

物理学II、2019年度中間試験

(2019年11月28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等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: _____

[1] 断面積が 2.0 mm² の銅線 10 m の電気抵抗を求めよ。ただし銅の電気抵抗率は $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ とする。

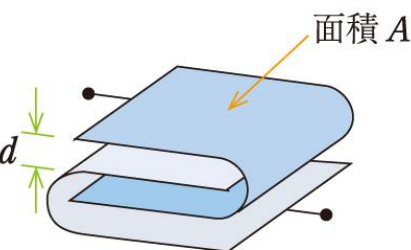
$$R = \rho \frac{L}{A} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{10}{0.000002} = 0.085$$

指数違い:0.7
①

0.5

答: 0.085 Ω

[2] 下の図のようなサンドウィッチ型のキャパシターの電気容量を求めよ。極板間は真空として、図中の記号、真空の誘電率 ϵ_0 を用いてよい。わからない場合、○に比例する、○に反比例するとだけでも書くと部分点が与えられる。図の面積 A は折り曲げた後の面積で、極板を折り曲げる前の展開した面積ではない。



3無 0.5
Aに比例 0.2
Dに反比例 0.2

①

$$\frac{3\epsilon_0 A}{d}$$

答: _____

[3a] 下のように何も無い空間に電荷の絶対値の等しい正負の電荷が二つある。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)。

等電位線①

電気力線② 矢印無し: -0.5

③



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

①

強 ② ① ③ 弱

答: → →

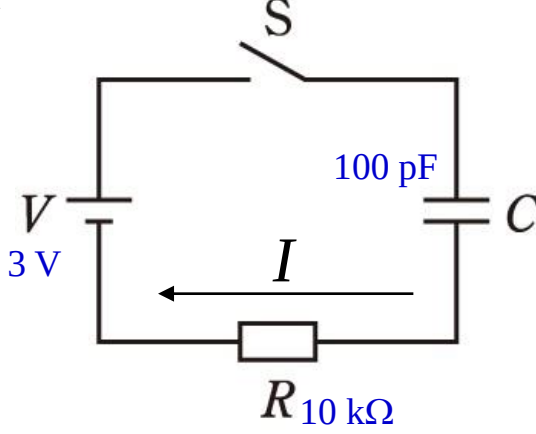
[3c] 3つの点①②③に正電荷がある場合、その位置エネルギーが最も大きいのはどの位置にある場合か？

①

合計⑦

答: ②

[4] 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、キャパシターには電荷は溜まっていなかったとする。電池の起電力は 3 V ，キャパシターの電気容量は 100 pF ，抵抗器の抵抗の大きさは $10\text{ k}\Omega$ とする。
[4a] スwitchを閉じた直後の電流 I はいくらか。図の矢印の向きを正とする。



①
答: $3 \times 10^{-4}\text{ A}$

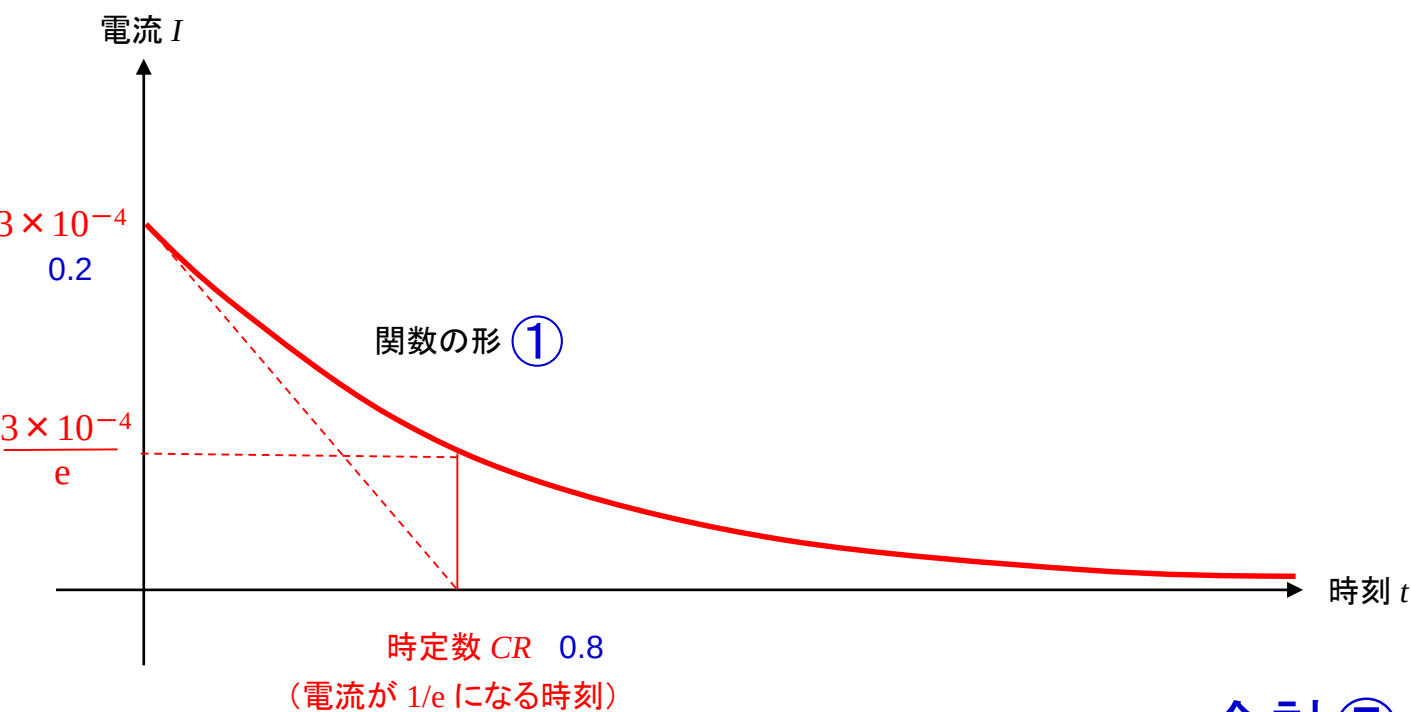
[4b] この回路の時定数はいくらか。

①
答: 10^{-6} s

[4c] 電流 I を時刻の関数として表せ。
(ヒント:a,bの答えを上手く使う。)

記号のまま:0.9
①
答: $I(t) = 3 \times 10^{-4} e^{-10^6 t}$

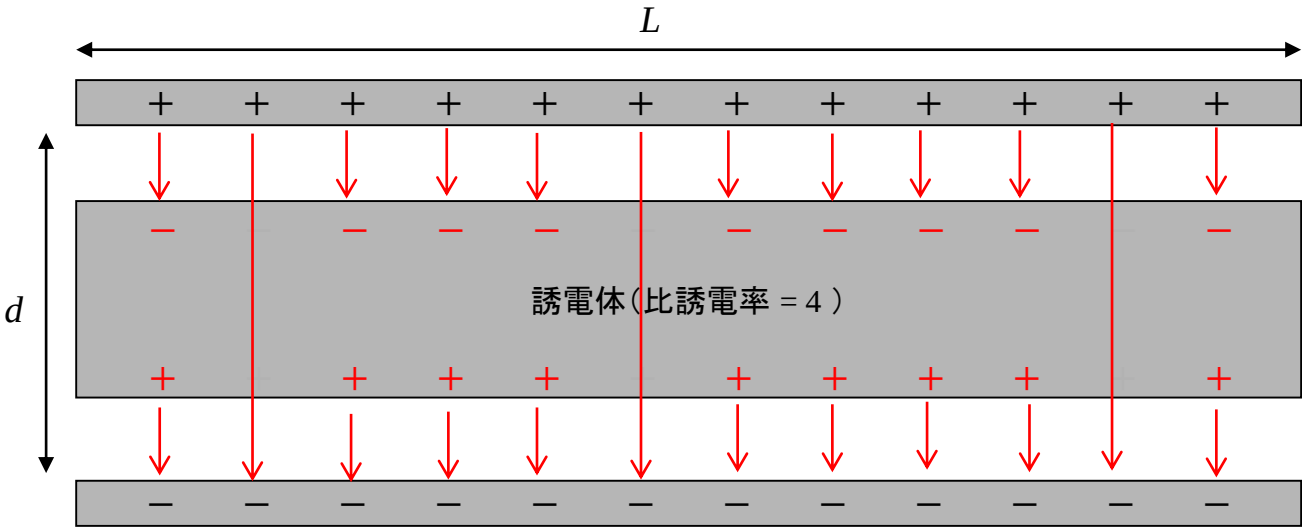
[4d] 電流 I (上の関数)をグラフに書け。時定数がグラフのどこに対応するかもわかるように書け。



合計⑤

[5a] 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 4 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4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①誘導電荷①



[5b] 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: 4 倍

[5c] 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 $8C_0$ の直列と考えると、
 $1/C = 1/(2C_0) + 1/(8C_0) = 5/(8C_0) = 2/(3C_0)$

① 答: 1.6 倍

[6] 下の図の2点 A, B の電位差 $V_A - V_B$ を求めよ。図中の記号、真空の誘電率 ϵ_0 を用いてよい。

$$V_A = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 d} + \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 (2d)} = \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 d}$$

$$V_B = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 (2d)} + \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 d} = 0$$

合計⑥ 答: $\frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 d}$

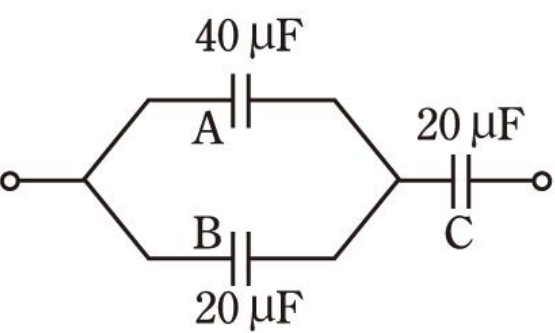
[7] 避雷針のしくみを説明せよ。授業では避雷針の2つの効果を説明した。図を用いてよい。

②

[8] 金属、半導体、絶縁体の抵抗の温度依存性について説明せよ。図を用いてよい。(なぜそうなるかの説明がなくても満点である。)

②

[9a] 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

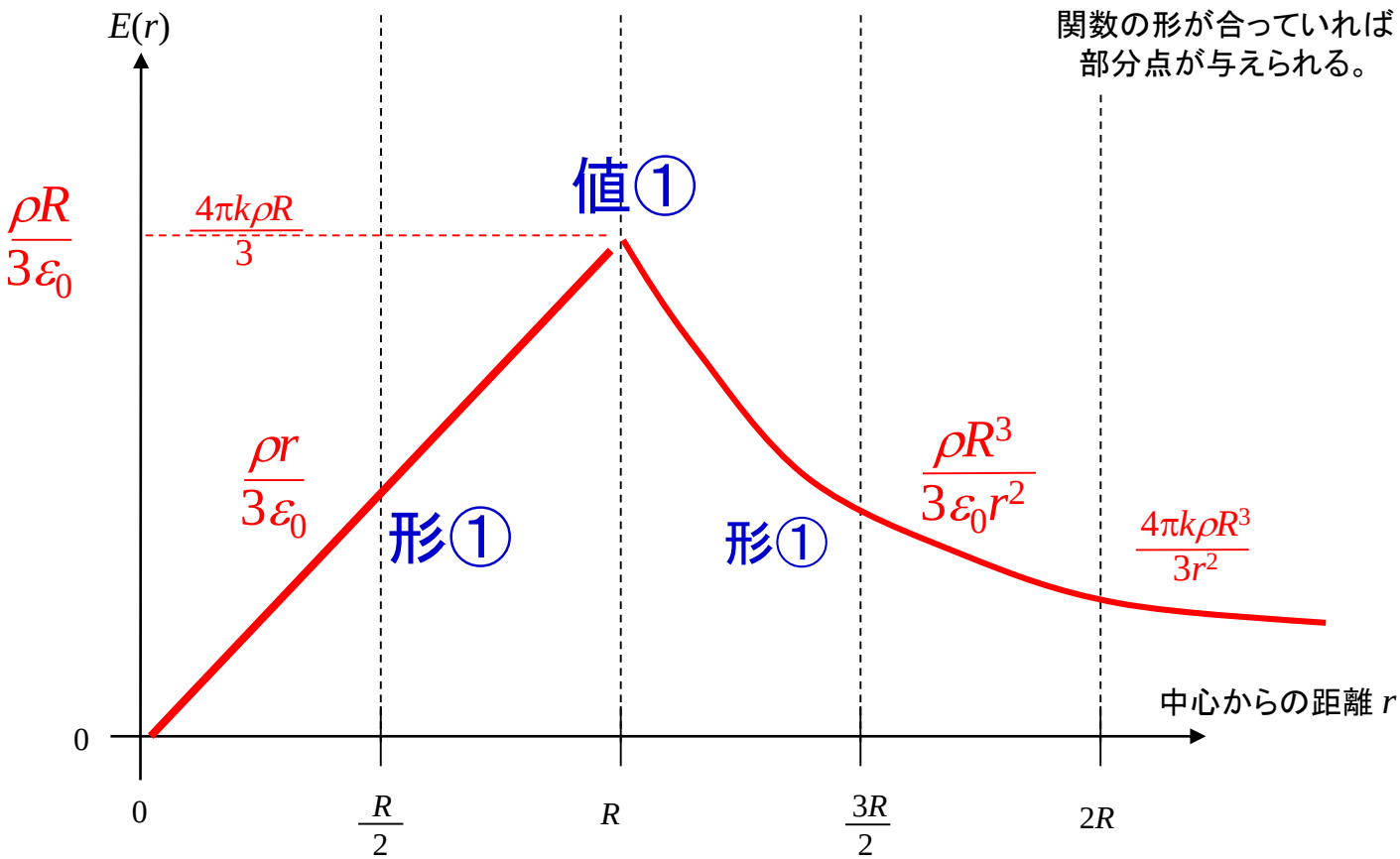
[9b] 上の図の両端に 10 V の電位差を与えると、C の極板間の電位差はいくらか。

①

合計⑥

答: 7.5 V

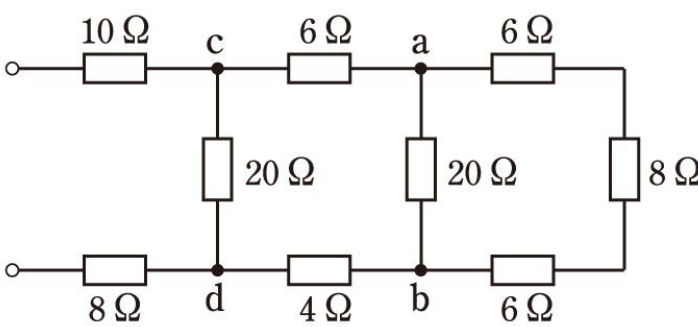
[10] 電荷密度 $\rho > 0$ [C/m³] の半径 R の均一な球がある。中心からの距離が r における電場の強さ $E(r)$ を図示せよ。縦軸の値や、具体的な関数の式も書くこと。(実際は電荷は表面のみに存在することが多いが、もしあればという話)



[11] 右の図の合成抵抗を求めよ。

①

答: 28 Ω



[12a] 豆電球を起電力が1.5 V の電池に接続したら 0.2 A の電流が流れた。電球の両端の電圧は 1.4 V だった。電池の消費電力はいくらか。
 電球の消費電力とするつもりでした。電球の消費電力 0.28W, 電池の内部抵抗の消費電力 0.02 W, 電池の仕事率 0.3W のいずれでも満点
 [12b] この電球を 1 分間点灯させたとき、電球での消費電力量 はいくらか。

①
 答: 0.02, 0.28, 0.3 W

①
 答: 16.8 J

[12c] 電池の内部抵抗はいくらか。電池の内部抵抗と電球の抵抗以外は無視してよい。

合計⑦
 答: 0.5 Ω ①