



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



TECHNIKI KOSMICZNE I SATELITARNE

Wykład 1

Edmund Wittbrodt

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa

Gdańsk, 21 maja 2021 rok



**KASZUBSKI
UNIwersytet
LUDOWY**

HEVELIANUM

Projekt

Politechnika Wielu Pokoleń
POWR.03.01.00-00-T062/18

Zagadnienia

Kosmos

Przestrzeń

Czas

Grawitacja

Prędkości kosmiczne



Zdjęcie testowe jednej z kamer na sondzie teleskopu TESS. Na obrazie widocznych jest ponad 200 000 gwiazd w okolicy gwiazdozbioru Centaura na niebie południowym



- Warson F. & others: *Kosmos – galaktyki, planety, gwiazdy, gwiazdozbiory, odkrywanie kosmosu*. Tandem Verlag GmbH, Poczdam 2008
- Kurylczyk J.R., *Czas*. Słupsk 2015 (materiały nieopublikowane)
- Schaub H. and Junkins J.L.: *ANALYTICAL MECHANICS of AEROSPACE SYSTEMS*, January 1, 2002
- Howard C.: *Orbital Mechanics for Engineering Students*. Elsevier Aerospace Engineering Series. Copyright 2005, Howard D. Curtis
- Wittbrodt E., Sawiak S.: *Mechanika ogólna. Teoria i zadania*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2020 (wyd. VII)

Kosmos w astronomii (Wszechświat)

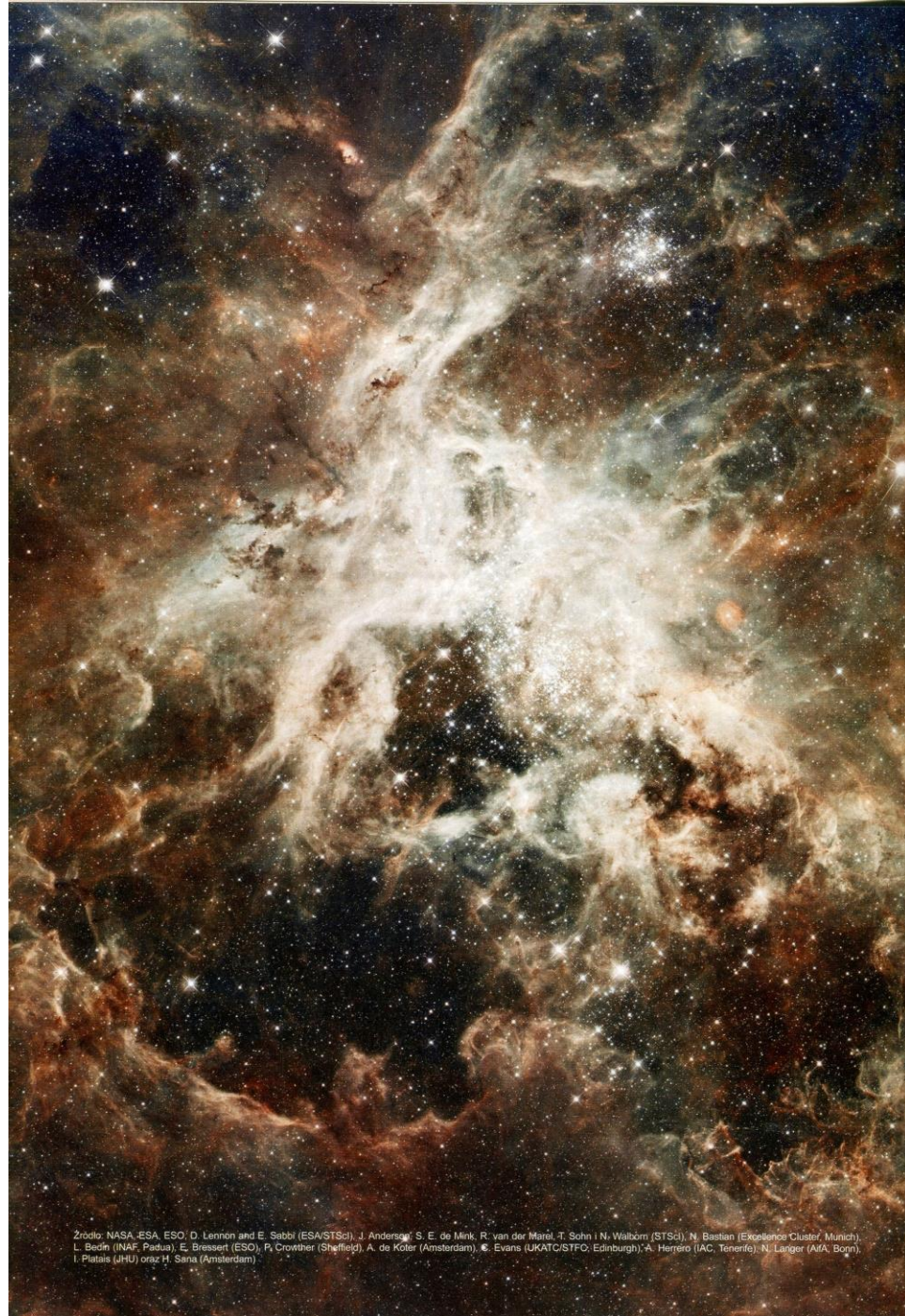
Wszechświat zwykle jest definiowany jako wszystko, co istnieje, wszystko, co istniało, i wszystko, co będzie istnieć. Według naszego obecnego rozumienia Wszechświat składa się z trzech części

składowych: [czasoprzestrzeni](#), form [energii](#) (w tym [promieniowania elektromagnetycznego](#) i [materii](#)) oraz [praw fizyki](#), które się do nich odnoszą.

Wszechświat obejmuje całe życie i historię; niektórzy filozofowie i naukowcy sugerują również, że obejmuje również idee, takie jak matematyka.

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Wszech%C5%9Bwiat>

Mgławica Tarantula (30 Doradus) w obiektywie Kosmicznego teleskopu Hubble'a. Obraz stanowi mozaikę z 30 sfotografowanych pól. Przy jej tworzeniu wykorzystano również dane z naziemnego 2,2-m teleskopu w Obserwatorium La Silla w Chile. Kolor czerwony wskazuje obecność wodoru a niebieski – tlenu

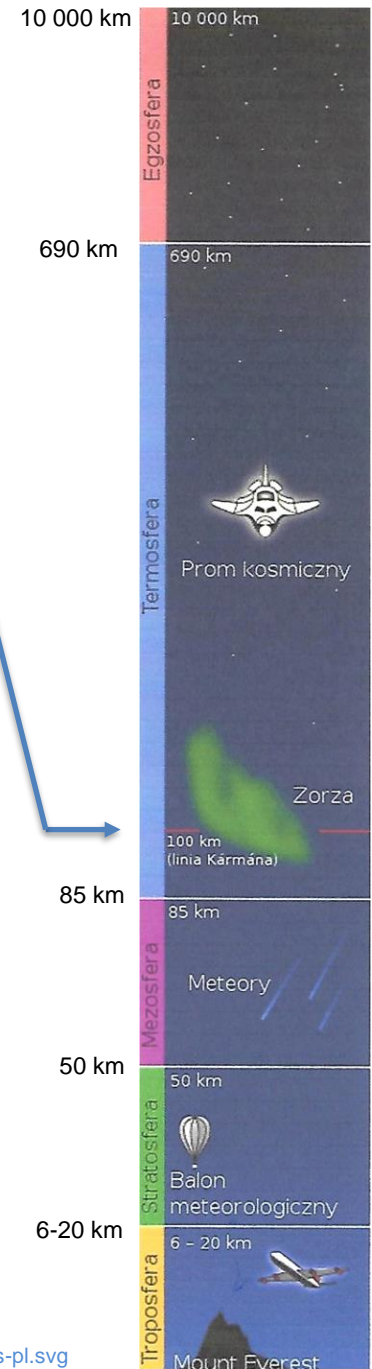


Źródło: NASA, ESA, ESO, D. Lennin and E. Sabbi (ESA/STScI), J. Anderson, S. E. de Mink, R. van der Marck, T. Schn i N. Walborn (STScI), N. Bastian (Exoplanet Cluster, Munich), L. Biedt (INAF, Padua), E. Brasseur (ESO), R. Crowther (Sheffield), A. de Koter (Amsterdam), © Evans (UKATC/STFC, Edinburgh), A. Herrero (IAC, Tenerife), N. Langer (A&A, Bonn), I. Platais (JHU) oraz H. Sana (Amsterdam)

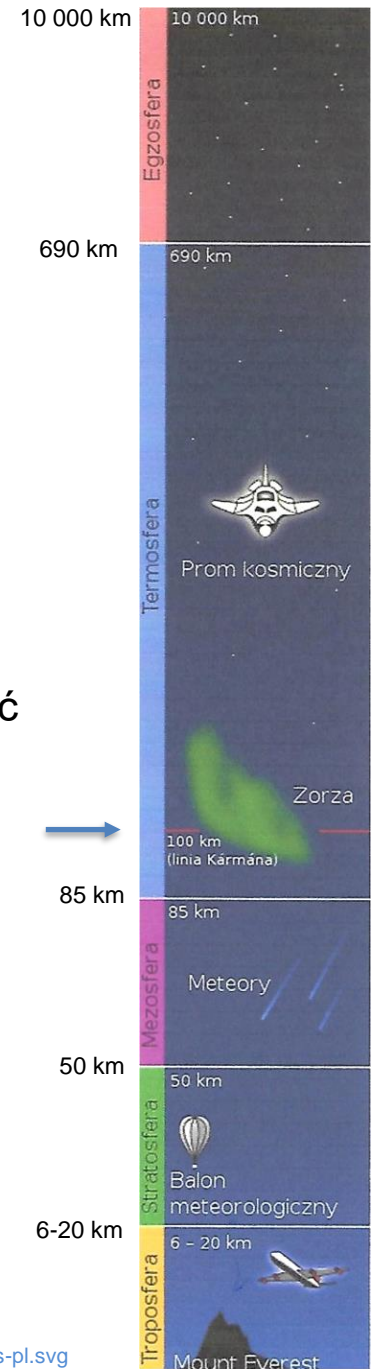
Przestrzeń kosmiczna – [przestrzeń](#) poza obszarem ciał niebieskich. Za granicę pomiędzy [ziemską atmosferą](#) a przestrzenią kosmiczną przyjmuje się wysokość 100 km nad powierzchnią [Ziemi](#), gdzie przebiega umowna [linia Kármána](#). Ściśle wytyczonej granicy między przestrzenią powietrzną a przestrzenią kosmiczną nie ma. Fizycy przyjmują 80–100 km.

Charakteryzuje się występowaniem wysokiej [próżni](#), co uniemożliwia rozchodzenie się w niej [fal dźwiękowych](#) oraz ogranicza [wymianę cieplną](#) do [promieniowania cieplnego](#). Przestrzeń kosmiczną przenika ze wszystkich stron [promieniowanie kosmiczne](#), w tym niebezpieczne dla życia promieniowanie jonizujące – [fale elektromagnetyczne](#) w zakresie [promieniowania rentgenowskiego](#) i [promieniowania gamma](#) oraz wysokoenergetyczne naładowane cząstki. W przestrzeni kosmicznej, w okolicach orbity Ziemi, ciała wystawione na bezpośrednie działanie promieni słonecznych rozgrzewają się do [temperatury](#) przekraczającej 100 °C, natomiast pozostające w [cieniu](#) oziębiają się nawet poniżej –180 °C.

W naszym najbliższym otoczeniu przestrzeń kosmiczna to [heliosfera](#), wypełniona przez [wiatr słoneczny](#), która na granicy [Układu Słonecznego](#), po przekroczeniu [heliopauzy](#) przechodzi w [ośrodek międzygwiazdowy](#), a dalej w [ośrodek międzygalaktyczny](#).



[Linia Kármána](#) została zdefiniowana jako wysokość, na której prędkość wymagana żeby siła nośna (zasada wykorzystywana w działaniu samolotu) równoważyła siłę ciężkości (von Kármán Th., Edson L. (1967) *The Wind and Beyond*, p. 343). Jest ona większa od prędkości orbitalnej. Bardzo ciekawa dyskusja (sugerująca wysokość 80 km) została przedstawiona w artykule: McDowell, J. C. (2018) *The Edge of space: Revisiting the Karman Line*, *Acta Astronautica*, 151, 668-677.



Nasze marzenia

Ciekawość, jakość życia, zasoby, ...

Fundamentalne znaczenie dla ludzkości ma jakość życia na Ziemi i coraz bardziej w całym Wszechświecie. Dotyczy to zdrowia, środowiska, energii, klimatu, medycyny, genetyki, edukacji, inżynierii, etyki, filozofii i relacji społecznych. Coraz dalej idące marzenia i wyobrażenia ludzi, rozbudzone poprzez literaturę, a wspierane kreatywnością i osiągnięciami techniki oraz medycyny stają się rzeczywistością. Dobrym tego przykładem jest lot *Franky'iego Zapaty* nad Kanałem La Manche („latający dywan”). Korzystanie z możliwości, jakie dale nam kosmos było kiedyś także naszym marzeniem, a dziś jest w dużym stopniu rzeczywistością. Mamy marzenia o podróżach kosmicznych, a może też teleportacji?

Wyzwania

Temperatura (od 0 K do 5718 K na powierzchni Słońca, a w jego koronie nawet do 2 mln K !!!)

Ciśnienie

Próżnia

Promieniowanie, pogoda kosmiczna

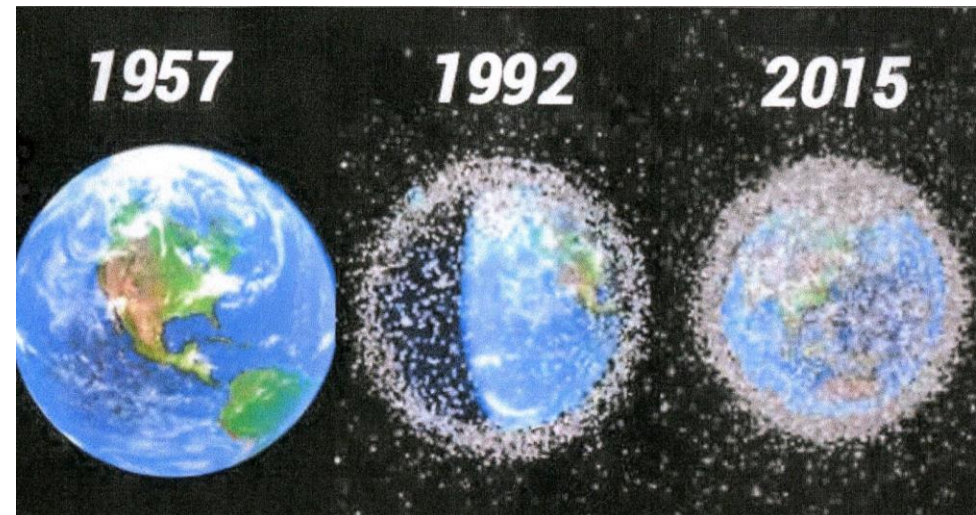
Śmieci kosmiczne

Drgania

Mikrogravitacja

Polska (POLSA) jest członkiem sieci EU-SSA, polskie teleskopy śledzą takie śmieci kosmiczne

<https://www.space24.pl/na-strazy-orbitalnego-ladu-i-porzadku-pak-o-narodowym-wkladzie-w-ochrone-aktywnosci-kosmicznej>



Wpływ warunków w przestrzeni kosmicznej na organizmy żywe

Przeciążenie (obciążenie części ciała, redystrybucja przepływu krwi, pogorszenie koordynacji wzrokowo-motorycznej)

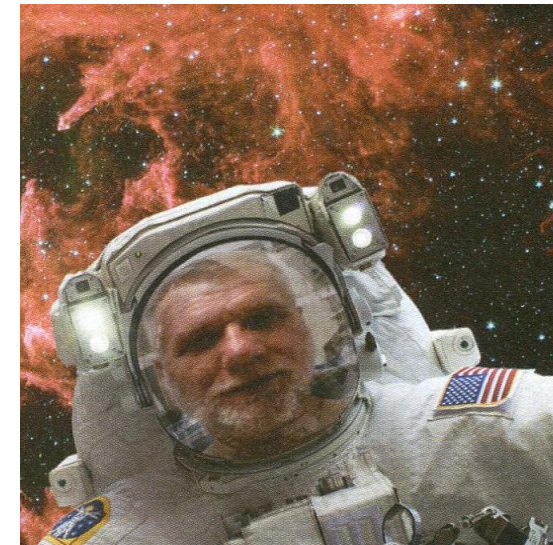
Nieważkość (napływ krwi do głowy i klatki piersiowej, trudności z oddychaniem, spowolniony przyrost kości, łyzy nie chcą spływać a przed oczami pojawiają się błyski światła, serce kurczy się i słabnie, zawroty głowy i nudności, wiotczenie mięśni)

Próżnia (całkowita utrata tlenu z organizmu, a co za tym idzie ustanie akcji serca. Człowiek nie zamarza gwałtownie, nie zagotowuje mu się krew ani nie wybucha)

Adaptacyjność (wielokrotna zmiana grawitacji)

Chronobiologia (rytm biologiczny i astronomiczny)

Psychologia człowieka (samotność, oddalenie)



Status prawny przestrzeni kosmicznej

[Układ o zakazie prób broni nuklearnej w atmosferze, w przestrzeni kosmicznej i pod wodą](#) zabrania jakichkolwiek eksplozji jądrowych w wymienionych środowiskach.

[Traktat o przestrzeni kosmicznej](#) stanowi, że przestrzeń kosmiczna wraz z wszelkimi znajdującymi się w niej [ciałami niebieskimi](#) nie może być zawłaszczana przez [państwa](#) i jest otwarta dla badań i użytkowania na równych zasadach przez wszystkie kraje. Do przestrzeni kosmicznej nie wolno wprowadzać jakichkolwiek obiektów przenoszących [broń masowego rażenia](#). Każdy obiekt wyniesiony w przestrzeń kosmiczną ma przynależność państwa, w którym jest zarejestrowany i na jego pokładzie obowiązuje prawo tego państwa. Jednocześnie [kosmonautów](#) uważa się za wysłanników całej ludzkości i w razie potrzeby każde państwo powinno udzielić im pomocy.

Aspektami prawnymi przestrzeni kosmicznej zajmują się między innymi prawnicy Uniwersytetu Gdańskiego (prof. Zdzisław Brodecki, prof. Adam Wiśniewski, prof. Maciej Nyka oraz współpracujący z nimi: dr Katarzyna Malinowska, prof. Elżbieta Mreńda, prof. Małgorzata Polkowska, dr hab. Piotr Zientarski).

Technologie kosmiczne i satelitarne

Jednym z obszarów współpracy naszego środowiska, rozpoczętym kilka lat temu, są sprawy związane z wykorzystaniem Kosmosu oraz technologii kosmicznych i satelitarnych. Kosmos był kiedyś naszym marzeniem, a dziś jest rzeczywistością. Ma ogromne znaczenie dla ludzkości. **Nie wyobrażamy sobie naszej codzienności bez telekomunikacji, nawigacji, bezpieczeństwa na lądzie i morzu, obserwacji i monitorowania procesów zachodzących na Ziemi, korzystania z innowacyjnych technologii stosowanych w tym obszarze, badania naukowych i obserwacji Ziemi oraz Kosmosu. Degradacja naszego środowiska i zmiany klimatu są bardziej widoczne z przestrzeni kosmicznej. Prowadzone są badania związane z górnictwem kosmicznym. Kosmos wykorzystywany jest dla celów pokojowych, ale również militarnych. W USA powołano ostatnio wojska kosmiczne. Aktywne uczestnictwo Polski w tym innowacyjnym sektorze ma ogromne znaczenie dla naszej gospodarki.**

W przestrzeni kosmicznej krąży około **30 tys. obiektów** o wymiarze powyżej 10 cm, z tego **16 tys. w pobliżu Ziemi.**

Wokół Ziemi krąży około **6 tys. satelitów**, z tego tylko 40% jest aktywnych. Co roku przybywa **400 nowych**, w tym współpracujące ze sobą całe roje satelitów. W 2016 roku firma *Space X* wystąpiła do *Federal Communications Commission* o uzyskanie zgody na umieszczenie na orbicie megakonstelacji *Starlink* składającej się z **12 tys. satelitów** (uzyskała już zgodę na 4425). W przestrzeni kosmicznej **dryfują setki tysięcy części satelitów i rakiet**. Ogromne jest ryzyko kolizji oraz zakłóceń fal przekazywanych przez satelity, co grozi między innymi zaburzeniami w telekomunikacji, nawigacji, czy prowadzeniu akcji ratunkowych na Ziemi.

Ważna jest więc współpraca w sprawach dotyczących regulacji prawnych związanych z dostępem do przestrzeni kosmicznej, jej zarządzania i pokojowego wykorzystania, usuwania śmieci kosmicznych, bezpieczeństwa, ubezpieczeń, wykorzystania sygnałów w oceanografii i oceanologii, pozyskiwania bogactw i surowców, a nawet podróży między kontynentalnych.

Cztery lata temu uruchomiliśmy **międzyuczelniany kierunek studiów Technologie kosmiczne i satelitarne**, do którego w minionym roku dołączył Uniwersytet Gdański. Łączone są na nim sprawy inżynierii, nawigacji, bezpieczeństwa, a także prawa, zarządzania, oceanografii i oceanologii. Studenci tego kierunku już odnoszą sukcesy w skali europejskiej, realizując swoje pomysły wygrywając konkursy organizowane przez Europejską Agencję Kosmiczną.

Powołana została także **Komisja Nauk Kosmicznych PAN oddział w Gdańsku**, w której zaangażowani są przedstawiciele wszystkich naszych uczelni. Na wrześniowym posiedzeniu tej komisji, obok zespołów do spraw technologii, prawa i zarządzania, bezpieczeństwa i morza, powołany został zespół zajmujący się sprawami medycznymi. Polski Klaster Morski przekształcony został w **Bałtycki Klaster Morski i Kosmiczny**.
Dziś horyzont łączy a nie dzieli – łączy morze z przestrzenią powietrzną”.

Przestrzeń, czas i prędkość są ze sobą powiązane

Odległość we Wszechświecie mierzy się najczęściej w latach świetlnych (czas potrzebny do przebycia określonej odległości z prędkością światła, która jest stała).

Czas – wg wikipedii: „*wielkość fizyczna określająca kolejność oraz odstępy między zdarzeniami zachodzącymi w tym samym miejscu*”

wg Encyklopedii PWN – **czas**, gr. **aión** [‘trwanie’] lub **chrónos** [‘następstwo’], *kolejność występowania po sobie zjawisk i zdarzeń, stanowiąca przedmiot badań [chronologii](#)*;

w filozofii — miara zmiany, następstwo zdarzeń; forma bytu materii; analogiczny do przestrzeni sposób, w jaki są postrzegane zdarzenia; także okres, epoka (często w liczbie mnogiej, np. czasy heroiczne, czasy nowożytne); w naukach historycznych — miara trwania życia oraz działalności jednostek i społeczeństw (chronologia historyczna, kalendarz); w psychologii — przeżycie trwania zdarzeń oraz ich przemijania; w religii — aktualizacja pełni istnienia, nieskończoności, nieśmiertelności (kairos, eschatologia, zbawienie) odmienna od wieczności.

W filozofii nie ma jednej i jednoznacznej definicji czasu. **Starożytna filozofia** grecka przeciwstawiała świat stający się — światem w sobie (ponadczasowemu i niezmiennemu); dla **Arystotelesa** czas jest właściwością bytu i stanowi jedną z kategorii przypadłości; w **tomizmie** materia istnieje w czasie, byty duchowe w wieczności a Bóg, identyczny ze swą istotą, zwie się wiekuistością; dla I. **Kanta** czas jest czystą formą naoczności, warunkuje spostrzeganie zjawisk; od Kanta przez J. **Fichtego**, G.W.F. **Hegla** po M. **Heideggera** filozofia refleksyjnie łączy czas z podmiotowym doświadczeniem (świadomością) człowieka; wg Heideggera „bycie czasuje”, tj. wypływa z czasu; w marksizmie czas stanowi nieodłączny atrybut materii. W historii nauki i filozofii znany jest spór o charakter czasu: absolutny, bez względu na jakikolwiek układ odniesienia i niezależny od przebiegu zjawisk (I. **Newton**), czy względny, zależny od danego układu odniesienia, przy czym zjawiska pozostają ze sobą w różnych stosunkach czasoprzestrzennych (G.W. **Leibniz**, E. **Mach**, H. **Poincaré**, A. **Einstein**). U podstaw określenia pojęcia czasu leży pojęcie stosunku równości trwania (równoczesności) procesów lub okresów czasu. Współcześnie odrzuca się stanowisko absolutystyczne i mówi się o równoczesności względem jakiegoś układu odniesienia.

Kalendarz kosmiczny (1 rok \equiv 13,7 mld lat)

1 stycznia **Wielki Wybuch** (początek Wszechświata)



Źródło: Warson F. & others: *Kosmos – galaktyki, planety, gwiazdy, gwiazdozbiory, odkrywanie kosmosu*. Tandem Verlag GmbH, Poczdam 2008

9 września Tworzy się nasz układ słoneczny
 13 września Powstanie Ziemi i Księżyca
 20 września Pierwsze formy życia

26 grudnia Pierwsze ssaki (ptaki, rośliny kwitnące)
 31 grudnia **Pierwszy Homo Sapiens** →

godz.	23.59.50.5	budowa piramid (2520 r. p.n.e.)
	23.59.54.2	narodziny Buddy (558 r. p.n.e.)
	23.59.55.8	narodziny Jezusa (6 r. p.n.e.)
	23.59.56.0	upadek Rzymu (476 r. n.e.)
	23.59.56.2	narodziny Mahometa (567 r. n.e.)
	23.59.58.9	odkrycie Ameryki (1492 r. n.e.)
	23.59.59.8	zakończenie II Wojny Światowej (1945 r. n.e.)
	23.59.59.9	lądowanie na Księżycu (1969 r. n.e.)
	24.00.00.0	dziś

CzasSekunda, minuta, godzinaDoba

24 godziny = 1440 minut = 86.400 sekund

1 pełny obrót Ziemi wokół własnej osi

Prędkość punktu na równiku wynosi 500 m/s (1800 km/godz.)

Rok

podziały na 12 i 60 wymyślili Sumerowie i Babilończycy

12 miesięcy lub 52 tygodnie, lub 365 dni, lub 8.760 godzin, lub 525.600

minut, lub 31.536.000 sekund

Ziemia wykonuje jeden pełen obrót wokół Słońca z prędkością 48 km/sek.
(173.000 km/godz.)

Wiek

100 lat = 3.153.600.000 sekund

Millennium

1000 lat = 3.153.600.000.000 sekund

Eon

1.000.000.000 lat (1 mld lat)

Epoka

era geologiczna, niewyobrażalnie długi okres czasu obrotu słońca (z planetami) wokół Centrum Galaktyki 220 mld lat (23 obroty z prędkością 720.000 km/godz. = 200 km/sek.)

Czas (zjawiska)

0,06 sek	rozbłysk pioruna
0,09	uderzenie serca myszy
0,33	mrugnięcie oka ludzkiego
1,0	uderzenie serca człowieka
1,2	droga światła z Ziemi na Księżyc
977	rekord świata na 100 m
15	przelot 100 km rakieta
497 (8,28 min)	droga światła ze Słońca na Ziemię
Rok świetlny	przelot światła z prędkością 300.000 km/sek. przez 1 rok, co odpowiada odległości 9.460.800.000.000 km
4 lata świetlne	odległość do najbliższej gwiazdy
Obrót Słońca wokół Centrum Galaktyki	220 mln lat
160 tyś. lat świetlnych	odległość do najbliższej innej galaktyki (Obłok Magellana)
13,7 mld lat świetlnych	koniec obecnych możliwości obserwacyjnych

Czas (kalendarz)

3761 r. p.n.e.	początek Kalendarza Żydowskiego
2637 r. p.n.e.	początek Kalendarza Chińskiego
0 r. n.e.	<u>początek Kalendarza Chrześcijańskiego</u>
79 r. n.e.	początek Kalendarza Hinduskiego
622 r. n.e.	początek Kalendarza Muzułmańskiego
1582 r. n.e.	początek Kalendarza Gregoriańskiego

Czas (postrzeganie) – czas postrzegamy pośrednio jako zmiany w otoczeniu

- biologiczny (narodziny, młodość, wiek dojrzały, starość, ...)
- psychiczny (czekamy, spieszmy się, ...)
- historyczny (starożytność, średniowiecze, ...)

Czas (pomiar czasu) – pomiar czasu w skali mniejszej niż doba

1500-1300 r. p.n.e.	Egipt, Chiny, Mezopotamia – używa się zegarów <u>słonecznych</u>
400 r. p.n.e.	Grecja – zegary <u>wodne</u>
X w. n.e. i XII w. n.e.	Anglia – wyskalowane <u>świece, klepsydry</u>
1325 r. n.e.	Norwich (Anglia) – <u>zegar mechaniczny</u> (z jedną wskazówką)
1335 r. n.e.	Mediolan (Włochy) – zegar, który <u>wybija godziny</u>
1350 r. n.e.	Wurzburg (Niemcy) – <u>budzik</u> (przetrwał do naszych czasów)
1364 r. n.e.	pierwsze zegary <u>montowane w prywatnych domach</u>
1386 r. n.e.	Salisbury (Anglia) – <u>na wieży katedry</u> zainstalowano zegar z dwiema wskazówkami (działa do dziś)
1462 r. n.e.	najstarszy opis zegara <u>dla pojedynczego człowieka</u>
1641 r. n.e.	zegar <u>wahadłowy</u> (Winzenzio Galilei)

Wykład 1

- 1657 r. n.e. Holandia – seryjna produkcja zegarów wahadłowych
- 1759 r. n.e. chronometr morski ze strzałką godzinową, minutową i sekundową (konieczny na morzu do wyznaczania pozycji)
- 1880 r. n.e. Niemcy – początek produkcji zegarków na rękę
- 1928 r. n.e. pierwszy zegarek kwarcowy
- 1949 r. n.e. pierwszy zegar atomowy (wykorzystujący rozpad promieniotwórczy pierwiastków)
- 1957 r. n.e. USA – zegarki na baterię
- 1970 r. n.e. pierwsze zegarki z wyświetlaczem ciekłokrystalicznym
- 1988 r. n.e. zegarki w telefonach komórkowych
- 2011 r.n.e. pierwszy na świecie zegar pulsarowy → uruchomiony w Gdańsku (dr inż. G. Szychliński)
- 2012 r. n.e. zegarki wszędzie (tel, rtv, itd.)



Zegar pulsarowy zlicza impulsy fal radiowych emitowanych z dużą regularnością okresu przez pulsary. Wykorzystuje pulsary o milisekundowym okresie emisji, co pozwala na zbudowanie stabilnie działających zegarów o dużej dokładności, jednak wymaga to skorygowania naturalnie występujących nieregularności emisji. Pierwszy taki zegar uruchomiono w Gdańsku w 2011, w momencie jego instalacji był to najdokładniejszy zegar na świecie oraz pierwszy, który rejestruje upływ czasu opierając się na źródle sygnałów spoza Ziemi.

Obecnie mamy zegary rejestrujące

10^{-15} sekundy = 0,000.000.000.000.001 sek.

Czas (jego odbiór, odczuwanie)

Pojedynczy człowiek	- lata
Rodzina	- dziesięciolecia
Naród	- stulecia
Cywilizacje	- tysiąclecia
Gatunek	- dziesiątki tysięcy lat
Planety	- eony

Przeszłość



Teraźniejszość



Przyszłość



Ludzki umysł ma dostęp do zbioru zdarzeń, które nazywamy przeszłością (możemy je wspominać, ale też w miarę dokładnie z czasów swojego życia – później nieco słabiej i słabiej)



Teraźniejszość nie jest odbierana w procesie ciągłym. Jest rejestrowana (próbkowana) w skończonych przedziałach czasowych



Nie mamy dostępu do zbioru zdarzeń, które nazywamy przyszłością (możemy się jej domyślać, ekstrapolować, ale z dużym marginesem niepewności)

Organizm ludzki rejestruje przejście z jasności w ciemność, odczucie zimna i gorąca, rozpoznanie mowy czy melodii w czasie 0,06 sek. (jest to nasza jednostka rzeczywistości, biologiczna jednostka czasu).

Przykładowo, człowiek **w czasie 85-letniego życia** może odebrać ograniczoną ilość informacji $85 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$ sekund = 2.680.560.000 sekund, co podzielone przez czas próbkowania 0,06 sekundy daje

44.676.000.000 czyli około **45 mld bodźców**

Zatem teraźniejszość jest dla nas w pewnym sensie ograniczona, bo jest dostępna w postaci bardzo dużej, ale skończonej liczby bodźców.

W naszej Galaktyce „Drodze Mlecznej” jest **ok. 200 mld gwiazd** (więcej niż ludzi łącznie żyło na Ziemi), a istnieją **setki miliardów Galaktyk**.

Co nas jeszcze ogranicza w odbiorze rzeczywistości?

Wzrok - widzimy tylko światło widzialne (o długość fali $380 \div 760$ nm – od fioletu do czerwieni, a nie widzimy nadfioletu i podczerwieni)

Słuch - słyszymy dźwięki w zakresie $16 \div 20.000$ Hz, ale ucho ludzkie jest najbardziej wyczulone na dźwięki $1 \div 3$ tys Hz (innych nie słyszymy pomimo że istnieją)

Smak - też ograniczony

Węch

Dotyk

Nie odbieramy ani całej przeszłości, ani całej teraźniejszości, ani całej przyszłości!

Dostępna jest dla nas taka rzeczywistość, jaką możemy odebrać!

Są też inne ograniczenia:

Ogranicza nas stan wiedzy pokolenia, w którym przyszło nam żyć (inaczej ocenialibyśmy rzeczywistość w starożytności, inaczej w średniowieczu, inaczej obecnie)

Ogranicza nas instrumentarium wymyślone przed naszym czynnym życiem (luneta Galileusza – księżycy, teleskopy – planety; mikroskop – bakterie, wirusy, atomy; komputer – loty kosmiczne, Internet)



Czas poświęcony obserwacjom 'Oumuamua na największych teleskopach świata

Jak widać jest wiele czynników nas ograniczających. Ponadto przekazujemy swoje myśli głosem, można powiedzieć ślamazarnie (z prędkością 340 m/sek.), zupełnie inaczej niż świat zjawisk mikroświata, zjawisk jądrowych (cząsteczki i fale), które poruszają się z prędkością światła 300.000 km/sek. (1.080.000.000 km/godz.). Z taką prędkością poruszają się bezmasowe fotony.

Światło potrzebuje 0,14 sekundy, aby okrążyć Ziemię po równiku (ok. 40.000 km), zaś głos 117.648 sekund, a więc ponad 800.000 razy więcej niż światło.

Nasza możliwość przekazu rzeczywistości jest zatem nie tylko **ograniczona**, ale
i spowolniona!

Zatem:

Przeszłość - w znacznej części jest niewiadomą

Teraźniejszość - odbieramy w wąskim paśmie naszych możliwości

Przyszłość - jest zakryta prawie zupełnie

Nic we wszechświecie nie może się poruszać z prędkością większą od prędkości światła, która jest we wszechświecie stała i wynosi **300.000 km/sek.**

Patrząc w niebo oglądamy dziś przeszłość Wszechświata!

W tej chwili światło musi do nas dolecieć z pewnej odległości z stałą prędkością 300.000 km/sek:

- z Księżyca **1,2** sekundy
- ze Słońca **8,28** minuty (497 sekundy)
- od najbliższej gwiazdy **4 lata świetlne**
- od najbliższej galaktyki **160.000 lat świetlnych**
- od kwazarów (protogalaktyk) **10 mld lat świetlnych**

Tego obrazu nieba może już dawno nie być! Oglądamy historyczny obraz wszechświata. Są obszary, z których światło jeszcze do nas nie dotarło, a i takie z których nigdy do nas nie dotrze!

Wielki Wybuch miał miejsce 13,7 mld lat temu, a przez 380 tyś. lat od tego wybuchu Wszechświat był nieprzeźroczysty, wypełniony plazmą, fotony jeszcze nie „uwolniły się” z plazmy, a więc tego okresu nie zobaczymy nigdy!

Wielki Wybuch to „osobliwość”, o której niewiele wiemy. Wiemy natomiast czym była plazma, która ją współtworzyła.

Plazma – zjonizowany gaz zawierający jednakową ilość cząstek naładowanych ujemnie i dodatnio (w przypadku „osobliwości” była to materia i antymateria). Zetknięcie materii i antymaterii łączy się za zjawiskiem anihilacji, czyli zamianą materii w energię.

Podczas anihilacji pozostało „trochę” (pewien nadmiar) materii, z której powstały galaktyki, gwiazdy, planety i ... przyroda ożywiona, ludzie.

Czy jest coś we Wszechświecie pewnego?

Czas, który „płynie” zawsze z Przeszłości poprzez Teraźniejszość do Przyszłości (nie da się tego odwrócić).

Kierunek upływu czasu jest związany z drugą zasadą termodynamiki – w każdym układzie izolowanym energia ulega rozproszeniu, pomimo że jej ilość pozostaje ta sama. Miarą rozproszenia energii jest entropia (im rozproszenie większe, tym większa entropia). W Kosmosie i na Ziemi entropia zawsze wzrasta.

Kwestią „płynięcia” czasu zajmował się brytyjski astrofizyk Arthur Eddington (1927), uznając że jest to problem nadal nierozwiązany. Dotyczy to „asymetrii” i „symetrii” czasu, a także: thermodynamic-, cosmological-, radiative-, casual-, particle physics (weak)-, quantum-, psychological/perceptual - arrow of time.

https://en.wikipedia.org/wiki/Arrow_of_time

Zgodnie z **Einsteinowską teorią względności** czas uzależniony jest od przestrzeni i od wyboru punktu obserwacji zdarzeń, wprowadzając pojęcie czasoprzestrzeni.

Zgodnie z teorią względności:

- nie ma miejsca w przestrzeni istniejącego poza czasem
- nie ma też zjawisk zachodzących poza przestrzenią, a więc i poza czasem.

Czas i przestrzeń tworzą więc jeden obiekt Czasoprzestrzeń, w której obowiązuje reguła

$$E=mc^2$$

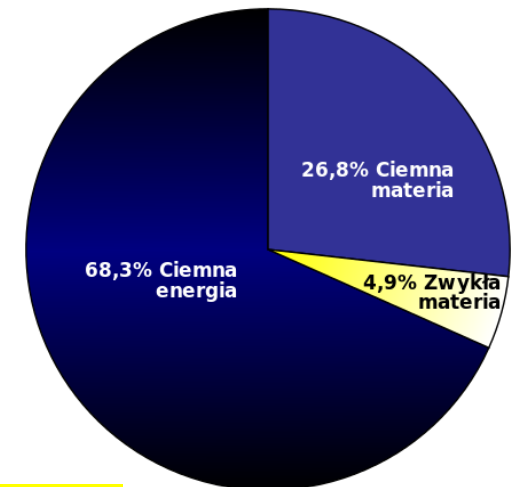
gdzie: E – energia, m – masa, c – prędkość światła (300.000 km/sek.).

Wynika z tego, że jeżeli mamy jednostkę masy, to można z niej uzyskać 90 mld jednostek energii (wybuch jądrowy).

I na odwrót, jeżeli weźmiemy jednostkę energii, to możemy z niej uzyskać 10^{-11} jednostek masy. **Trzeba ogromnej energii, aby uzyskać odrobinę materii** (wszystkie gwiazdy i galaktyki przez nas obserwowane stanowią tylko 4,9% masy Wszechświata).

Czym jest „reszta” Wszechświata?

- 68,3% - ciemna energia
- 26,8% - ciemna materia
- 4,9% - międzygalaktyczny gaz oraz gwiazdy



Im szybciej porusza się ciało, tym wolniej płynie czas! **Fotony są wieczne,**
bo poruszają się z prędkością światła.



Układ Słoneczny, osiem planet uznawanych obecnie przez Międzynarodową Unię Astronomiczną: **Merkury, Wenus, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran i Pluton** (*Pluton* został „zdegradowany” do statusu planety karłowatej, dołączając w ten sposób dom *Ceres* i *Eris*)

Planety Układu Słonecznego – wybrane dane

Nazwa	MERKURY	WENUS	ZIEMIA	MARS	JOWISZ	SATURN	URAN	NEPTUN	Pluton (planeta Układu do 2016)
Średnia odległość od Słońca [AU] [km]	0,387	0,723	1 $1,496 \cdot 10^8$	1,524	5,203	9,539	19,182	30,058	39,529
Nachylenie orbity względem ekliptyki [°]	7,0	3,4	0	1,5	1,18	2,5	0,8	1,46	17,08
Mimośród orbity	0,2056	0,0068	0,0167	0,0934	0,0485	0,0556	0,0473	0,0086	0,2534
Nachylenie płaszczyzny równika względem płaszczyzny orbity [°]	0	178*)	23,4	24,8	3,1	26,7	97,9*)	28,8	57,0*)
Średnica na równiku (dla Ziemi=1) [km]	0,38	0,95	1 $12,76 \cdot 10^3$	0,53	11,16	9,41	4,10	3,81	0,18
Masa (dla Ziemi=1) [kg]	0,0553	0,1853	1 $5,97 \cdot 10^{24}$	0,1047	317,89	95,17	14,54	17,24	0,00258
Średnia gęstość [g/cm ³]	5,50	5,11	5,52	3,94	1,33	0,687	1,16	1,77	1,97
Przyspieszenie grawitacyjne (dla Ziemi=1) [m/s ²]	0,378 3,7	0,905 8,9	1 9,81	0,369 3,7	2,555 23,1	1,075 9,0	0,865 8,7	1,188 11,0	0,066 0,65
Okres obrotu wokół osi [dni]	58,65	243,16	1	1,029	0,410	0,426	0,960	0,743	6,387
Okres obiegu [lata]	0,2408	0,6152	1	1,88	11,86	29,46	84,01	164,79	248,54

*) własny ruch odbywa się w kierunku przeciwnym niż pozostałych planet

SŁOŃCE:

Masa	1,983 10³² kg
Średnica równika	1392,0 10³ km
Średnia gęstość	1,410 g/cm³
Przyspieszenie grawitacyjne	273,95 m/s²
Czas obrotu wokół osi	25 dni 9 godz.

Uniwersalna stała grawitacyjna G

$6,673 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

Prędkości kosmiczne:

I (*kołowa*)

7,91 km/s

II (*paraboliczna, ucieczki z Ziemi*)

11,19 km/s

III (*ucieczki z Układu Słonecznego*)

42,1 km/s

IV (*ucieczki z naszej Galaktyki*)

350 km/s

Prędkość światła

$299,79 \cdot 10^3$ km/s

Prędkość dźwięku w powietrzu

0,34 km/s ($340 \text{ m/s} = 1 \text{ Ma}$)

Wartości prędkości (szybkości) w naszym otoczeniu

- Szybkość sprintera - ok. $10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/h}$
- Szybkość geparda - ok. 110 km/h .
- Dopuszczalna szybkość samochodu w Polsce
 - na terenie zabudowanym - 50 km/h
 - poza terenem zabudowanym na drodze zwykłej - 90 km/h
 - na drodze ekspresowej jednojezdniowej oraz na drodze dwujezdniowej o co najmniej dwóch pasach przeznaczonych dla każdego kierunku ruchu - 100 km/h
 - na drodze dla pojazdów samochodowych - 110 km/h
 - na autostradzie - 130 km/h ,
- Szybkość samochodów Formuła 1 na torze wyścigowym - ponad 300 km/h .
- Szybkość podróżna przeciętnego odrzutowego samolotu pasażerskiego - $800 - 1000 \text{ km/h}$.
Np. dla Airbusa A-380 $v = 900 \text{ km/h}$.
- Szybkość dźwięku w powietrzu (rzeczywista szybkość zależy od temperatury powietrza)
Ok. $1 \text{ Ma} = 340 \text{ m/s} = 1224 \text{ km/h}$ (czyli prędkość 1 Ma)
- Rekord szybkości samolotu bezzałogowego (dane na początek roku 2005)
Samolot X-43A poleciał z prędkością $11 \text{ tys. } 200 \text{ km/godz.}$, czyli prawie 10 Ma .
- I prędkość kosmiczna (w przybliżeniu): $v_I = 7,91 \text{ km/s} = \text{ok. } 67 \text{ Ma}$
- II prędkość kosmiczna (w przybliżeniu): $v_{II} = 11,19 \text{ km/s}$
- Szybkość ruchu Ziemi po orbicie wokół Słońca (w przybliżeniu): 30 km/s
- **Prędkość światła:** $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$, czyli ok. 300 tys. km/s .

Grawitacja

Grawitacja to wzajemne oddziaływanie (w postaci **sił**) ciał posiadających **masę** na siebie.



Masa bryły, środek masy, rozkład masy bryły, podstawowe równania dynamiki

Masa bryły [kg]

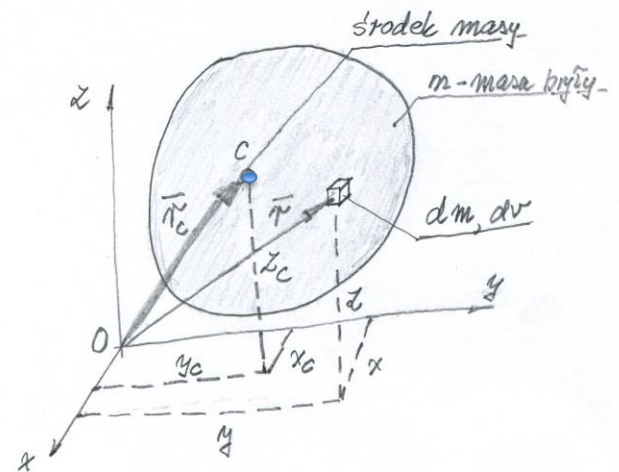
$$m = \int_{(m)} dm = \int_{(V)} \rho \cdot dV = \int_{(V)} \frac{\gamma}{g} \cdot dV = \rho \cdot \int_{(V)} dV = \rho \cdot V$$

Współrzędne środka masy [m]

$$x_c = \frac{\int_{(m)} x \cdot dm}{m}, \quad y_c = \frac{\int_{(m)} y \cdot dm}{m}, \quad z_c = \frac{\int_{(m)} z \cdot dm}{m}$$

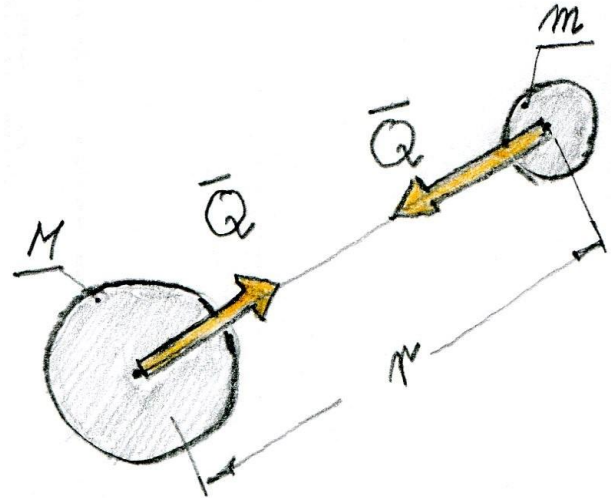
Rozkład masy charakteryzują masowe momenty bezwładności [kg m²]

$$J_x = \int_{(m)} \rho_x^2 dm \quad J_y = \int_{(m)} \rho_y^2 dm \quad J_{xz} = \int_{(m)} y^2 dm$$



Siła grawitacji

$$Q = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

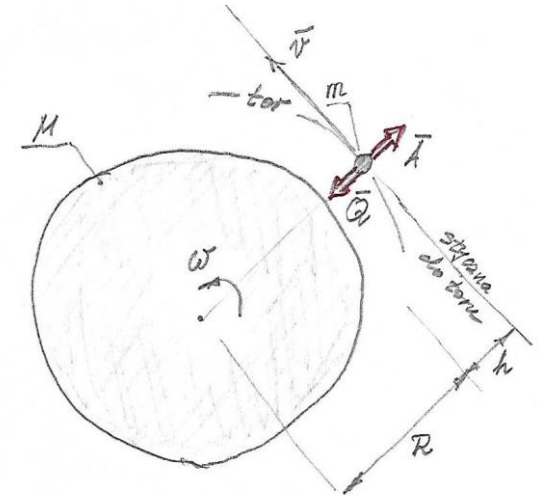


gdzie: $G=6,673 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ - uniwersalna stała grawitacji
 M, m - masy ciał
 r - odległość pomiędzy środkami mas ciał

Siłę grawitacji (ciężkości) ciała o masie m , znajdującej się w odległości h od powierzchni kuli ziemskiej o masie M oraz promieniu R obliczamy z zależności

$$Q = G \frac{M \cdot m}{(R + h)^2}$$

gdzie: $M = 5,97610^{24}$ kg masa Ziemi
 $R = 6,3700810^6$ m średni promień kuli ziemskiej
 $6,3567510^6$ m biegunowy promień kuli ziemskiej
 $6,3781410^6$ m równikowy promień kuli ziemskiej



Dla ciała znajdującego się na kuli ziemskiej ($h=0$) siłę grawitacji obliczamy z zależności

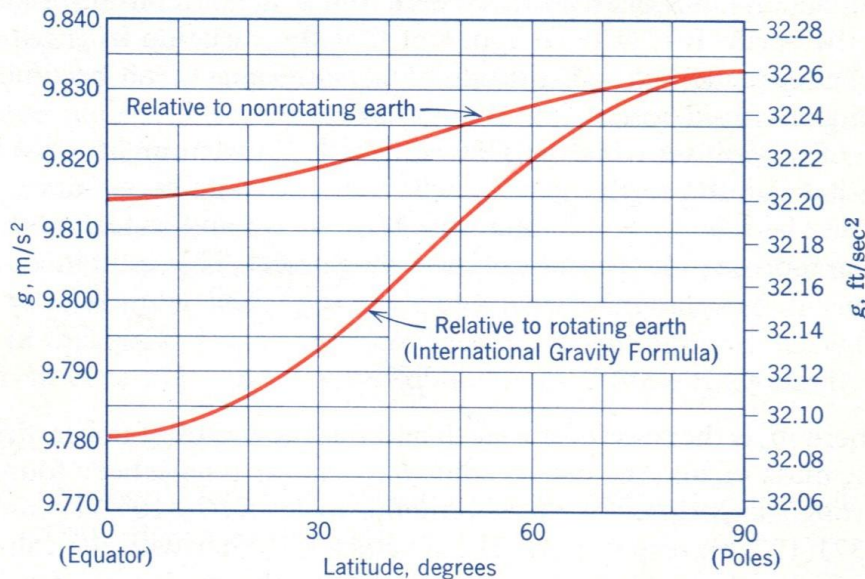
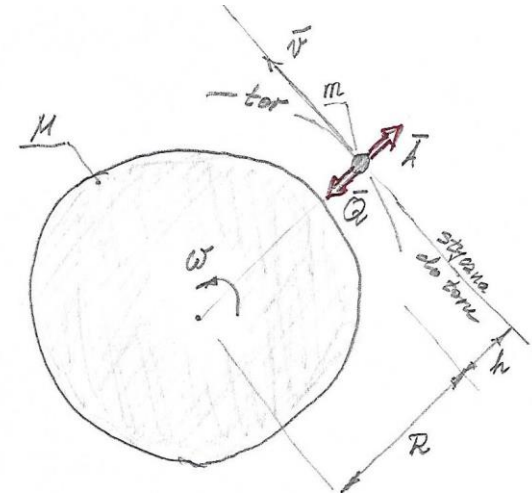
$$Q = G \frac{M \cdot m}{R^2} = g \cdot m$$

gdzie $g = G \frac{M}{R^2}$ - przyspieszenie ziemskie, którego średnia wartość wynosi $g=9,81$ m/s²

Przykładowo, siła grawitacyjna ciała o masie $m=1$ kg, w zależności od odległości od powierzchni Ziemi wynosi:

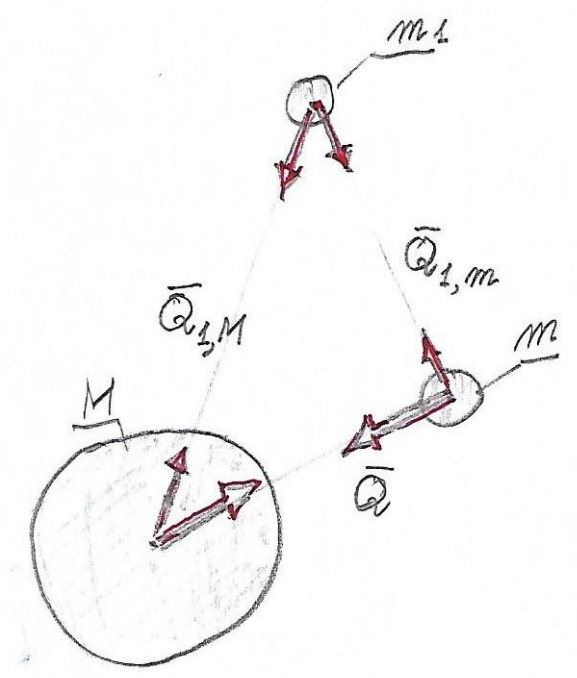
h	Q
0 km	9,825 N
1 km	9,822 N
100 km	9,523 N
1000 km	7,340 N
6370 km	2,456 N

(odległość równa promieniowi Ziemi)



Przyspieszenie ziemskie wyznaczone jest w drodze pomiaru pośredniego, poprzez pomiar siły ciężkości, ale ten nie jest prosty. Na mierzoną siłę ciężkości na powierzchni Ziemi ma wpływ nie tylko szerokość geograficzna miejsca pomiaru (Ziemia nie jest idealną kulą), ale także siła wynikająca z ruchu obrotowego kuli ziemskiej (siła odśrodkowa).

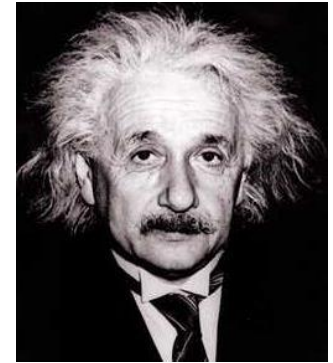
Wzajemne oddziaływania grawitacyjne



$$Q = G \cdot \frac{M \cdot m}{l^2}$$

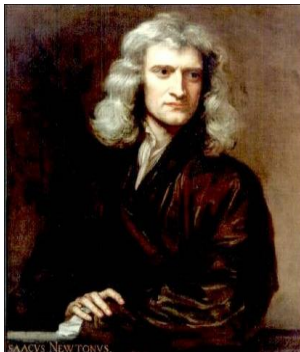
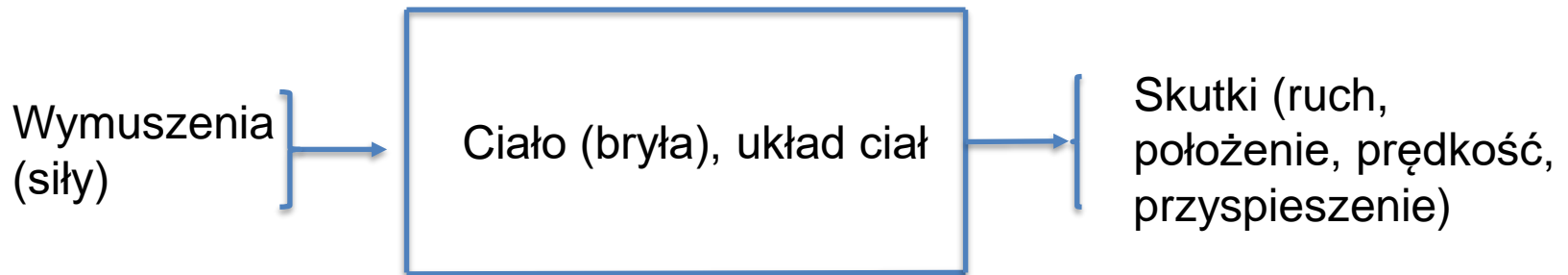
$$Q_{1,m} = G \cdot \frac{m \cdot m_1}{l_{1,m}^2}$$

$$Q_{1,M} = G \cdot \frac{M \cdot m_1}{l_{1,M}^2}$$



Albert Einstein (1879–1955) – twórca szczególnej i ogólnej teorii względności (mechaniki relatywistycznej)

Dynamika

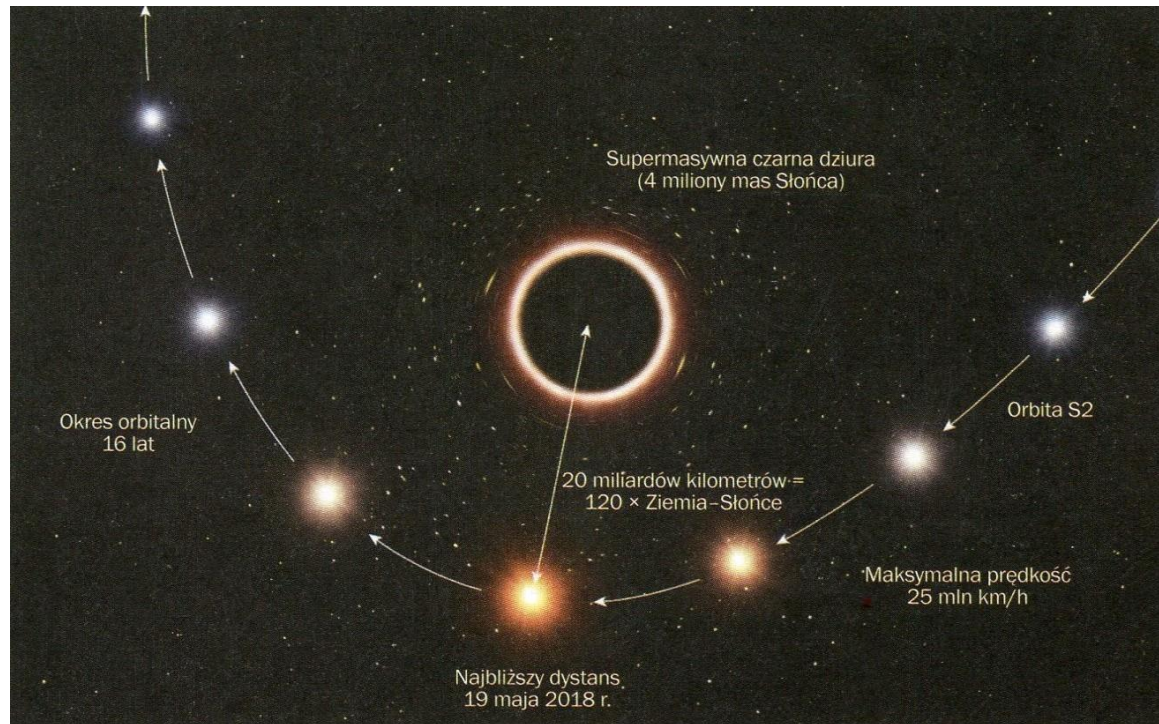


Isaac Newton (1643–1727)

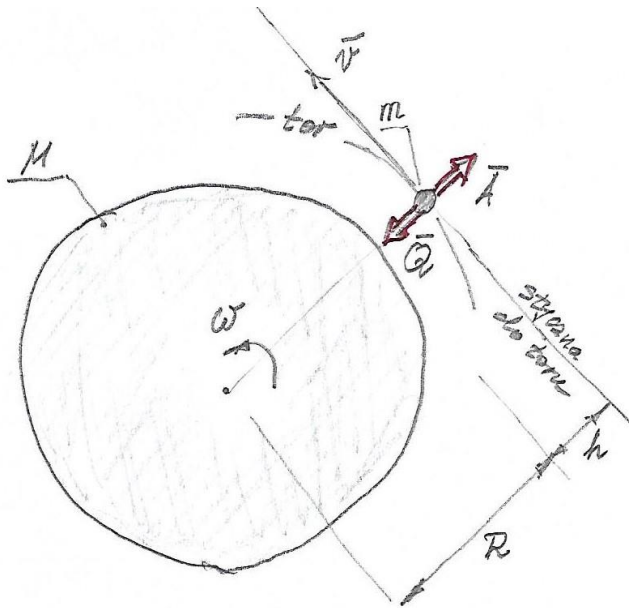
Mechanika ogólna (Newtonowska) traci ważność w przypadku, gdy badane ciała poruszają się z prędkością zbliżoną do prędkości światła ($3 \cdot 10^8$ m/s). Prędkości takie w zagadnieniach inżynierskich budowy maszyn w zasadzie nie występują.

Astronomowie dokonali ekstremalnego **testu teorii Alberta Einsteina**, korzystając z teleskopów Europejskiego Obserwatorium Południowego. Przeprowadzili testy ogólnej teorii względności w bliskim otoczeniu supermasywnej czarnej dziury w centrum Drogi Mlecznej, obserwując ruch gwiazdy S2, które w maju przeszła bardzo blisko czarnej dziury. Jest to zwieńczenie trwających 26 lat badań bliskich okolic centrum Drogi Mlecznej oraz ważny test dla Ogólnej Teorii Względności. (Urania. Postępy astronomii, 5/2018 (797), t. LXXXIX)

Wizja artystyczna trajektorii gwiazdy S2 w momencie, gdy przechodziła bardzo blisko supermasywnej czarnej dziury w centrum Drogi Mlecznej. Gdy zbliżała się do czarnej dziury, bardzo silne pole grawitacyjne powodowało, że kolor gwiazdy przesunął się w stronę czerwonego, co jest efektem znanym z ogólnej teorii względności Einsteina



Pierwsza prędkość kosmiczna (kołowa)



Siły i ich równowagę obliczamy:

$$Q = G \cdot \frac{M \cdot m}{(R + h)^2} \quad \text{- siła grawitacji}$$

$$A = m \cdot \frac{v^2}{R + h} \quad \text{- siła odśrodkowa (d'Alemberta)}$$

gdzie: G – uniwersalna stała grawitacyjna;
 M, m – masy ciał;

R – promień; h – odległość masy m od powierzchni masy M ; ω – prędkość kątowa masy M , przy czym

$$v = \omega \cdot (R + h)$$

W warunkach równowagi:

$$A = Q$$

stąd

$$v^2 = G \cdot \frac{M \cdot m}{R + h}$$

lub dla pomijalnie małych odległości h

$$v^2 = G \cdot \frac{M}{R} = G \cdot \frac{M}{R^2} \cdot R = g \cdot R$$

Skąd

$$v = \sqrt{g \cdot R} = 7,91 \text{ km/s}$$

Dziękuję za uwagę