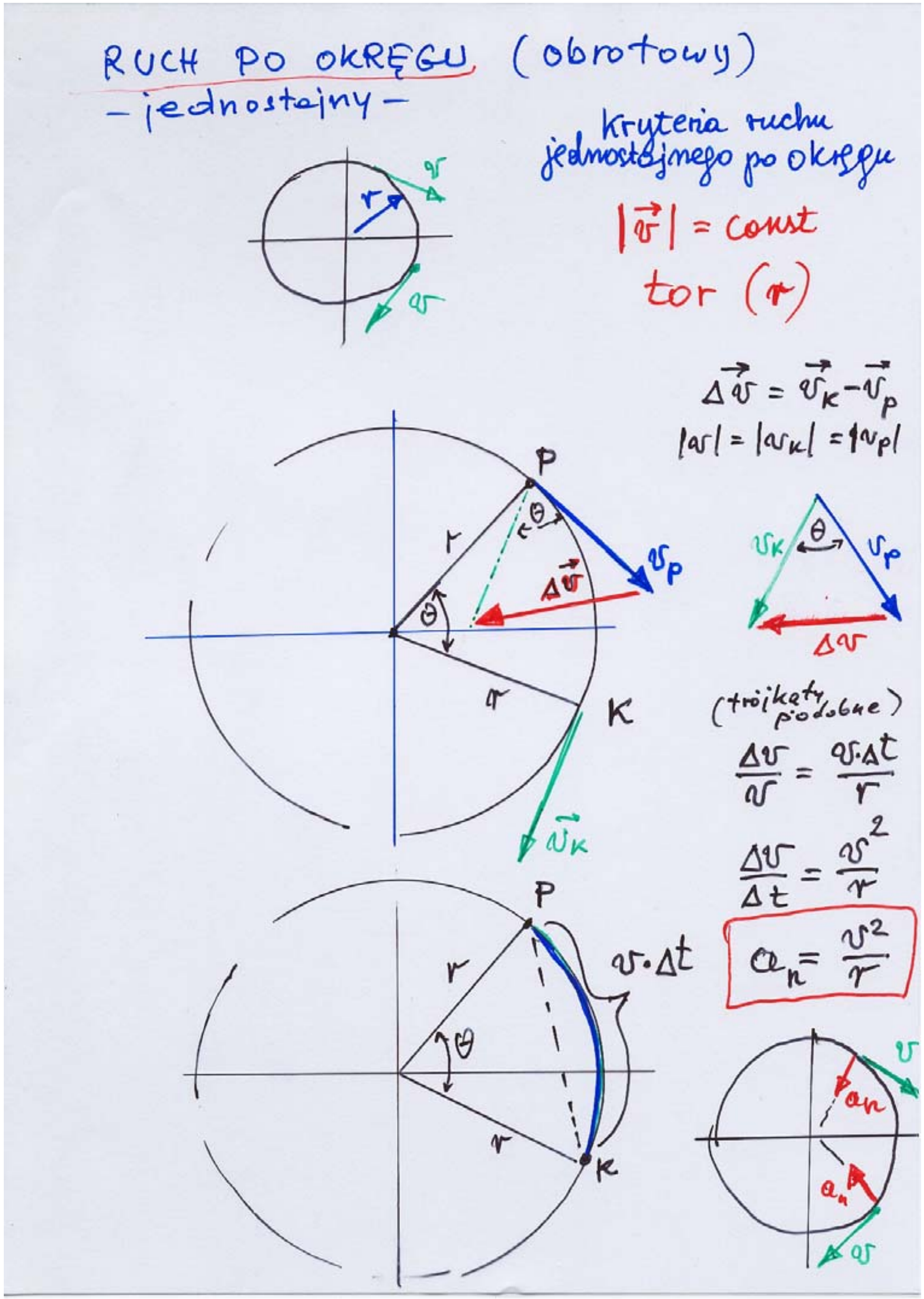
$$\vec{g} = \vec{a}_n + \vec{a}_s$$



Kinematyka_22



Kinematyka_23



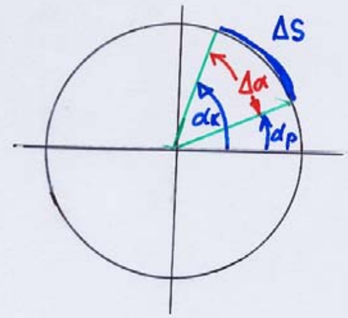
Kinematyka_24

KINEMATYCZNE WIELKOŚCI KĄTOWE

Prędkość kątowa (wektor!)

$$\omega_{śr} \overset{df}{=} \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{\alpha_p - \alpha_k}{t_k - t_p}$$

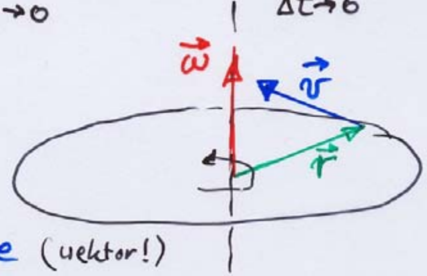
$$\omega \overset{df}{=} \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{d\alpha}{dt}$$



$$\Delta\alpha = \frac{\Delta s}{r}$$

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \left[\frac{1}{r}\left(\frac{\Delta s}{\Delta t}\right)\right] = \frac{1}{r} \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v}{r}$$

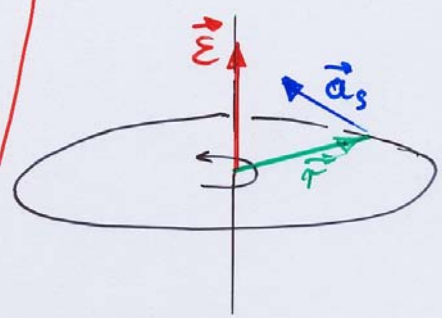
$$\boxed{\vec{\omega} \times \vec{r} = \vec{v}}$$



Przyśpieszenie kątowe (wektor!)

$$\varepsilon_{śr} \overset{df}{=} \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\varepsilon \overset{df}{=} \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt}$$



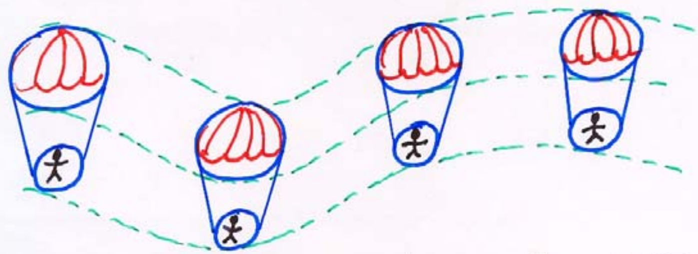
$$\boxed{\vec{\varepsilon} \times \vec{r} = \vec{a}_s}$$

Kinematyka_25

PRZYBLIŻENIE BRYŁY SZTYWNEJ

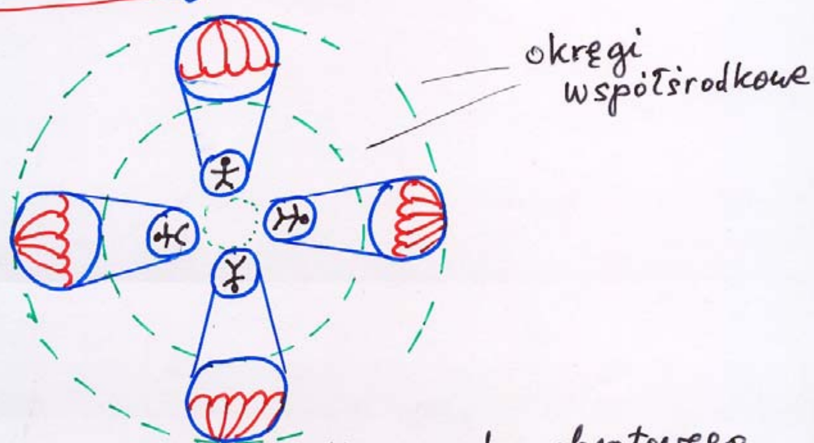
Bryła sztywna jest zbiorem wielkiej liczby punktów materialnych znajdujących się w stałych odległościach wzajemnych

Ruch postępowy bryły



Kinematyczna analiza ruchu postępowego bryły sprowadza się do analizy ruchu jednego, wybranego punktu materialnego bryły

Ruch obrotowy bryły



Kinematyczna analiza ruchu obrotowego wymaga wprowadzenia kinematycznych wielkości kątowych

Metoda naukowa

HOMO SAPIENS – METODA NAUKOWA

– MATEMATYKA JĘZYKIEM NAUKI

– METODA NAUKOWA (XVI wiek)

1. Rozpoznanie problemu
2. Postawienie pytania – hipotezy
3. Przewidywanie konsekwencji danej hipotezy
4. Wykonanie eksperymentów potwierdzających przewidywanie
5. Sformułowanie reguły

Iluminacji:

hipoteza – przewidywanie – eksperyment

FAKT – sprawdzalny

TEORIA – wyjaśnia fakty

Hipoteza staje się PRAWEM – ZASADĄ !!!

Po co Fizyka?

Szukasz drogi w lesie za pomocą GPS?
Wieszasz obraz i używasz przy tym
poziomicy laserowej? Robisz kserokopie?
Podziękuj Einsteinowi

Philip Yam

EINSTEIN NA SPRZEDAŻ: idee wielkiego fizyka znajdują dziś praktyczne zastosowanie w bateriach słonecznych, urządzeniach GPS i kamerach cyfrowych, a także w laserach, które możemy znaleźć we wskaźnikach, poziomicach i odtwarzaczach DVD.