

高校3年 物 理

第1学期 4月 実力テスト

施行日：2020年4月21日（火）

途中の式も示すこと。9問です。

提出期限：2020年4月22日 0時

提出先は、hirokazukaneko@rikkyo.uk

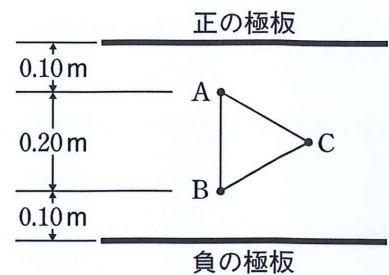
用紙が足りない場合には、リポート用紙を使って下さい。

H3・ ()	氏名
---------	----

< 3 点 × 6 >

1.

電場と電位 ● 図のように、2枚の広い平行極板が真空中にあり、極板間隔は 0.40m 、極板間の電位差は 80V である。両極板の間に A、B、C の3点があり、各点は図のように1辺が 0.20m の正三角形の頂点にある。そして、点Aは正の極板から 0.10m の距離にあり、2点 A、B を結ぶ直線は極板と直交している。

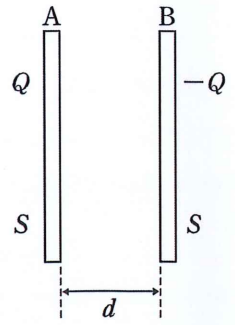


- (1) 点Aを通る等電位線(等電位面と三角形 ABC を含む面の交線)を実線を用いて、また、点Cを通る電気力線を破線を用いて描け。
- (2) 点Aの電場の強さ $E[\text{V/m}]$ を求めよ。
- (3) 点Aと点Bの負の極板に対する電位 $V_A[\text{V}]$ 、 $V_B[\text{V}]$ を求めよ。
- (4) 点Aに $1.6 \times 10^{-9}\text{C}$ の正電荷を置いたとき、この正電荷にはたらく静電気力の大きさ $F[\text{N}]$ を求めよ。
- (5) (4)の電荷を、点Aを出発して直線 AC 上を点Cまで運び、さらに直線 CB 上を点Bまで運ぶとき、静電気力がこの電荷にする仕事は合計して何 J になるか。
- (6) いま、点Aに(4)の正電荷が固定され、それと等量の負電荷が点Bに固定されているものとする。この場合の、点Cにおける電場の強さ $E_c[\text{V/m}]$ を求めよ。ただし、真空中で $q[\text{C}]$ の電荷から $r[\text{m}]$ 離れた点の電場の強さは、 $9.0 \times 10^9 \frac{q}{r^2} [\text{V/m}]$ である。

< 3点×6 >

2.

電気力線と平行板コンデンサー ● 一般に、正の電気量 q の電荷からは、 k を静電気力に関するクーロンの法則の比例定数として $4\pi kq$ 本の電気力線が出ている。また、負の電気量 $-q$ の電荷には $4\pi kq$ 本の電気力線が入りこむ。さらに電場の強さは、単位面積を垂直に貫く電気力線の本数に等しい。次の文中の を正しく埋めよ。



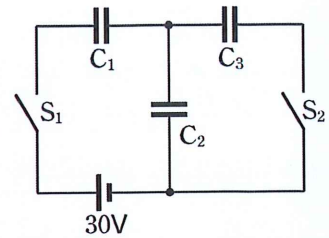
今、面積 S の金属板 A に電荷 $Q (Q > 0)$ を帯電させた。電荷 Q が十分広い平面に一樣に分布しているとすると、A の両面からは一樣に電気力線が出ているので、片面から出る電気力線の本数は 本である。したがって、A がつくる一樣な電場の強さ E_A は、 $E_A =$ で与えられる。同様にして、A と同じ形の金属板 B に電荷 $-Q$ を帯電させ、図のように A と B を距離 d だけ離して平行板コンデンサーを作った。このコンデンサーは、A と B によってできる電場を重ねあわせた電場をつくると考えられる。したがって、コンデンサーの極板間の電場の強さ E は $E =$, 両極板の外では $E =$ となる。また、極板間の電位差 V は E と d を用いて $V =$ で与えられるので、 を用いるとこのコンデンサーの電気容量 C は $C =$ となる。

< (1) * (2) は各6点, (3) は5点 >

3.

コンデンサーの接続 ● コンデンサー C_1 , C_2 , C_3 と起

電力 30V の電池, スイッチ S_1 , S_2 からなる図のような回路がある。電気容量は $C_1=1.0\mu\text{F}$, $C_2=2.0\mu\text{F}$, $C_3=3.0\mu\text{F}$ である。



- (1) まず, S_1 を閉じ, 十分時間がたった。このとき, C_1 に蓄えられる電気量 Q_1 [C] を求めよ。
- (2) 続いて, S_1 を開いてから S_2 を閉じ, 十分時間がたった。 C_2 に蓄えられる電気量 Q_2 [C] を求めよ。
- (3) 最後に, S_2 を開いてから S_1 を閉じ, 十分時間がたった。 C_1 に蓄えられる電気量 Q_1' [C] を求めよ。

< 6点 × 3 >

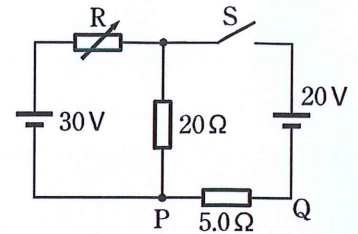
4. キルヒホッフの法則 ● 図のような回路がある。

初めに、スイッチSを開いておく。

- (1) 20Ω の抵抗を流れる電流が 0.50 A であるとき、可変抵抗Rの抵抗値はいくらか。

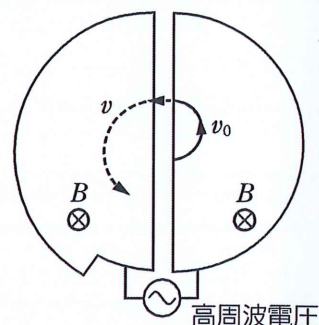
次に、スイッチSを閉じた。

- (2) 5.0Ω の抵抗を流れる電流を 0 A にしたとき、Rの抵抗値はいくらか。また、Rを流れる電流はいくらか。
- (3) Rの抵抗値を 4.0Ω にしたとき、 5.0Ω の抵抗を流れる電流の向きを答えよ。



5.

加速器 ● 図は荷電粒子を磁場の中で円運動を行わせながらくり返し加速するサイクロトロンの原理を示すものである。左右の半円筒形の電極(データーという)は内部が中空になっており、データーの部分には紙面に垂直に表から裏の向きに磁束密度 B の一樣な磁場が与えられている。質量 m 、電荷 q の荷電粒子はデーターの内部では円運動を行い、データーの間隙を通過するときだけ高周波電圧により加速される。初め粒子は、データーおよび磁場に垂直に速さ v_0 で入射し、図のような軌道を描いた。



- (1) 図の荷電粒子の電荷は正、負のどちらか。
- (2) 粒子が磁場から受ける力の大きさ F を求めよ。
- (3) 粒子が描く円軌道の半径 r_0 を求めよ。
- (4) 粒子が初め、データーの中を半周するのにかかる時間を求めよ。

高周波電圧の周期は粒子の円運動の周期に等しいように設計され、粒子が効率的に加速されるようになっている。粒子は速さ v_0 でデーターを垂直に飛び出した。データーの間隙で加速された粒子は、隣のデーターの中でより大きな円軌道を描く。

- (5) 粒子が間隙を通過する間、2つのデーターの間の電位差を一定とみなしこれを V とする。間隙を通過するとき粒子が得るエネルギーを求めよ。また、速さ v_0 でデーターを垂直に飛び出した粒子が隣のデーターに進入する際の速さ v と新たな円運動の半径 r を求めよ。

< 2点 × 3 >

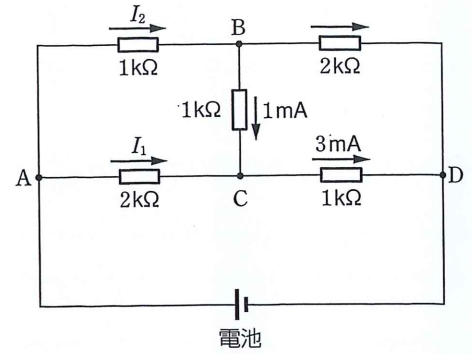
6.

直流回路 6分 $1\text{ k}\Omega$ と $2\text{ k}\Omega$ の抵抗と電池を使って図のような回路を組んだところ、点 B と点 C の間の抵抗には 1 mA 、点 C と点 D の間の抵抗には 3 mA の電流が図の向きに流れた。

次の文章中の空欄 ～ に入れる数値として正しいものを、次の ① ～ ⑩ のうちから 1 つ選べ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。

点 A と点 C の間の $2\text{ k}\Omega$ の抵抗に流れる電流 I_1 は mA であり、点 A と点 D の間の電位差は V である。
また、点 A と点 B の間の $1\text{ k}\Omega$ の抵抗に流れる電流 I_2 は mA である。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 10



1.		2.		3.	
----	--	----	--	----	--

< 2点× 2 >

7.

コンデンサー回路 5分 図1に示すように、極板の面積がすべて等しい平行板コンデンサー

C_1 , C_2 , C_3 がある。極板間の距離は C_1 ,

C_2 では d で、 C_3 は $\frac{d}{2}$ である。また、 C_1 ,

C_3 は空気、 C_2 は比誘電率 3.0 の誘電体

で満たされている。

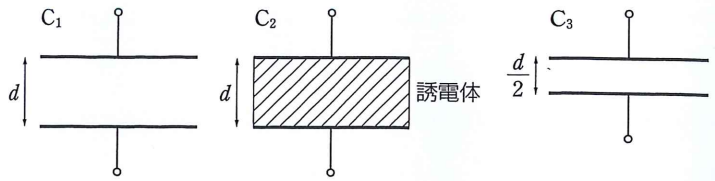


図1

問1 電気容量の大きいものから順に並べるとどうなるか。

順序の正しいものを、次の①～④のうちから1つ選べ。

- ① C_1 , C_3 , C_2 ② C_2 , C_3 , C_1 ③ C_2 , C_1 , C_3 ④ C_3 , C_1 , C_2

問2 図1のコンデンサー C_1 , C_2 , C_3 を用いて図2

のような回路を組んだ。すべてのコンデンサー

に電荷がない状態から、スイッチSをa側に倒

してコンデンサー C_1 を起電力9.0Vの電池で充

電した。次にSをb側に切りかえた。図2の

端子1, 2の間の電位差は何Vになるか。正し

いものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

- ① 1.5 ② 1.8 ③ 3.0 ④ 4.5 ⑤ 5.5 ⑥ 9.0

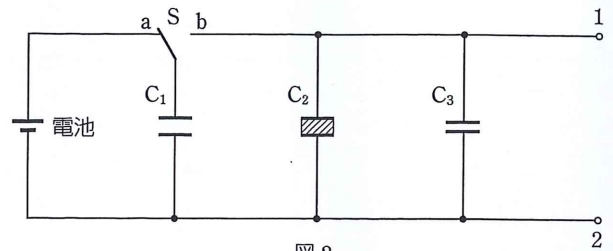


図2

1.		2.	
----	--	----	--

< 2 点、× 2 >

8.

電流が磁場から受ける力 **5分** 質量 m 、長さ l 、

抵抗 R の金属棒を、距離 l だけ離れた 2 点 a 、 b から同じ長さの軽い導線をつるす。このとき、金属棒は水平な状態で静止している (図 1)。

次に、図 2 のように ab 間に内部抵抗の無視できる起電力 E の電池を接続し、鉛直下向きに磁束密度 B の磁場を加えたところ、金属棒は動きだし、やがてある位置で静止した。重力加速度の大きさを g とし、導線の抵抗は無視できるものとする。

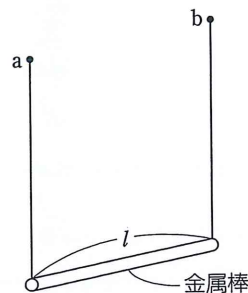


図 1

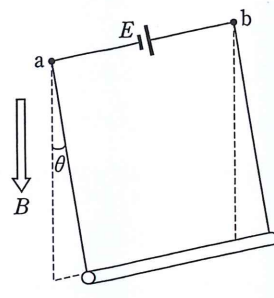


図 2

問 1 金属棒に流れる電流はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{R}{E}$ ② $\frac{E}{R}$ ③ RE ④ $\frac{R}{El}$ ⑤ $\frac{El}{R}$ ⑥ REl

問 2 導線が鉛直方向となす角度を θ とする。このとき $\tan \theta$ の値はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{EBlR}{mg}$ ② $\frac{mg}{EBlR}$ ③ $\frac{EBl}{mgR}$ ④ $\frac{mgR}{EBl}$ ⑤ $\frac{Bl}{mgRE}$ ⑥ $\frac{mgRE}{Bl}$

1.		2.	
----	--	----	--