

初年次ゼミ問題例

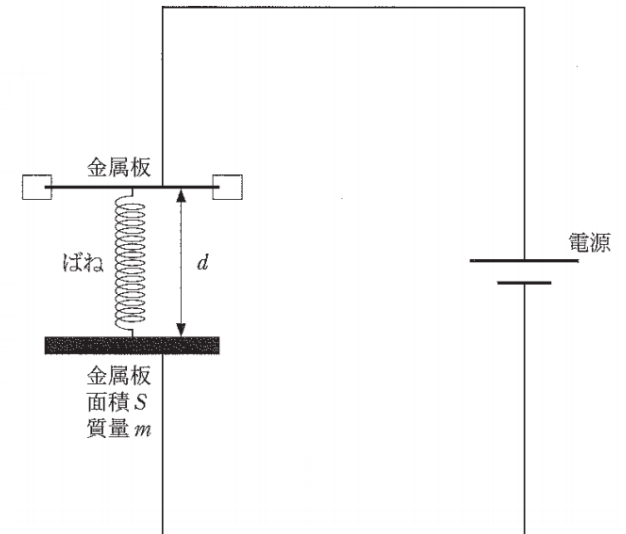
TA 中澤

懐かしの問題

第2問 真空中に置かれた、ばねを組み込んだ平行板コンデンサーに関する以下の設問に答えよ。

I 図2—1のように、同じ面積 S の2枚の金属板からなる平行板コンデンサーが電源につながれている。2枚の金属板は、ばね定数 k の絶縁体のばねでつながれており、上の金属板はストッパーで固定されている。下の金属板は質量 m をもち、上の金属板と平行のまま上下に移動し、上の金属板との間隔を変化させることができる。

電源の電圧を V にしたところ、ばねは自然長からわずかに縮み、金属板の間隔が d となる位置で静電気力とばねの弾性力が釣りあい、下の金属板は静止した。



- (1) 金属板間に働いている静電気力の大きさを求めよ。
- (2) ばねに蓄えられている弾性エネルギーを求めよ。
- (3) この状態から、下の金属板を引っ張り、上の金属板との間隔を d から $d + \Delta$ までわずかに広げてはなすと、下の金属板は釣り合いの位置を中心に単振動した。この単振動の周期を求めよ。

Before After

第2問 真空中に置かれた、ばねを組み込んだ平行板コンデンサーに関する以下の設問に答えよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 とし、ばね自身の誘電率による電気容量の変化は無視できるとする。また、金属板は十分広く端の効果は無視できるものとし、金属板間の電荷の移動は十分速くその移動にかかる時間も無視できるものとする。さらに、金属板の振動による電磁波の発生、および重力の影響も無視できるとする。

I 図2-1のように、同じ面積 S の2枚の金属板からなる平行板コンデンサーが電源につながれている。2枚の金属板は、ばね定数 k の絶縁体のばねでつながれており、上の金属板はストッパーで固定されている。下の金属板は質量 m をもち、上の金属板と平行のまま上下に移動し、上の金属板との間隔を変化させることができる。

電源の電圧を V にしたところ、ばねは自然長からわずかに縮み、金属板の間隔が d となる位置で静電気力とばねの弾性力が釣りあい、下の金属板は静止した。

- (1) 金属板間に働いている静電気力の大きさを求めよ。
- (2) ばねに蓄えられている弾性エネルギーを求めよ。
- (3) この状態から、下の金属板を引っ張り、上の金属板との間隔を d から $d + \Delta$ までわずかに広げてはなすと、下の金属板は釣りあいの位置を中心に単振動した。この単振動の周期を求めよ。ただし、 $|a|$ が1より十分小さい実数 a に対して成り立つ近似式、 $(1 + a)^{-2} \approx 1 - 2a$ を用いてよい。なお、電源の電圧は V で一定に保たれている。

第2問 真空中に置かれた、ばねを組み込んだ平行板コンデンサーに関する以下の設問に答えよ。

I 図2-1のように、同じ面積 S の2枚の金属板からなる平行板コンデンサーが電源につながれている。2枚の金属板は、ばね定数 k の絶縁体のばねでつながれており、上の金属板はストッパーで固定されている。下の金属板は質量 m をもち、上の金属板と平行のまま上下に移動し、上の金属板との間隔を変化させることができる。

電源の電圧を V にしたところ、ばねは自然長からわずかに縮み、金属板の間隔が d となる位置で静電気力とばねの弾性力が釣りあい、下の金属板は静止した。

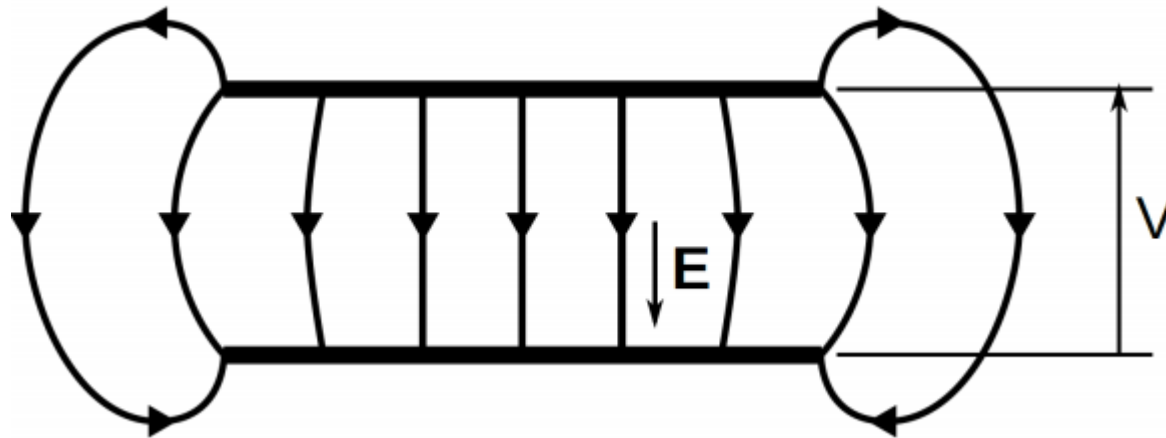
- (1) 金属板間に働いている静電気力の大きさを求めよ。
- (2) ばねに蓄えられている弾性エネルギーを求めよ。
- (3) この状態から、下の金属板を引っ張り、上の金属板との間隔を d から $d + \Delta$ までわずかに広げてはなすと、下の金属板は釣りあいの位置を中心に単振動した。この単振動の周期を求めよ。

What's been missed!

- ばね自身の誘電率による電気容量の変化が無視できない
- 金属板は十分広くないため端の効果は無視できない
- 金属板間の電荷の移動時間が無視できない
- 金属板の振動による電磁波の発生が無視できない
- 重力の影響が無視できない etc.

エッジ効果

- キャパシタ間の電界は一様ではない
- 微小区間に分割して数値的に静電容量を求めていく

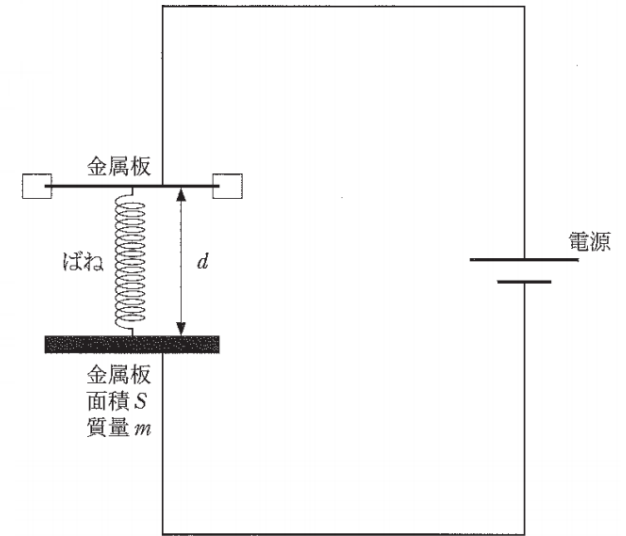


問題例1

第2問 真空中に置かれた，ばねを組み込んだ平行板コンデンサーに関する以下の設問に答えよ。

I 図2—1のように，同じ面積 S の2枚の金属板からなる平行板コンデンサーが電源につながれている。2枚の金属板は，ばね定数 k の絶縁体のばねでつながれており，上の金属板はストッパーで固定されている。下の金属板は質量 m をもち，上の金属板と平行のまま上下に移動し，上の金属板との間隔を変化させることができる。

電源の電圧を V にしたところ，ばねは自然長からわずかに縮み，金属板の間隔が d となる位置で静電気力とばねの弾性力が釣りあい，下の金属板は静止した。



- (1) 金属板間に働いている静電気力の大きさを求めよ。
- (2) ばねに蓄えられている弾性エネルギーを求めよ。
- (3) この状態から，下の金属板を引っ張り，上の金属板との間隔を d から $d + \Delta$ までわずかに広げてはなすと，下の金属板は釣り合いの位置を中心に単振動した。この単振動の周期を求めよ。

問題例2：二重振り子

- 例を見てみよう
 - <https://www.youtube.com/watch?v=zVWInnsn9bU>
- カオスが観測できる
- 誤差とシミュレーション結果との関係を見る
 - 時間区間の大小
 - 単精度, 倍精度 or more