

具体的な問題

遠藤 亘 岩崎 慎太郎

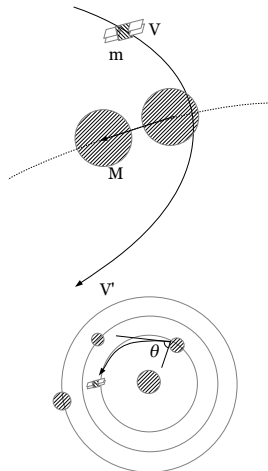
情報理工学系研究科 修士 1 年 田浦研究室

2015-05-07

問題 1

探査衛星とスイングバイ

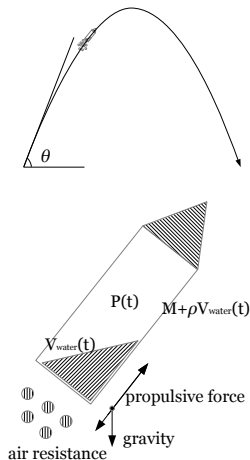
- 太陽系外に探査機を打ち出したい。打ち上げ日時と位置を求めよ。
 - (ボイジャーの打ち上げられた) 1970 年代に打ち上げる。
 - 最初のスイングバイまでに太陽を一周しない。
 - 地上発射時の初速は 14.2km/s で、地球を黄道面で切った時の断面円周上のどこから打ち上げても良い
 - 探査機の重さは 750kg 。ロケットからの分離は考えない
 - 惑星 (太陽～土星まで) は太陽を中心に円軌道を描き、全て同一平面上で運動するとする
 - 地球の自転の影響を無視して地上から垂直に打ち上げたとする



問題 2

飛行距離

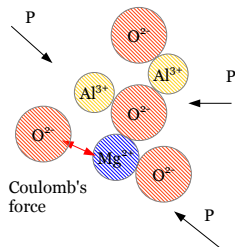
- ペットボトルロケットを遠くまで飛ばしたい。
最適な水の量、圧力、打ち上げ角度はいくつか？
 - 標準大気圧、25 度で乾燥しており、無風
 - 空気は粘性のない、比熱比 1.4 の理想気体
 - ペットボトルは半径 45mm で容積 1.5L の円柱で、耐圧 0.6MPa
 - ノズルは直径 4mm、ロケットの先端は頂角 60 度の円錐
 - 水を除いたロケット全体の重さは 150g
 - 翼はなく、揚力は考えない



問題 3

結晶構造

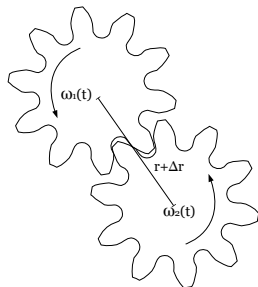
- スピネル $MgAl_2O_4$ の結晶構造を、とても簡便な分子動力学的な計算によって求めたい。スピネルの密度はどれくらいの精度で計算できるだろうか？
 - イオン半径等のパラメータは適当なものを用いてよい。
 - 圧力などは、適当なものを用いること。



問題 4

歯車

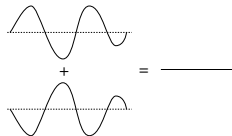
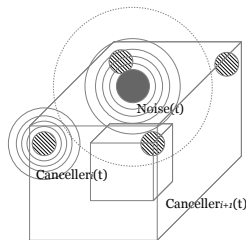
- 歯数 5 同士でかみ合う二次元の歯車を設計し、片方を一定角速度で回転させたときのもう片方の角速度の滑らかさを、シミュレーションで評価せよ。
 - 軸間距離などを変えた際に、歯車の形によってどのような変化が生じるだろうか。
 - 図のようにカクカクした歯車を作ると、角速度はどのような変化をするだろうか。



問題 5

空間消音

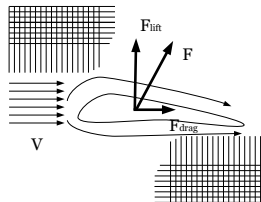
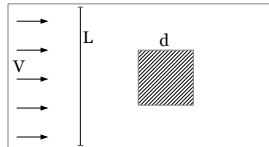
- 救急車のサイレン音打消しをモデルとして、空間の消音をしたい。消音スピーカーから各々どのような波を出せばよいか
 - 幅 (x 軸) $1.6m$ 、長さ (y 軸) $3.6m$ 、高さ (z 軸) $2m$ の大きさの直方体を考え、上面端に $(0, 0, 0)$ 座標を置く
 - $960Hz$ で振幅 1 の正弦波を出すサイレンが $(0.8, 1.8, 0)$ の位置にある
 - 消音スピーカーは、高さ $1.6m$ 、壁面から $0.2m$ 離れた位置に 4 つ置く
 - $(0.6, 2.0, 2.0)$ 、 $(1.0, 2.0, 2.0)$ 、 $(1.0, 2.4, 2.0)$ 、 $(0.6, 2.4, 2.0)$ 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 6

翼へ...

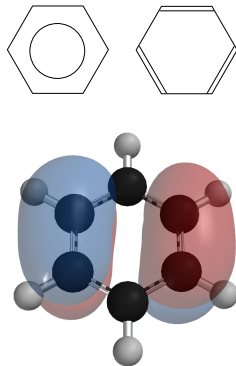
- 二次元翼として、ジューコフスキー翼の迎え角と揚力の関係を求めたい。
- だが、少し難しすぎるので、平面板間を流れる二次元的な流体に図のように正方形の障害物を置いた際の流れの乱れをシミュレーションせよ。
 - 非圧縮性流体を仮定する。適当な流体（空気、あるいは水）を仮定せよ。
 - 管の太さ、あるいは障害物の大きさを変えるなどどのようなふるまいをするだろうか。



問題 7

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。
 - 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。



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

問題：まとめ

- 探査衛星とスイングバイ
- ペットボトルロケットの飛行距離
- スピネルの結晶構造
- 歯車の回転
- 空間消音
- 流体の流れ
- ベンゼンの電子軌道