

# 具体的な問題

遠藤 亘 岩崎 慎太郎

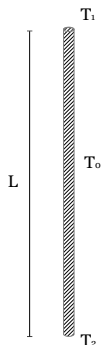
情報理工学系研究科 修士 1 年 田浦研究室

2015-06-12

# 問題 1

## 熱伝導

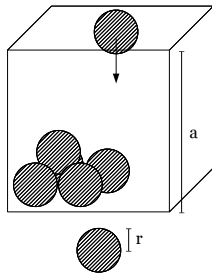
- 側面が断熱された温度  $T_0$ 、長さ  $L$ 、の細い銅の棒がある。両端をそれぞれ  $T_1$ 、 $T_2$  の温度で維持する時、金属棒の温度の変化を求めよ。
  - 他の金属（鉄、アルミニウム、銀）などでも試し、時間変化や結果を比較せよ。



# 問題 2

## 球充填

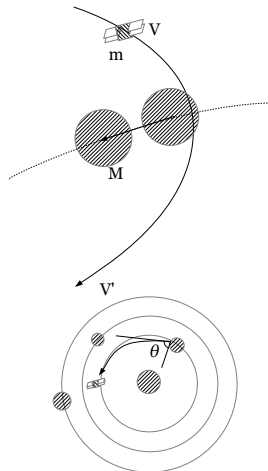
- 物理シミュレーションを用いて、底面が一辺  $a$  の立方体に、半径  $r$  の球を詰めることを考える。球はいくつ入れることができるだろうか？
  - $a$  が大きければ、最密充填可能であると考えられる。



# 問題 3

## 探査衛星とスイングバイ

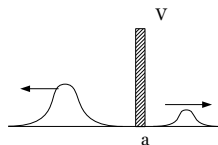
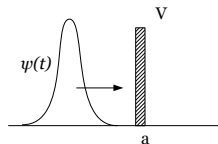
- 太陽系外に探査機を打ち出したい。打ち上げ日時と位置を求めよ。
  - (ボイジャーの打ち上げられた) 1970 年代に打ち上げる。
  - 最初のスイングバイまでに太陽を一周しない。
  - 地上発射時の初速は  $14.2\text{km/s}$  で、地球を黄道面で切った時の断面円周上のどこから打ち上げても良い
  - 探査機の重さは  $750\text{kg}$ 。ロケットからの分離は考えない
  - 惑星 (太陽～土星まで) は太陽を中心に円軌道を描き、全て同一平面上で運動するとする
  - 地球の自転の影響を無視して地上から垂直に打ち上げたとする



# 問題 4

## トンネル効果

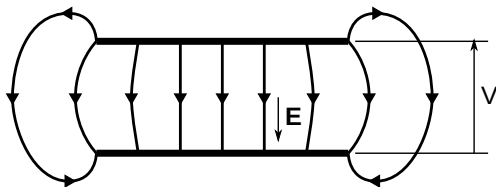
- 幅  $a$  で、エネルギーの大きさが  $V$  のポテンシャル障壁を考える。波動関数の初期値を障壁に向かうガウス型波束に設定した時、粒子の確率密度関数を可視化することで、トンネル効果を確認せよ。
  - 時間発展するシュレディンガー方程式を用いる。
  - パラメータ（波束の幅など）は適当に選ぶこと。



# 問題 5

## 平行平板コンデンサのエッジ効果

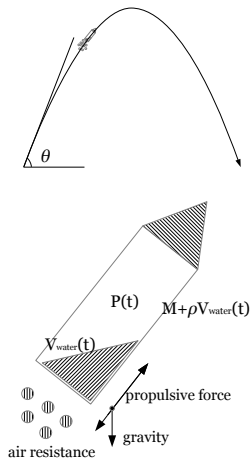
- 平行平板コンデンサの静電容量を求める
  - 実際のコンデンサの端では、電界は一様ではない (エッジ効果)
  - $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$  よりも正確な容量
  - 電極は適当な大きさの長方形
  - エッジ効果を考慮した近似式と比較する



# 問題 6

## 飛行距離

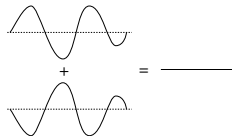
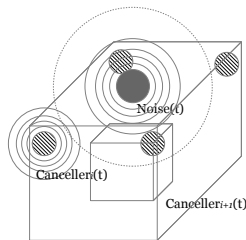
- ペットボトルロケットを遠くまで飛ばしたい。  
最適な水の量、圧力、打ち上げ角度はいくつか？
  - 標準大気圧、25 度で乾燥しており、無風
  - 空気は粘性のない、比熱比 1.4 の理想気体
  - ペットボトルは半径 45mm で容積 1.5L の円柱で、耐圧 0.6MPa
  - ノズルは直径 4mm、ロケットの先端は頂角 60 度の円錐
  - 水を除いたロケット全体の重さは 150g
  - 必ずしも全ての条件を用いなくてよい。適当なモデルを考えること。



# 問題 7

## 空間消音

- 救急車のサイレン音打消しをモデルとして、空間の消音をしたい。消音スピーカーから各々どのような波を出せばよいか
  - 幅 (x 軸)  $1.6m$ 、長さ (y 軸)  $3.6m$ 、高さ (z 軸)  $2m$  の大きさの直方体を考え、上面端に  $(0, 0, 0)$  座標を置く
  - $960Hz$  で振幅 1 の正弦波を出すサイレンが  $(0.8, 1.8, 0)$  の位置にある
  - 消音スピーカーは、高さ  $1.6m$ 、壁面から  $0.2m$  離れた位置に 4 つ置く
  - $(0.6, 2.0, 2.0)$ 、 $(1.0, 2.0, 2.0)$ 、 $(1.0, 2.4, 2.0)$ 、 $(0.6, 2.4, 2.0)$  を底面とし、高さが  $0.4m$  の立方体の空間でエネルギーを最小化する
  - 標準大気圧で、乾燥しており、温度は  $20$  度とする。

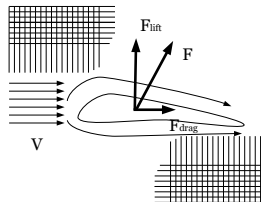
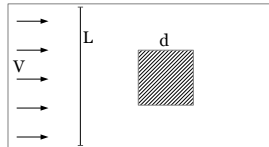




# 問題 8

## 流体力学

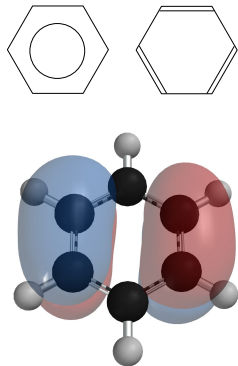
- 二次元翼として、ジューコフスキー翼の迎え角と揚力の関係を求めたい。
- だが、少し難しいので、平面板間を流れる二次元的な流体に図のように正方形の障害物を置いた際の流れの乱れをシミュレーションせよ。
  - 非圧縮性流体を仮定する。適当な流体（空気、あるいは水）を仮定せよ。
  - 管の太さ、あるいは障害物の大きさを変えるとどのようなふるまいをするだろうか。



# 問題 9

## ベンゼン

- ベンゼン分子の電子軌道を計算することで、ベンゼンの炭素-炭素間結合が「1.5 重結合」であることを確認したい。
  - いわゆる「ハートリー・フォック法」を用いること。
  - 基底関数系に適切なガウス基底を用いること。
  - ベンゼン分子中の各原子の位置は予め与えてよい。
  - まずは、水素分子で試すこと。



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benzene-HOMO-transparent-3D-balls.png>

# 問題の難易度や傾向

1. 熱伝導



2. 球充填



3. スイングバイ



4. トンネル効果



5. コンデンサ



6. PET-ロケット



7. 空間消音



8a. 流れの乱れ



8b. 翼



9. ベンゼン

