

物理学II-B 2018年度期末試験

(2019年2月1日実施)

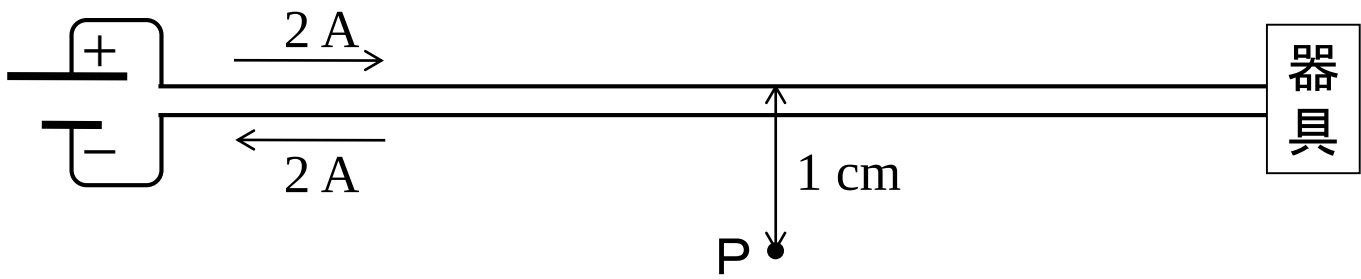
注意

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4枚です。表紙と問題が[1]～[15]の6ページあり、表紙の裏は白紙です。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。
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もあります。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] 下の図のように電池と電気器具が導線で接続されており 2 A の電流が流れている。2つの導線の間隔は 1 mm である。点Pと電流が右向きに流れている導線との距離は 1 cm である。導線は十分に長いとして以下の問に答えよ。



[a] 右向きに流れる電流が点Pにつくる磁場の向きを答えよ。言葉で表現しても矢印や記号で表現してもよい。

紙面の手前から奥, ⊗ ①

答: _____

[b] 右向きに流れる電流が点Pに作る磁場の大きさを有効桁 1 桁で答えよ。公式の定数倍の間違い等は部分点が与えられるので、求め方も書いておくように。(求め方の無い間違いは 0 点)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 0.01} = 4 \times 10^{-5}$$

磁場 H
30 A/m
でも満点

公式の定数倍の間違い: 半分
(I/d が合っていれば)

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

② $4 \times 10^{-5} \text{ T}$
N/Am

答: _____

[c] 点Pの磁場(右向きと左向きの電流がつくる磁場)の大きさは [1b] の大きさの何倍か。有効桁 1 桁で答えよ。

[求め方]

距離 d 以外の部分は同じであり d は分母にあるので
 左向きの電流のつくる磁場は、右向きの電流がつくる
 磁場の大きさの $1/0.9 \div 1.11$ 倍で向きは逆。
 よって磁場の重ね合わせの原理より 0.11 倍

②

合計⑤ 0.1 倍

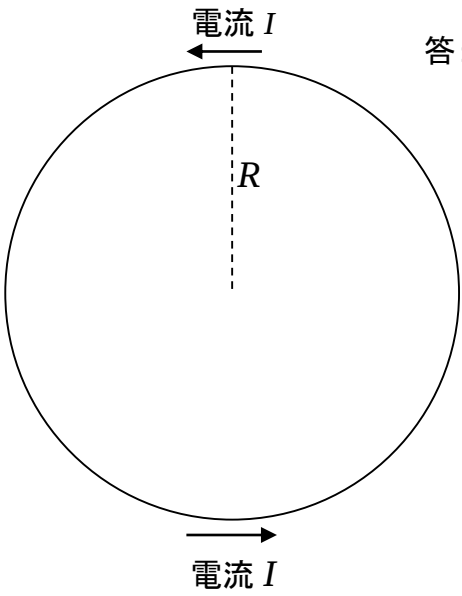
答: _____

[2] 図のように半径 R の円形の超伝導の導線に電流 I が流れている。ビオ-サバールの法則

を用いて円の中心における磁場の強さ(絶対値)を求めよ。導き方も示せ。

$$\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta s \times r}{4\pi r^3}$$

$$\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta s \sin \theta}{4\pi r^2}$$



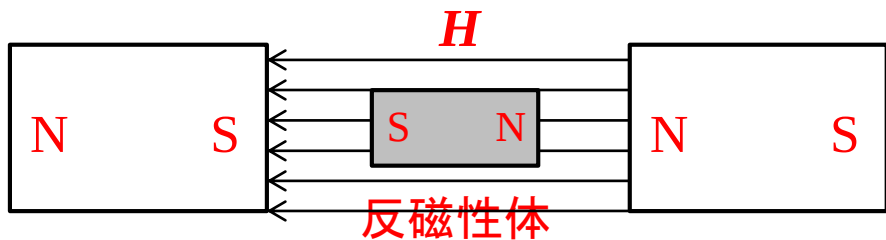
答:[導き方]

①

$$\begin{aligned} & \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \Sigma \Delta s \\ &= \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \times 2\pi R \end{aligned}$$

磁場の大きさ: $\frac{\mu_0 I}{2R}$ ①

[3] 反磁性体がどのように磁場中で磁化するか、図を用いて説明せよ。



②

磁場中に反磁性体を置くと
図のように磁場と逆向きに磁化する。

[4a] 富山(西日本)の家庭用の一般的な電源(コンセント)の周波数は何Hzか。西日本と東日本で異なるが東日本の値でも6割の点数が与えられる。

① 答: 60 Hz

[b] 上の電源の電圧の実効値は 100 V だが、最大値はいくらか。
有効桁3桁で答えよ。

① 答: 141 V

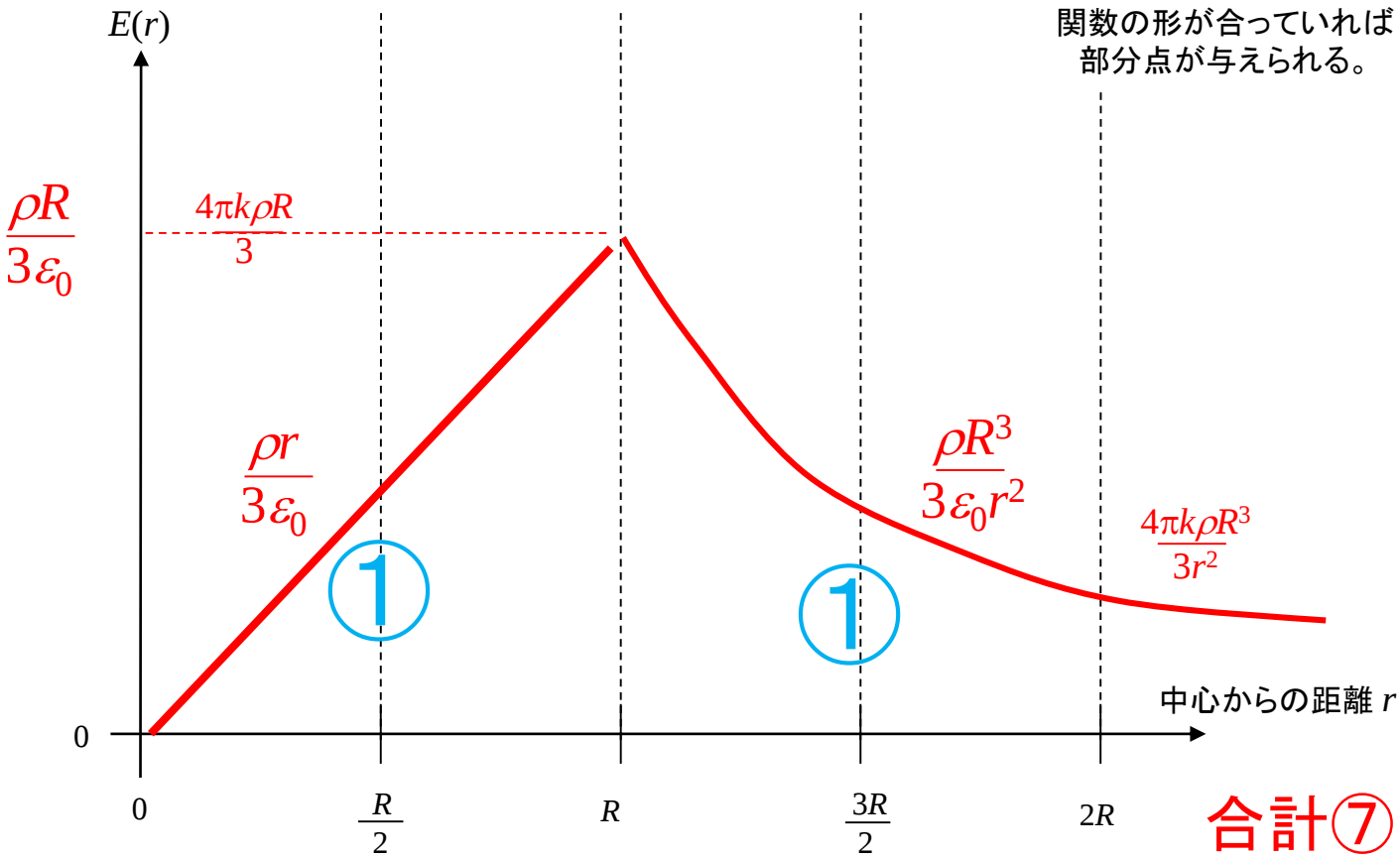
[5] 自己インダクタンスが 0.1 H のコイルと 0.15 H のコイルを直列に接続した。全体を1つのコイルと考えると、このコイルの自己インダクタンスはいくらか？

[求め方]

合計⑦

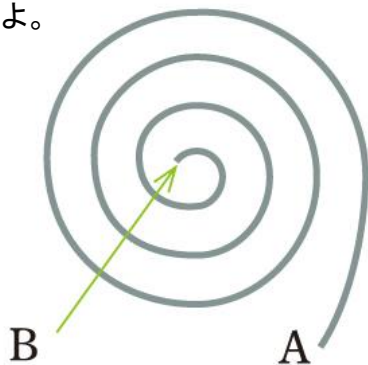
① 答: 0.25 H

[6] 電荷密度が $\rho > 0$ [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。



[7] 一様な磁場がかかっているが、電場はかかっていない物質中での電子の軌跡が図のようになった。物質中では、電子は減速するとして以下の問に答えよ。
[a] 電子の運動方向は A→B か B→A か。理由も示せ。

電子が減速しなければ、電子は円運動（サイクロトン運動）をする。
サイクロトン運動の半径は、
電子の速度に比例する。
減速すると半径が小さくなるので、
A→Bである。これだけで1.8
半径が速度に比例することを式で示していれば、満点。

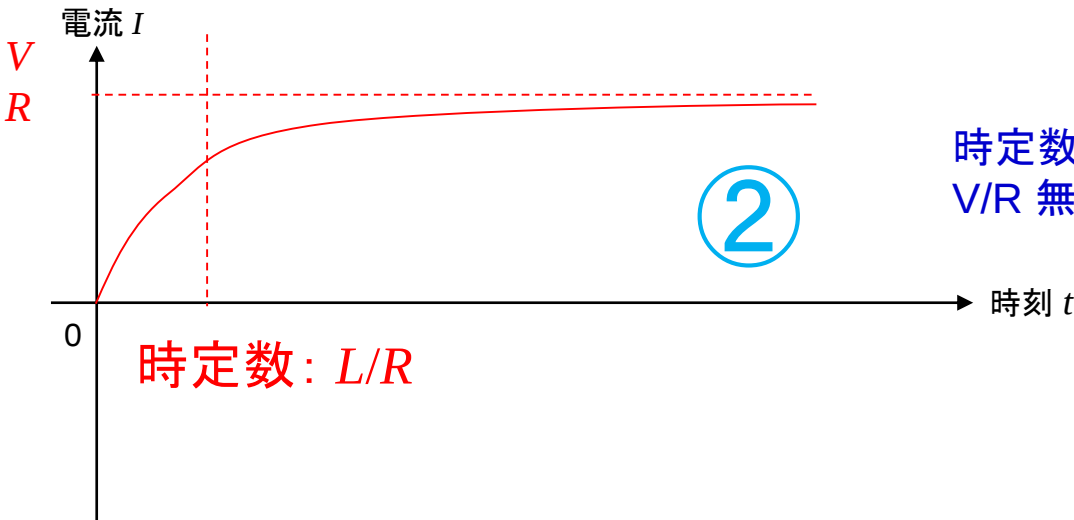
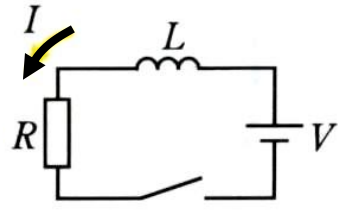


合計⑤

[b] 磁場の方向を言葉、または矢印や記号で答えよ。答： 紙面の奥から手前 ①

[8] 右の図の回路のスイッチを時刻 $t = 0$ に閉じた(入れた)。

[a] 電流の変化の概要を下のグラフに書け。関数の具体的な記載がなくても関数の形状が合っており、時定数等のグラフの縦軸と横軸の大きさを示す値の記載があれば満点である。



時定数無し: -0.5
 V/R 無し: -0.3

[b] スwitchを閉じた後の V, L, R, I の関係式(すべての変数や定数が入った式)を書け。微分や積分を用いてもよい。

答: 1 $V - L \frac{dI}{dt} = RI$

[c] 十分時間が経ったとき、コイルに蓄えられているエネルギーはいくらか。
 L, R, V を用いて答えよ。

$\frac{1}{2}$ なし: 0.2 1 $\frac{1}{2} LV^2/R^2$

答: $\frac{1}{2} LI^2$

[9] 一様な磁場 B 中で、電流 I が流れている単位長さ(1 m)の直線の導線に作用する力 F の大きさと向きについて説明せよ。問題文にない記号や変数を導入して説明してもよい。図を用いてもよい。

力の大きさは $BI \sin \theta$ である。 θ は電流の向きと磁場の向きのなす角である。力の方向は電流にも磁場にも垂直である。
 I を電流の向きの大きさが I のベクトルとすると $F = I \times B$ である。

2

合計⑥

[10] 右の図のRLC回路について以下の問に答えよ。図中の記号を用いてよい。

[a] 共振周波数はいくらか。

①

$$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

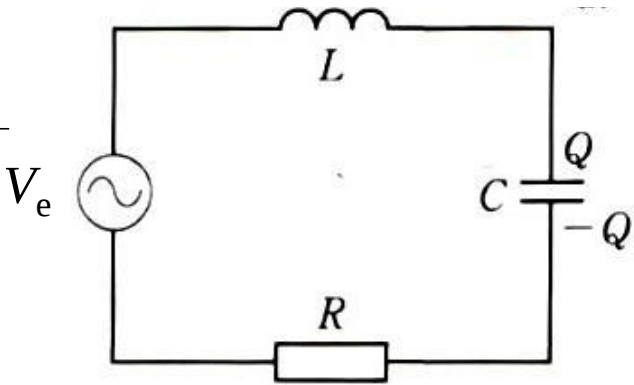
答: _____

[b] 交流電源の周波数が [a] で求めた共振周波数のときの回路のインピーダンス Z はいくらか。

①

$$R$$

答: _____



[c] 交流電源の角周波数が ω のとき、回路のインピーダンス Z はいくらか。

①

$$\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}$$

答: _____

[d] [c] のとき、回路を流れる電流の実効値 I_e を求めよ。[c] の答えのインピーダンス Z を用いてよい。

①

$$\frac{V_e}{Z}$$

答: _____

[e] [c] のとき、回路の消費電力 P はいくらか。[d] の答えの I_e を用いてよい。

①

$$RI_e^2$$

答: _____

[f] [c] のときの力率を求めよ。これまでの答えの Z , I_e , P を用いてよい。

①

$$\frac{R}{Z}$$

$$\frac{P}{V_e I_e}$$

答: _____

合計⑥

- [11] 以下のA～Cのうち、1つを選んで答えよ。図を用いてよい。
 A:トランス(変圧器)の鉄心が積層構造になっている理由を説明せよ。
 B:トランス(変圧器)の動作原理を説明せよ。
 C:IHクッキングヒーター(電磁調理器)の動作原理を説明せよ。

選んだもの:

2

- [12] 下の式は4つのマクスウェルの一つである。A, Bに入る記号を答えよ。

$$\oint_c B_t \, ds = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d \boxed{A}}{dt} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \iint_s \frac{\partial \boxed{B}}{\partial t} \, dA$$

1

各0.5

電磁誘導の法則との対応を考えるとよいかも

答 A:

Φ_E

B:

1

各0.5

- [13] 単体で強磁性体である元素を2つ挙げよ。

答:

鉄、ニッケル、コバルトのうち2つ

- [14] 単位体積あたりの電場のエネルギーは、電場の強さ E とのどのような関係にあるか。正しいものに○をつけよ。

答:

E^2 に比例

E に比例

$\sqrt{E}$ に比例

E と無関係

$\sqrt{E}$ に反比例

E に反比例

E^2 に反比例

- [15] 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