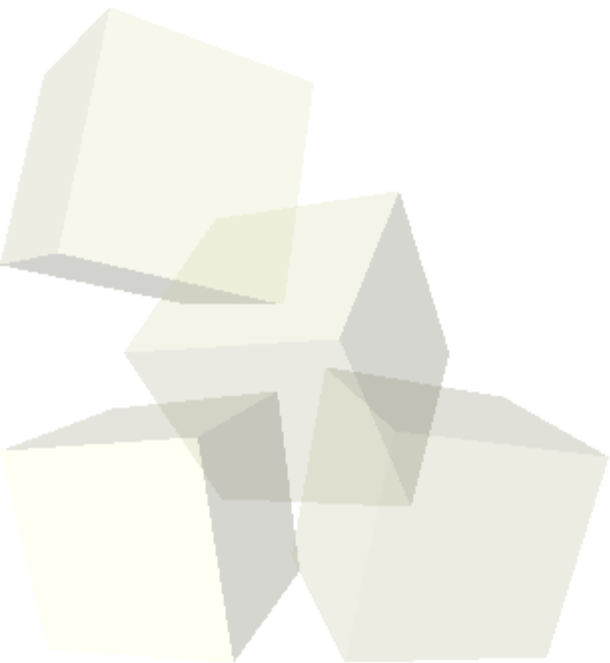
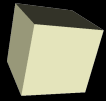


Początki nauki nowożytnej – część 3 (termodynamika)

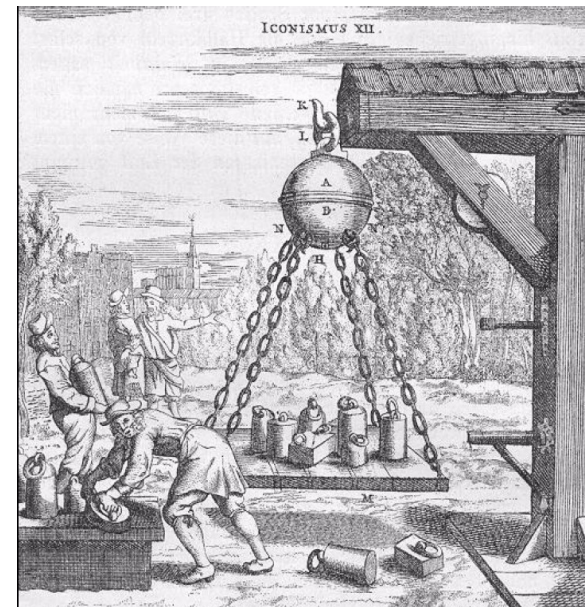
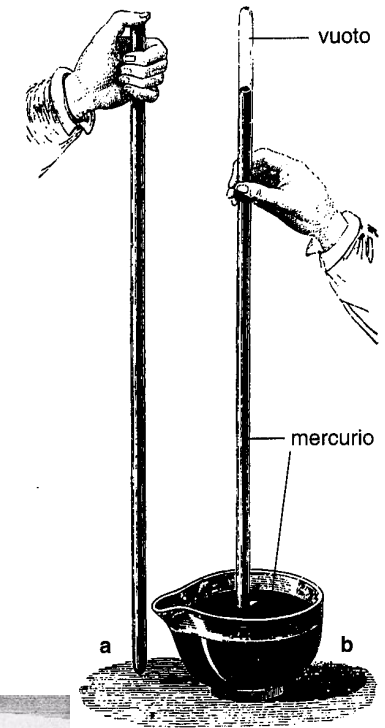




- Termoskopy powietrzne
 - ◆ Awicenna
 - ◆ Santorio Santori (1612) – pierwszy opis termometru powietrznego
 - ◆ pierwszy rysunek termometru – Robert Fludd (1638)
 - ◆ Guillaume Amontons – termometr zamknięty, pomysł absolutnego zera
 - ◆ Fahrenheit, Celsius – wiek XVIII
- Problemy skali
 - ◆ Boyle – zamarzanie olejku anyżowego
 - ◆ Huygens – zamarzanie/wrzenie wody
 - ◆ Dalence – topnienie śniegu i topnienie masła
- Problemy ogólne
 - ◆ Co właściwie mierzy termometr?
 - ◆ Temperatura czyli mieszanina

Ciśnienie i próżnia

- Evangelista Torricelli (1608-1647)
 - ♦ pierwszy barometr – dowód istnienia próżni!
- Blaise Pascal (1623-1662)
 - ♦ Zależność ciśnienia powietrza od wysokość nad poziomem morza (doświadczenie w Clermont)
- Otto Guericke (1602-1686)
 - ♦ półkule magdeburskie
- Robert Boyle (1627-1691)
 - ♦ spadanie ciał w próżni
 - ♦ sprawdzenie, że $pV = \text{const}$





Rozwój nauki o temperaturze

- „Materia ciepła” i „materia zimna”
- Fahrenheit (1686-1736) – temperatura wrzenia wody zależy od ciśnienia
- Celsius (1701-1744) – temperatura topnienia lodu jest niezmienna (nie zależy np. od szerokości geograficznej)
- Joseph Black (1728-1799) – wydane w 1803
 - ♦ ciała będące w kontakcie i odizolowane od wpływów zewnętrznych przyjmują tę samą temperaturę
 - ♦ wprowadzenie pojęcia pojemności cieplnej i ciepła utajonego (ciepła przemiany fazowej)
 - ♦ teoria *fluidu ciepła* (*cieplika*)



■ Galileusz

- ♦ ruch „cząsteczek ciepła”

■ Robert Boyle

- ♦ nie ruch, ogrzewanie żelaza zwiększa jego masę

■ Newton

- ♦ wytłumaczenie prawa Boyle'a-Marriotte'a za pomocą odpychających się atomów

■ Daniel I Bernoulli

- ♦ kinetyczny model cząstek uderzających sprężysto w ścianki naczynia

■ Cleghorn

- ♦ cząsteczki materii się przyciągają (grawitacyjnie!), cząsteczki fluidu ciepła się odpychają

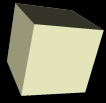
■ Kombinacja

- ♦ atomy otoczone atmosferami cieplika (m.in. Lavoisier)



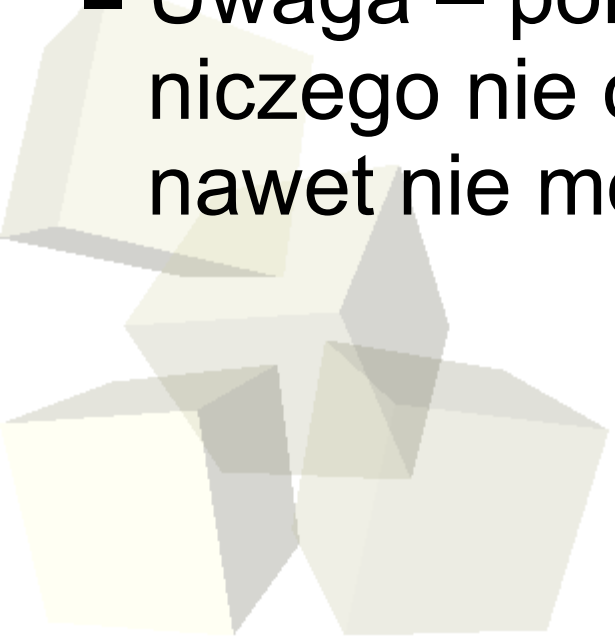


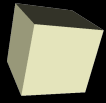
- Ciepłik jest fluidem, którego cząstki odpychają się wzajemnie.
- Cząstki cieplika są przyciągane przez cząstki zwykłej materii, przy czym to przyciąganie może być różne dla różnych substancji.
- Ciepłik jest fluidem niezniszczalnym i niemożliwym do stworzenia. Ta swoista „zasada zachowania cieplika” była podstawą teorii.
- Ciepłik może być swobodny albo utajony. Ciepłik swobodny tworzy „atmosferę” wokół każdej cząstki materii, ciepłik utajony wiąże się z cząstkami materii tworząc połączenia podobne do chemicznych.
- Ciepłik jest (przypuszczalnie) nieważki.



Problemy teorii ciepłota

- Skąd bierze się duża ilość ciepła wydzielana przy tarcu?
- doświadczenie Rumforda ze świdrem – badania pojemności cieplnej opiłków
- doświadczenia Davy'ego z lodem – argumentowanie na temat rozszerzalności cieplnej ciał
- Uwaga – pomimo wszystko te doświadczenia niczego nie obaliły! Doświadczenia Davy'ego nawet nie mogły – błędy metodologiczne





■ Newton

- ♦ ostygnięcie jest proporcjonalne do różnicy temperatury między ciałem a otoczeniem

■ Adair Crawford (1748-1795)

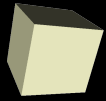
- ♦ mierzył ciepło właściwe gazów,
- ♦ rozróżnienie C_p i C_v , – porządne pomiary w 1813 (Delaroche, Berard)

■ Dulong i Petit

- ♦ ochładzanie ciała w próżni (1818)
- ♦ ciepło właściwe ciał stałych (1819)

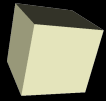
■ Clement i Desormes

- ♦ pomiar stosunku C_p do C_v



Matematyczna teoria ciepłota

- Joseph Fourier (1768–1830)
 - ♦ matematyczne prawo przewodzenia ciepła – teoria makroskopowa, bez wypowiedania się o naturze ciepła
 - ♦ zagadnienie z teorii równań różniczkowych!
- Siméon Denis Poisson (1781-1840)
 - ♦ analiza bez wymiany ciepła z otoczeniem (procesy adiabatyczne) – wyprowadzenie teoretycznej prędkości dźwięku (także zrobione przez Laplace'a)
- Nicolas Sadi Carnot (1796-1832)
 - ♦ teoria sprawności maszyn cieplnych – opis jakościowy
- Benoit Clapeyron (1799-1864)
 - ♦ graficzne przedstawienie cyklu Carnota i opis matematyczny jego odkryć
 - ♦ równanie stanu gazu doskonałego



Zasada zachowania energii

- Julius Robert Mayer (1814-1878)
 - ♦ pierwsze sformułowanie zasady, na bazie obserwacji organizmu w tropikach, obliczenie mechanicznego równoważnika ciepła
- James Joule (1818-1889)
 - ♦ ciepło przewodnika z prądem (prąd indukowany w cewce obracającej się w polu magnetycznym) – przerabiamy pracę na ciepło!
 - ♦ wzrost ciepła cieczy na skutek mieszania
- Hermann Helmholtz (1821-1894)
 - ♦ powiązanie zasad zachowania energii z różnymi działami fizyki – także przemiany elektrochemiczne



Zasady termodynamiki

- William Thomson (1824-1907)
 - ♦ badania przewodnictwa cieplnego
 - ♦ zastosowanie pracy Carnota do konstrukcji bezwzględnej skali temperatury, nie tylko dla gazów, ale dla wszystkich ciał
 - ♦ II zasada termodynamiki jako wykluczająca perpetuum mobile
- Rudolf Clausius (1822-1888)
 - ♦ sformułowanie zasad termodynamiki
 - ♦ wprowadzenie energii wewnętrznej i entropii jako funkcji stanu
 - ♦ opis ciepła metodami mechaniki



Przyjęcie teorii kinetycznej

- August Karl Krönig (1822–1879)
 - ♦ kompletne obliczenia ciśnienia gazu w zależności od prędkości cząsteczek (to samo co u Joule'a)
- Rudolf Clausius
 - ♦ pojęcie średniej drogi swobodnej
 - ♦ ciśnienie zależne od średniej wartości kwadratu prędkości cząsteczek
 - ♦ dalsze prace, razem z Maxwellem
- James Clerk Maxwell
 - ♦ rozkład prędkości (rozkład Maxwella)
 - ♦ rozważania statystyczne
- Ludwig Boltzmann (1844-1906)
 - ♦ rozkład energii w polu zewnętrznym
 - ♦ ewolucja układu w czasie