第８回　講義内容　　2026/11/9

配布物

- 08_Physics_contents.pdf　　このファイル　　Google classroom, web
  熱力学のまとめ，が付いています．
- 08_Physics2026_Viewgraph.pdf　　スライド　　Google classroom, web

講義内容（予定）

- §4.1 温度
  物質の三態，圧力鍋，融解熱・気化熱，過冷却現象，熱の伝わり方
- §4.2 気体の法則・熱力学の法則
  飽和水蒸気量，冷蔵庫のしくみ
- §4.3 熱機関
  永久機関は可能か

本日の復習課題例

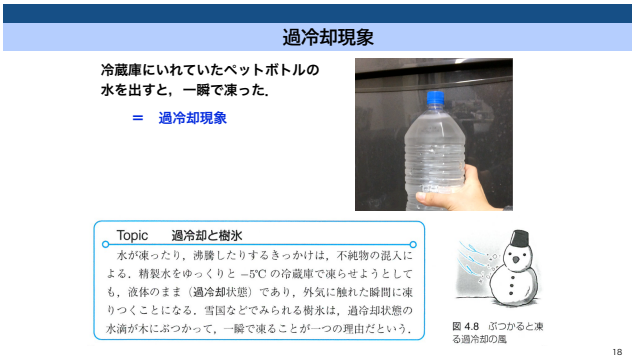
こんなことを観たり，調べたり，考えてもらったら面白いかな，という程度のおまけ．

- 鍋の素材と用途について確認しよう．
- 熱力学の第０法則とは？

次回の予習項目

こんなことを調べてもらったら面白いかな，という程度の課題．

- これまで考えられてきた永久機関をいろいろ調べ，どこでエネルギーが失われるのか考えてみよう．
- 音の３要素とは？


過冷却現象

冷蔵庫にいれていたペットボトルの水を出すと，一瞬で凍った．

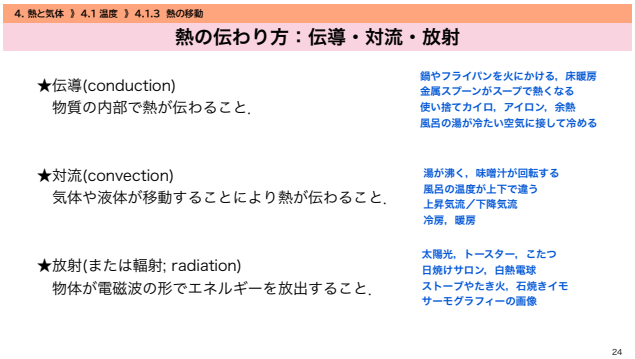
＝ 過冷却現象

Topic　過冷却と樹氷

水が凍ったり，沸騰したりするきっかけは，不純物の混入による．精製水をゆっくりと −5℃ の冷蔵庫で凍らせようとしても，液体のまま（過冷却状態）であり，外気に触れた瞬間に凍りつくことになる．雪国などでみられる樹氷は，過冷却状態の水滴が木にぶつかって，一瞬で凍ることが一つの理由だという．

図 4.8　ぶつかると凍る過冷却の風

18


4. 熱と気体 》4.1 温度 》4.1.3 熱の移動

熱の伝わり方：伝導・対流・放射

★伝導(conduction)
物質の内部で熱が伝わること．

鍋やフライパンを火にかける，床暖房
金属スプーンがスープで熱くなる
使い捨てカイロ，アイロン，余熱
風呂の湯が冷たい空気に接して冷める

★対流(convection)
気体や液体が移動することにより熱が伝わること．

湯が沸く，味噌汁が回転する
風呂の温度が上下で違う
上昇気流／下降気流
冷房，暖房

★放射(または輻射; radiation)
物体が電磁波の形でエネルギーを放出すること．

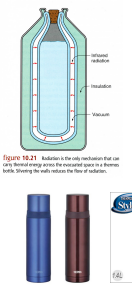
太陽光，トースター，こたつ
日焼けサロン，白熱電球
ストーブやたき火，石焼きイモ
サーモグラフィーの画像

24

【身近な技術】

魔法瓶, Thermos

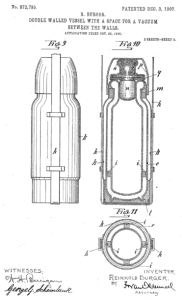
教科書 p118



熱伝導を防ぐ
熱放射を防ぐ

保温に優れる





26

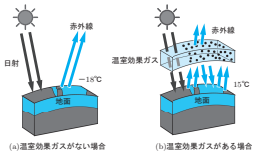
教科書 p119

温室効果ガス

Topic　温室効果ガスの役割

太陽から地球に熱が届くのは，放射による．地面や海水面が放射によって暖められ，それが空気や海水を暖める．そして空気や海水が対流を起こして，熱を地球全体に循環させる．もし，地球に空気や水がなかったら，太陽からの熱が当たる部分は約熱の高温になり，日陰の部分は非常に低い温度になってしまうだろう．

地球の熱も宇宙空間に放射して逃げていく．幸い地球は，温室効果ガスに取り囲まれていて，ある程度の熱は保持される．もし，温室効果ガスがなければ，地表の温度は −18℃ になってしまう．



(a)温室効果ガスがない場合　(b)温室効果ガスがある場合

温室効果ガスがなければ，
地表の温度は，−18度

28

4. 熱と気体 》4.2 気体の法則・熱力学の法則

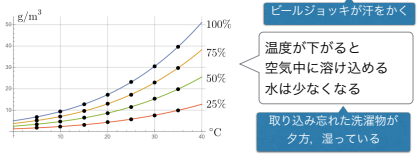
教科書 p122

飽和水蒸気量

飽和水蒸気量＝空気中に溶け込める水蒸気の量

湿度＝水蒸気量/飽和水蒸気量

飽和水蒸気量と温度





ビールジョッキが汗をかく

温度が下がると
空気中に溶け込める
水は少なくなる

取り込み忘れた洗濯物が
夕方，湿っている

図 4.20　飽和水蒸気量 (図の 100% の線) の温度変化の様子．

38

4. 熱と気体 》4.2 気体の法則・熱力学の法則

教科書 p124

ジュールの実験

ジュールの実験

ジュールは，おもりが下降することによる位置エネルギーの差が，水を攪拌する仕事に変わり，水の温度を上昇させることを実験で示した．これは，「温度の上昇が，エネルギーの増加と同じ」ことを意味していた．



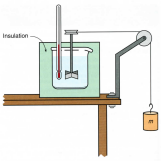


figure 10.12　A falling mass turns a paddle in an insulated beaker of water in this schematic representation of Joule's apparatus for measuring the temperature increase produced by doing mechanical work on a system.



James Prescott Joule
(1818-1889)

1845年，力学的エネルギーが熱に変換されることを示した．

47

4. 熱と気体 》4.2 気体の法則・熱力学の法則

教科書 p125

エネルギーの単位　[J] (ジュール)

位置エネルギー　mgh

$$mgh = 1[\mathrm{kg}] \cdot 9.8[\mathrm{m/s^2}] \cdot 1[\mathrm{m}] = 9.8[\mathrm{Nm}] = 9.8[\mathrm{J}]$$

1[g]の水の温度を1度上げるのに必要な熱量=1[cal]

法則　熱の仕事当量

力学的なエネルギーは熱に変換できる．換算係数は熱の仕事当量とよばれ，次の関係になる．

$$1\,\mathrm{cal} = 4.2\,\mathrm{J} \qquad (4.11)$$

基礎代謝エネルギー
(人間が１日あたり安静にしていても使うエネルギー)

	18~29歳	30~49歳	50歳以上
男性	24.0kcal	22.3kcal	21.5kcal
女性	22.1kcal	21.7kcal	20.7kcal

日本人の食事摂取基準2010年版より抜粋

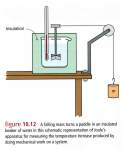


figure 10.12　A falling mass turns a paddle in an insulated beaker of water in this schematic representation of Joule's apparatus for measuring the temperature increase produced by doing mechanical work on a system.

50

4. 熱と気体 》4.2 気体の法則・熱力学の法則

教科書 p126

熱力学第1法則

＝熱まで含めたエネルギー保存則

法則　熱力学の第１法則

熱はエネルギーの一形態である．力学的エネルギーなど，ほかのエネルギーと交換可能で，エネルギーの総和は一定である．

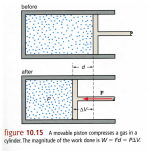


figure 10.15　A movable piston compresses a gas in a cylinder. The magnitude of the work done is $W = Fd = P\Delta V$.

法則　熱力学の第１法則（式表現）

気体に熱を加えると，温度上昇と膨張による外部への仕事に変換される．

$$Q = \Delta U + W \qquad (4.12)$$

気体に加えた熱＝内部エネルギーの増加＋外部にした仕事

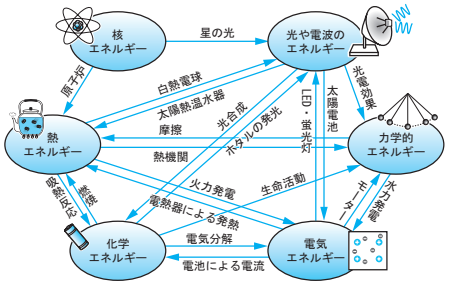


(a) タイヤに空気を入れると空気入れが熱くなる（気体にした仕事＞正）　(b) ボブレーを使うとおがおたくなる（気体にした仕事＜負）

52

4. 熱と気体 》4.2 気体の法則・熱力学の法則

エネルギーは形態を変える



53