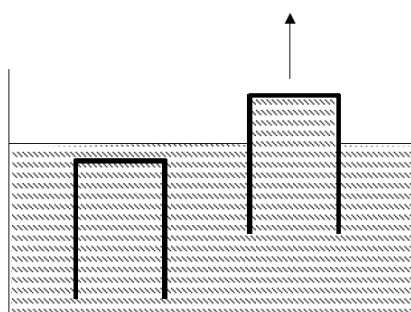
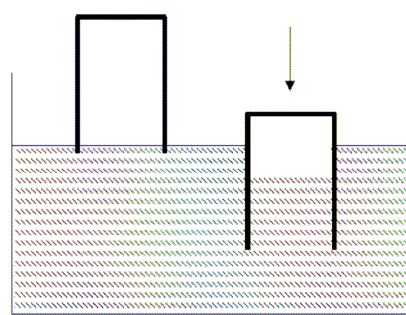
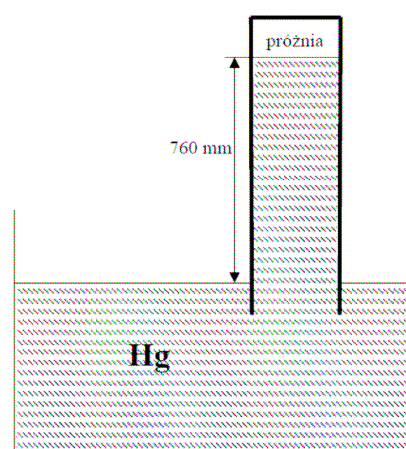


Nauka o gazach i ciepłe

Już starożytni zdawali sobie sprawę z istnienia powietrza.



Horror vacui – strach przed próżnią, zgodnie z nauką Arystotelesa próżnia nie istnieje.



1644 rok – doświadczenie Toricellego, odkrycie ciśnienia atmosferycznego.

Próżnia istnieje, *horror vacui* jest efektem ciśnienia atmosferycznego.

Ewangelista Toricelli (1608 – 1647)

Włoch, uczeń i współpracownik Galileusza w ostatnich latach życia wielkiego uczonego, odkrywca ciśnienia atmosferycznego.

1648 rok – wymyślone przez Pascala doświadczenie przeprowadzone na górze Puy-de-Dôme (1464 m n.p.m.) w okolicy Clermont-Ferrand we Francji – ciśnienie atmosferyczne zależy od wysokości.

Blaise Pascal (1623-1662)

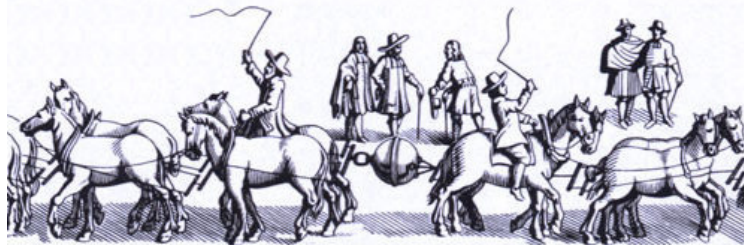
Matematyk, fizyk, filozof francuski; cudowne dziecko, pomysłodawca mechanicznych maszyn liczących, inicjator rachunku prawdopodobieństwa.

Wykład IX cd.

Historia fizyki

Otto von Guericke (1602-1686)

Konstruktor pierwszej pompy próżniowej, wykonał słynne doświadczenie z półkulami magdeburskimi, burmistrz Magdeburga przez 30 lat.



Robert Boyle (1627-1691)

Starannie wykształcony angielski arystokrata, dzięki znacznemu majątkowi mógł się oddać badaniom, odmawiał piastowania wszelkich urzędów; udoskonalił pompę próżniową Guericke i wykonał cały szereg doświadczeń:

- pokazał, że w próżni piórko i kamień spadają w tym samym tempie;
- pokazał, że w miarę odpompowywania powietrza z zamkniętego naczynia spada poziom rtęci w barometrze;
- badał rozchodzenie się dźwięku przy obniżonym ciśnieniu;
- odkrył prawo, że iloczyn ciśnienia i objętości danej porcji powietrza jest niezmienny (właściwie przy stałej temperaturze - prawo Boylea-Mariotta).

Dużo później odkryto prawo Charlesa (1787) i Gay-Lussaca (1802) o rozszerzalności cieplnej gazów ($V = n R T/p$).

Termometria

Wynalezienie termometru

Kilku wynalazców, trudno ustalić pierwszeństwo. Wykorzystywano rozszerzalność cieplną gazów.

Termometry cieczowe (spirytus, rtęć) Fahrenheita (z Gdańska), skala Fahrenheit: 0 - zamarzanie wody z solą morską, 32 – zamarzanie czystej wody, 96 – temperatura ludzkiego ciała.

Skala Celsiusa (1701-1744): 0 - zamarzanie wody, 100 – wrzenie wody.

Wykład IX cd.

Historia fizyki

Natura ciepła

Długo sądzono, że *ciepło* i *zimno* to różne, przeciwstawne jakości.

Joseph Black (1728 – 1799)

szkocki fizyk i chemik; wprowadził rozróżnienie temperatury i ciepła, odkrył pojęcia pojemności cieplnej i ciepła utajonego, stwierdził, że ciała będące ze sobą w kontakcie mają tę samą temperaturę.

Teorie substancjalnej natury ciepła (fluid cieplny, flogiston, cieplik)

Dużo błędnych pomiarów mających pokazywać, że waga ciała wzrasta z temperaturą. Z czasem pojawiła się teoria nieważkiego, niezniszczalnego cieplika.

Doświadczenia Rumforda – dlaczego tarcie metalu o metal jest źródłem nieraz wielkich ilości ciepła?

Doświadczenie Davy’ego – tarcie dwóch brył lodu o siebie prowadzi do ich rozpuszczania. Skąd w zimnym lodzie bierze się ciepło?

Pomimo zasadniczo błędnej koncepcji teoria cieplika nieźle działała dzięki logicznemu matematycznemu sformułowaniu stworzonemu przez Fouriera, Poissona i Laplace’a.

Sadi Carnot (1796-1832) i teoria maszyn cieplnych.

Twierdzenie Carnot

Sprawność idealnej maszyny cieplnej równa jest $1 - T_{ch}/T_g$, gdzie T_{ch} to temperatura chłodnicy, a T_g grzejnika.

Zasada zachowania energii ok. roku 1840

Ciepło zamienia się na pracę a praca na ciepło, istnieje cieplny równoważnik pracy.

Odkrywczy: Julius Robert Mayer (1814-878) – Niemiec, lekarz; James Prescott Joule (1818-1889) – Anglik, dokładnie wyznaczył cieplny równoważnik pracy; Hermann Helmholtz (1821 –1894) – Niemiec.

Wykład IX cd.

Historia fizyki

Wiliam Thomson (1824 – 1907), Szkot, późniejszy Lord Kelwin wprowadza bezwzględną skalę temperatury, wykorzystując twierdzenie Carnot o sprawności maszyn cieplnych.

Zasady termodynamiki (1850-1865)

Rudolf Clausius (1822 – 1888), niemiecki fizyk teoretyk, formułuje najpierw pierwszą zasadę (energia wewnętrzna ciała ulega zmianie na skutek wykonywanej pracy i przepływu ciepła), a następnie drugą (niemożliwy jest samorzutny przepływ ciepła od ciała chłodniejszego do cieplejszego), wprowadza entropię.

Trzecią zasadę formułuje Walther Nernst (1864 – 1941) dopiero ok. roku 1910.

Kinetyczna teoria gazów

Wielu uczonych sugerowało, że ciepło jest wynikiem ruchu cząsteczek, lecz dominowała teoria cieplika. A cząsteczki, tak jak cieplik, były bytami tylko hipotetycznymi.

Dopiero artykuł z 1856 roku niemieckiego fizyka Augusta Karla Kröniga (1822-1879) utorował drogę teorii kinetycznej. Krönig wyliczył ciśnienie gazu w zależności od prędkości cząsteczek.

Obliczenia Kröniga istotnie ulepszył Clausius, a następnie Szkot James Clerk Maxwell (1831 – 1879), wprowadzając w roku 1860 pojęcie statystycznego rozkładu gęstości. Maxwellowi zawdzięczamy również zasadę ekwipartycji energii.

Otrzymano bardzo duże wartości prędkości cząsteczek powietrza, co zdawało się przeczyć powolnemu rozprzestrzenianiu się zapachów. Cząsteczki często się zderzają! Clausius wprowadził pojęcie średniej drogi swobodnej cząsteczki.

Josef Loschmidt (1821 -1895), austriacki fizyk i chemik, pierwszy podał prawidłową ocenę rozmiarów molekuł, jako 10^{-8} cm. Pozwoliło to ocenić liczbę cząsteczek w 1 cm^3 powietrza w warunkach normalnych na 10^{18} .

Ludwig Boltzmann (1844-1906), austriacki fizyk, wprowadza w latach 1870-tych swoje słynne równanie, dowodzi twierdzenia H, nadając interpretację statystyczną drugiej zasadzie termodynamiki, określa entropię jako miarę porządku. W sformułowaniu Maxa Plancka entropię zapisuje się jako $S = k \log W$, a wzór ten wyryty jest na nagrobku Boltzmann.

Wykład IX cd.

Historia fizyki

Josiah Willard Gibbs (1839-1903), jeden z pierwszych wielkich fizyków amerykańskich, wprowadził mechanikę statystyczną, w której średnie po czasie zastąpione są średnimi po zespole.

Ataki pozytywistów, szczególnie Wilhelma Ostwalda i Ernesta Macha, na teorie atomistyczne. Fizyka powinna się zajmować mierzalnymi wielkościami, a nie hipotetycznymi atomami!

Triumf atomizmu

1905-1906 - teoria ruchów Browna – Alberta Einsteina (1879 – 1955) i Mariana Smoluchowskiego (1872 - 1917).

Eksperymenty potwierdzające teorię - Jean Baptiste Perrin (1870 – 1942)