

物理学II、2018年度中間試験

(2018年12月6日実施)

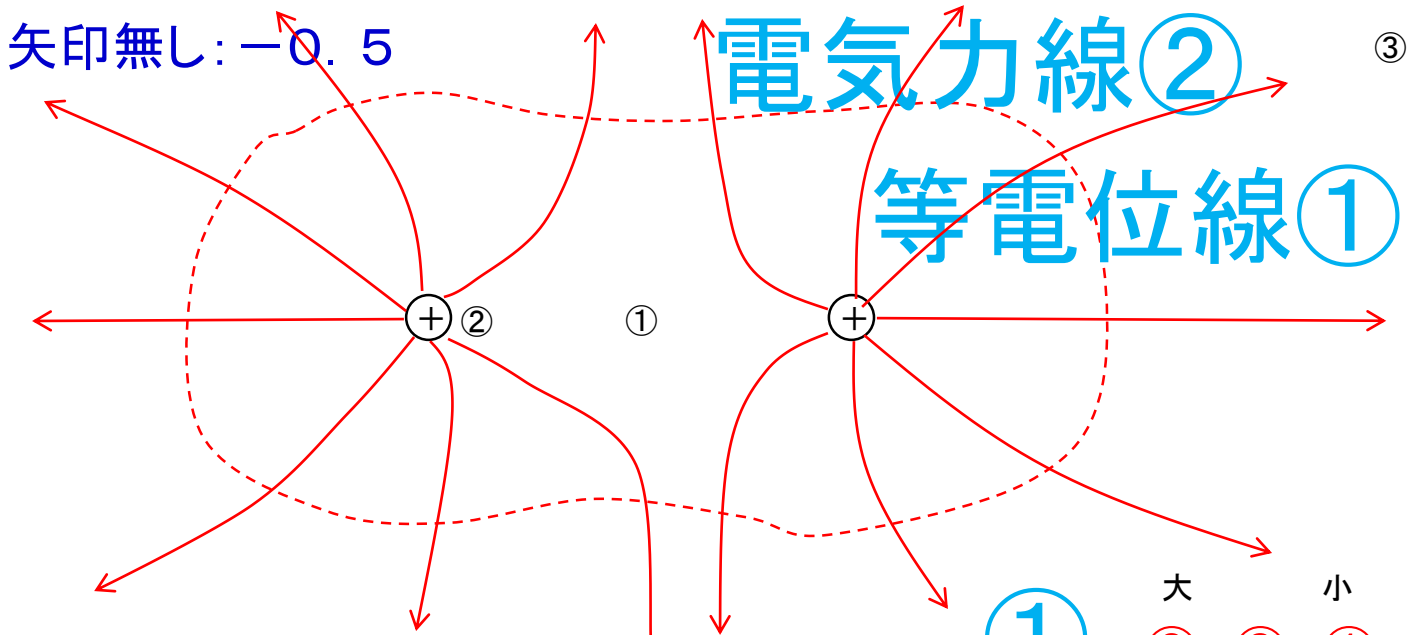
注意

1. 開始の合図があるまで、問題・解答用紙を開いてはいけません。
2. 問題・解答用紙は全部で3枚です。表紙と問題が[1]～[12]の5ページあります。試験開始後に確認して下さい。
3. 下の記入欄に学生番号と名前を忘れずに記入して下さい。
4. 試験開始後30分経てば退室してもかまいません。
5. 机の上に置けるものは、鉛筆(シャープペン)、消しゴム、学生証です。定規は置いてもいいですが無くても問題ありません。
6. スマホ・携帯電話の電源は切して下さい。(時計としての使用は不可)
7. 数値で答える問題は単位をつけて答えて下さい。有効桁は気にしなくてよいです。
8. 答えが合っていれば満点ですが、答えが間違っている場合でも余白や[求め方]の欄に求め方が書いてあると、部分点がつく場合があります。説明や解き方を問う問題では、その指示に従って下さい。

学生番号: _____

氏名: _____

[1a] 下のように何もない空間に電荷の等しい正電荷が二つある。この二つの電荷を含む平面上の電気力線の様子を書け。また、等電位線を点線で1本以上書け(1本でもよい)。



[1b] 3つの点①②③における電場の大きさ(絶対値)を大きい順に並べよ。
ただし、①は2つの電荷のちょうど中間とする。

大 小
② ③ ①
答: → →
高 低

[1c] 3つの点①②③における電位を高い順に並べよ。

①
答: ② → ① → ③

[1d] 3つの点①②③に正電荷がある場合、その位置エネルギーが最も小さいのはどの位置にある場合か？

①
答: ③

[2] 右図のように平行な2枚の金属板がある。間隔は 8 cm である。
これに 24 V の電圧をかけた。

[2a] この平行な金属板間の電場の強さはいくらか。

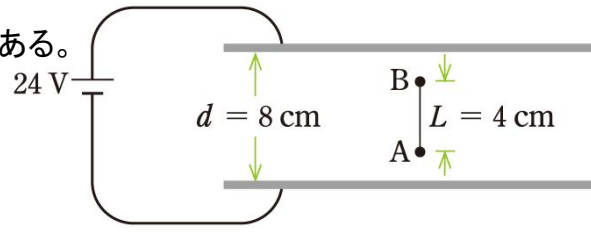


図 6

①
答: 300 V/m

[2b] 点Aに $3 \times 10^{-6} \text{ C}$ の正電荷を置いた。この電荷に作用する電気力はいくらか。

①
答: 大きさ: $9 \times 10^{-4} \text{ N}$ 向き(矢印, 言葉等で表現せよ): BからAの向き

[2c] この電荷を点Aから点Bに運ぶのに必要な仕事はいくらか。

①
答: $3.6 \times 10^{-5} \text{ J}$

合計⑨

[3] 摩擦電気(静電気)の起こるしくみを説明せよ。

2

物質によって、電子を物体に結びつける力が異なる。

2つの異なる物質を接触させて引き離すと

電子を結びつける力の弱い物質から電子を結びつける力の強い物質に電子が移る。

電子を結びつける力の弱い物質はプラスに帯電し、強い物質はマイナスに帯電する。

[4] 一般的な金属製の長い導線(断面積A、長さL)の抵抗Rについて以下の問いに答えよ。

[4a] 導線の抵抗Rは、導線の長さLとどのような関係があるか、以下の中から正しいものに○をつけよ。

答: L^2 に比例 L に比例 $\sqrt{L}$ に比例 L と無関係 $\sqrt{L}$ に反比例 L に反比例 L^2 に反比例

[4b] 導線の抵抗Rは、導線の断面積Aとどのような関係があるか、正しいものに○をつけよ

答: A^2 に比例 A に比例 $\sqrt{A}$ に比例 A と無関係 $\sqrt{A}$ に反比例 A に反比例 A^2 に反比例

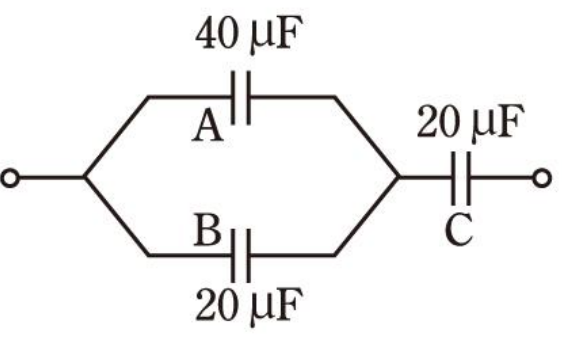
[5] 金属の抵抗が、温度で変化する例を挙げて、温度とのおおまかな関係を説明せよ。授業でも実験をしたが、別の例でも良い。

2

例: 電球のフィラメントの抵抗(授業で実験した。)

温度が高くなると抵抗が大きくなる。

[6a] 下の図のように3個のキャパシターをつないだ場合の合成容量を求めよ。



1

答: 15 μF

[6b] 上の図の両端に 10 V の電位差を与えると、C の極板間の電位差はいくらか。

1

合計⑧

答: 7.5 V

[7a] 右の図の赤点線の部分の合成抵抗を求めよ。

①

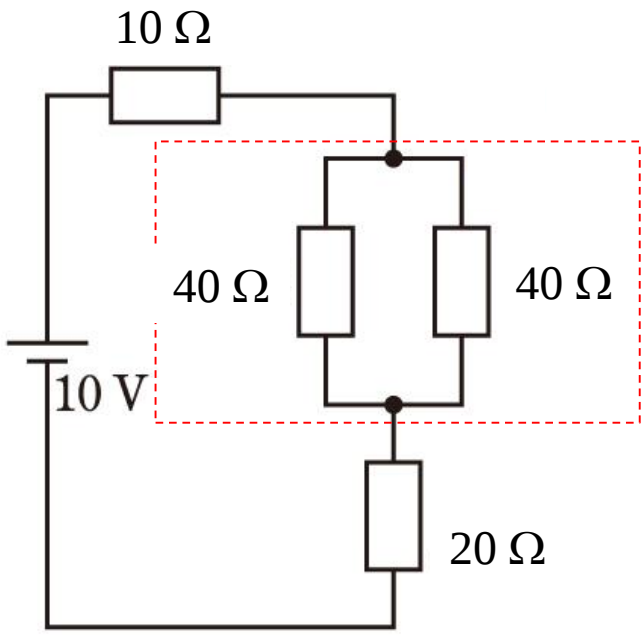
答: 20 Ω

[7b] 回路全体の抵抗を求めよ
電池の内部抵抗はないものとする。

①

答: 50 Ω

[7c] 10 Ω の抵抗に流れる電流を計算せよ。



①

合: 0.2 A

[7d] 10 Ω の抵抗の消費電力を計算せよ。

①

答: 0.4 W

[7e] 電池のした仕事量(電力量)は、1 分間でいくらか。

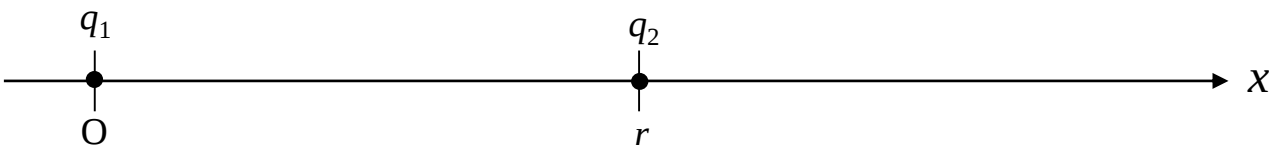
①

答: 120 J

[8] 電場のガウスの法則とはどのような法則かを説明せよ。図を用いてもよい。

②

[9] 下の図のように電荷 q_1 が原点 O にあり、電荷 q_2 が $x = r$ にある。
 この状態から電荷 q_2 が無限遠 ($x = +\infty$) まで移動するとき、電荷 q_2 に働くクーロン力のする仕事 W はどれだけか。導き方(考え方でもよい)も示せ。



[導き方]

①

$$\begin{aligned}
 W &= \int_r^{\infty} F(x) \, dx \\
 &= \int_r^{\infty} \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2} \, dx \\
 &= \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \int_r^{\infty} \frac{dx}{x^2}
 \end{aligned}$$

1/x² の原始関数

$$\begin{aligned}
 &= \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{-1}{x} \right]_r^{\infty} \\
 &= \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \left\{ 0 - \left(\frac{-1}{r} \right) \right\} \\
 &= \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r} = U(r)
 \end{aligned}$$

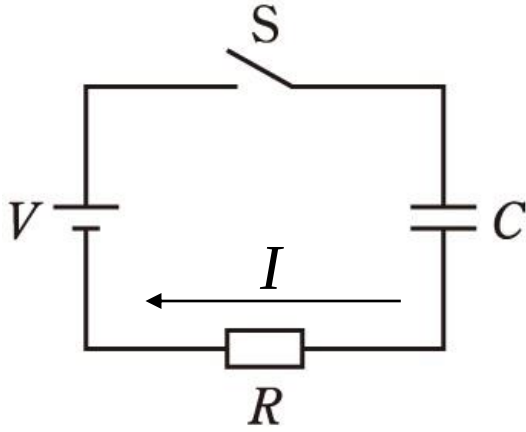
別解: 基準点にいくときに保存力のする仕事なので位置エネルギーである。

①

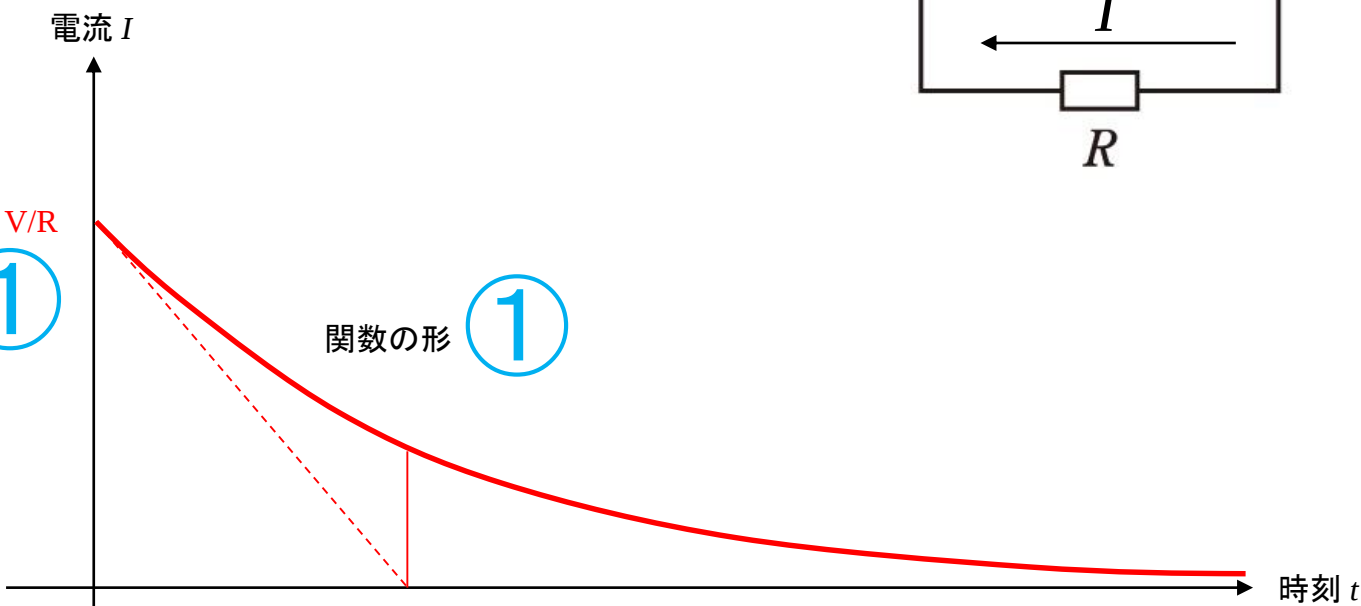
$$\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

答:

[10] 右の図のCR回路のスイッチSを時刻 $t = 0$ に閉じた。
 スイッチを閉じたとき、キャパシターCには電荷は溜まっていなかったとして、回路に流れる電流 I がどのように変化するかのグラフに書け。関数の式をかかなくてもおおよその形が合っていれば満点であるが、 $t = 0$ のときの電流 I の値と、時定数がわかるように書くこと。



①



関数の形

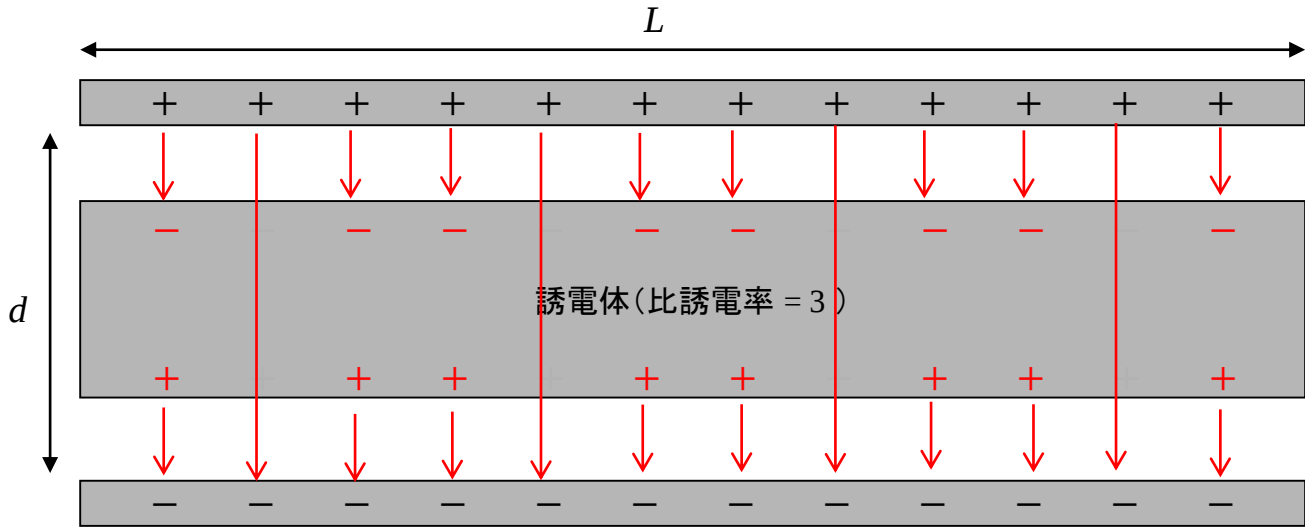
①

①

合計⑤

[11a] 下の図は充電されている平行板キャパシターで、極板間には比誘電率が 3 の誘電体が入っている。図の中には自由電荷のみ書き込んであるが、図中に誘導電荷と電気力線を書き込め。電気力線や誘導電荷の数は比誘電率が3あることを考慮して書くこと。ただし、 $L \gg d$ とする。

電気力線②誘導電荷①



③

[11b] 上の図において、極板と誘電体の間の隙間が、誘電体の厚みに対して無視できるほど小さい場合、このキャパシターの電気容量は、誘電体がない場合の何倍か？

①

答: 3 倍

[11c] 上の図において、誘電体の厚みが $d/2$ の場合、このキャパシターの電気容量は、誘電体がない場合の何倍か？

$2C_0$ と $6C_0$ の直列と考えると、
 $1/C = 1/(2C_0) + 1/(6C_0) = 4/(6C_0) = 2/(3C_0)$

①

答: 1.5 倍

[12] セントエルモの火とは何か説明せよ。図を用いてよい。

授業では、動画や写真を見せて説明しました。

②

合計⑦