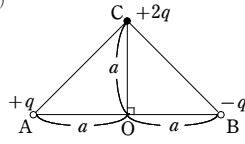


1

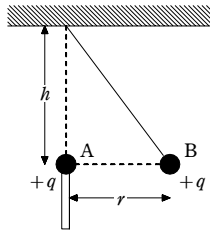
距離 $2a$ 離れた 2 点 A, B にそれぞれ $+q, -q (q > 0)$ の電荷がある。AB の中点 O から AB に垂直に距離 a だけ離れた点 C に $+2q$ の電荷を置いた。クーロンの法則の比例定数を k とする。



- (1) C 点の電荷が A 点の電荷から受ける静電気力の大きさと向きを求めよ。
- (2) C 点の電荷が B 点の電荷から受ける静電気力の大きさと向きを求めよ。
- (3) C 点の電荷が受ける静電気力の大きさと向きを求めよ。

2 [2015 熊本大]

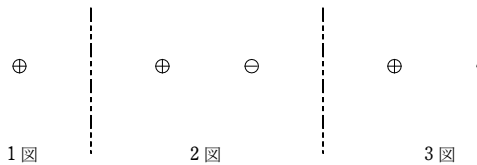
図のように、水平な天井から距離 h [m] だけ離れた位置に、正の電気量 $+q$ [C] をもつ小球 A を固定した。次に正の電気量 $+q$ [C] をもつ質量 m [kg] の小球 B を天井から細い糸でつるした。ここで、糸の一端は小球 A の真上の位置に固定されており、糸の長さは調節できるものとする。クーロンの法則の比例定数を k [$\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$]、重力加速度の大きさを g [m / s^2] として、次の問いに答えよ。ただし、空気抵抗はないものとする。



- (1) 小球 A と小球 B の距離を r [m] として、小球 A と小球 B の間にはたらくクーロン力 (静電気力) の大きさ F [N] を求めよ。
- (2) 糸の長さを調節し、小球 B を静かにはなしたとき、小球 B は小球 A と同じ高さで距離 r_0 [m] だけ離れた位置に静止した。距離 r_0 を求めよ。
- (3) 糸の長さを調節し、小球 B を動かしたところ、小球 B は小球 A と同じ高さで距離 r_1 [m] を保って速さ v_1 [m/s] で等速円運動した。小球 B の速さ v_1 を求めよ。

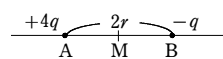
3

1 図は 1 つの正電荷、2 図は正負等量の 2 つの電荷、3 図は 2 つの等量の正電荷である。図中に、電荷の周囲の電気力線の概略をかき入れよ。



4

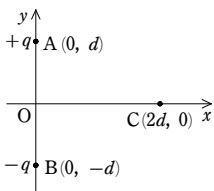
2 点 A, B の間隔は $2r$ [m] で、A には $+4q$ [C] の正電荷、B には $-q$ [C] の負電荷をおく。M は線分 AB の中点である。



- (1) A 点上の電荷による M 点の電場を求めよ。
- (2) B 点上の電荷による M 点の電場を求めよ。
- (3) A, B 上の 2 つの電荷による M 点の電場を求めよ。
- (4) 電場が 0 となる点の位置を求めよ。

5 [1995 東京電機大]

図のように、大きさが等しく符号が反対の電荷 $+q, -q$ をそれぞれ点 A ($0, d$), B ($0, -d$) に置いた。静電気力に関するクーロンの法則の比例定数を k とする。



- (1) 原点 O での電界 (電場) の強さはいくらか。
- (2) x 軸上では、電界は y 成分のみとなる。点 C ($2d, 0$) における電界の強さは、原点 O における強さの何倍か。

6 [2017 関西大]

次の文の ア~コ に入れるのに最も適当なものを解答群から選べ。ただし、同じものを 2 回以上用いてもよい。なお、イ* や ウ** のように、* や ** の記号がつ

いた空欄については、それぞれ文末の[解答群*]と[解答群**]から、最も適当なものを選べ。

ガウスの法則

真空の誘電率を ϵ_0 とすると、 Q [C] の正電荷からは $\frac{Q}{\epsilon_0}$ [本] の電気力線が出て、 $-Q$ [C] の負電荷には $\frac{Q}{\epsilon_0}$ [本] の電気力線が入る。また、観測点 P における電場 (電界) の強さ E [N/C] は、P における電気力線に垂直な面を貫く単位面積当たりの電気力線の本数に等しい。

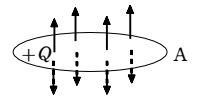


図 1 電気量 Q の正電荷が 1 様分布する円板 A

まず、図 1 のように、電気量 Q [C] の正電荷が 1 様に分布する面積 S [m^2] の薄い円板 A が、真空中に置かれている場合を考える。ただし、A の周辺部 (円板の縁) の影響はないものとする。ガウスの法則より、A の上面と下面から出ている電気力線の本数の和は $\frac{Q}{\epsilon_0}$ [本] である。

上面と下面から出る電気力線の本数は同じなので、A の両側に生じる 1 様な電場の強さ E_A [N/C] は、 $E_A = \text{ア} \times \text{イ}^*$ で、電場の向きは A に垂直で A から離れる向きである。

次に、図 2 のように、電気量 $-Q$ [C] の負電荷が 1 様に分布する面積 S [m^2] の円板 B を、A の下面側にわずかな距離 d [m] だけ離して、A と平行に重なりあうような位置に固定した。ただし、A と B の間の相互の影響による各円板上の電荷分布の変化はない。このとき、A の上面側および B の下面側では、電場は打ち消しあう。一方、A と B にはさまれた領域では、A と B の電荷が作る電場の重ねあわせより ウ** 向きに強さが エ $\times \text{イ}^*$ の 1 様な電場が生じる。

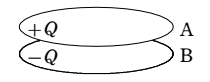


図 2 正負電荷が 1 様分布する二平行円板

[解答群]

- [1] 0 [2] $\frac{1}{4}$ [3] $\frac{1}{2}$ [4] 1 [5] 2 [6] $\frac{1}{\sqrt{4\pi}}$ [7] $\frac{1}{4\pi}$ [8] $\frac{1}{2\pi}$ [9] 2π [10] 4π

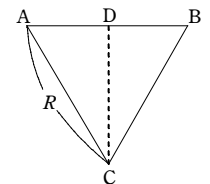
7

次の文の () 内からは適当なものを選び、 には正しい答えを記せ。

$+1\text{C}$ の電荷を基準点 (理論上は無次元、実用上は地球) から、ある点まで運ぶのに必要な仕事が V [J] であるとき、その点の電位を V [V] であるという。正電荷の周囲の電位は ア (正, 負)、負電荷の周囲の電位は イ (正, 負) である。その理由は、 $+1\text{C}$ の電荷を正電荷の周囲まで運ぶには、クーロン ウ (引, 斥) 力に抗して カ (正, 負) の仕事が必要であり、負電荷の周囲まで運ぶにはクーロン キ (引, 斥) 力にさからって ク (正, 負) の仕事をしているからである。 $+1\text{C}$ の電荷を電位 V_A [V] の点 A から電位 V_B [V] の点 B まで運ぶのに必要な仕事は キ J である。その理由は、基準点から点 A を通過して点 B まで運ぶのに必要な仕事 ク J から、基準点から点 A まで運ぶのに必要な仕事を引けばよいからである。したがって、 q [C] の電荷を点 A から点 B まで運ぶのに必要な仕事は $W = \text{ケ}$ である。ゆえに単位の関係は $\text{J} = \text{コ}$ である。

8 [1996 工学院大]

図のような 1 辺の長さが R の正三角形 ABC がある。頂点 A, B にはそれぞれ電荷 $q (q > 0)$ の点電荷が固定されている。

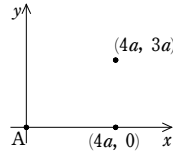


クーロン力の定数を k とする。

- (1) 三角形の頂点 C での電場の大きさと向きを求めよ。
- (2) 三角形の頂点 C での電位を求めよ。ただし、電位は無次元で 0 であるとする。
- (3) AB の中点を D とすると、点 D における電位を求めよ。
- (4) 電荷 ($-q$) の点電荷を点 D から点 C に動かすために必要な仕事 W の大きさを求めよ。

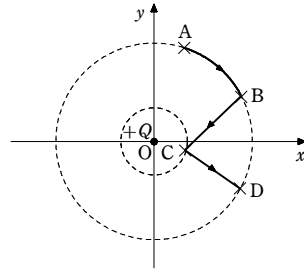
9 [1995 愛知工業大]

図のように、真空中で原点に電荷 Q の粒子 A が固定されている。位置 $(4a, 3a)$ に電荷 q の粒子 B をもってきたとき、粒子 B が粒子 A のつくる電界 (電場) から受ける静電気力の大きさは \square アである。また、粒子 B を位置 $(4a, 0)$ まで移動させたとき、粒子 B にはたらく静電気力のなした仕事は \square イである。ここで、 k_0 は真空中でのクーロンの法則の比例定数である。



10 [2003 福井工業大]

xy 平面上の原点に正の電気量 $+Q$ をもつ点電荷を固定する。図の点線は原点を中心とする2つの同心円を示し、それぞれの半径は、 $R, 3R$ である。クーロンの法則の比例定数を k とする。



以下の問いに答えよ。正しい答えが2つ以上ある場合には、それらのすべてを答えること。

- 図に示す4つの点 A, B, C, D のうち、最も電位が低い点はどの点か。
- 4つの点 A, B, C, D のうち、電場の強さが最も強いのはどの点か。
- 点 B と点 C との間の電位差はいくらか。

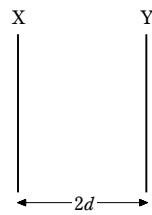
いま、同じ xy 平面上で負の試験電荷 $-q$ を矢印に沿って点 A から3つの区間 AB, BC, CD を経由して、点 D までゆっくり移動させる。

- 点 A で試験電荷にはたらく静電気力の方向はどの方向か。次の①～⑥の中から正しいものを選んでその番号を答えよ。
 - ① x 軸の正の方向 ② x 軸の負の方向
 - ③ y 軸の正の方向 ④ y 軸の負の方向
 - ⑤ 原点から点 A に向かう方向 ⑥ 点 A から原点に向かう方向
- 3つの区間 AB, BC, CD のうち、移動中に試験電荷が外部とのエネルギーのやりとりをまったく行わない区間はどの区間か。
- 3つの区間 AB, BC, CD のうち、試験電荷に外からはたらく力が正の仕事をし続けるのはどの区間か。

11 [2015 立命館大]

次の文章を読み、 \square ア～ \square ク に適当な数式または数値を記せ。ただし、仕事については符号を考慮して答えよ。また、 \square a, \square b には選択肢 (次ページ) から適当なものを1つ選べ。

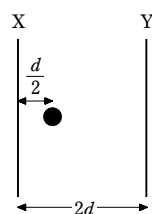
図1のように、十分に大きな面積 S をもつ2枚の薄い金属板 X と Y を、距離 $2d$ だけ離して平行に向かいあわせ、 X に $+2Q$ 、 Y に $-2Q$ ($Q > 0$) の電気量を与えた。クーロンの法則の比例定数を k とし、重力と空気抵抗はないものとする。



- このとき、電気力線を模式的に示すと \square a のようになり、 XY 間の電位差は \square ア となる。金属板 X と Y に与える電気量をそれぞれ n 倍にすると、単位面積当たりの電気力線の本数は \square イ 倍になる。

以下では、 XY 間にできる電場の強さを E として答えよ。

- 図2のように、質量 m 、電気量 q ($q > 0$) をもつ点電荷を、金属板 X から $\frac{d}{2}$ の距離だけ離れた所に静かに置いた。すると点電荷は動きだし、金属板 Y に衝突してその場に静止した。点電荷が動きだしてから衝突するまでの時間は \square ウ であり、衝突する直前の点電荷の速さは \square エ であった。



- 図3のように、点 A と点 B を Y 上に、点 C と点 D を X 上にとる。点 A に静止している質量 m 、電気量 q の点電荷をゆっくり動かして、金属板 X, Y から等しい距離にある点 O へ移動させることを考える。例えば、図4に示した経路 ($A \rightarrow O$) で点電荷をゆっくり移動させることができる。一方、図5に示した経路 ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow O$) で点電荷をゆっくり移動させることもできる。このとき、外力が点電荷にする仕事は AB 間では \square オ、 BC 間では \square カ、 CD 間では \square キ、 DO 間では \square ク となる。図5の経路で点電荷を移動させたときに外力が点電荷にする仕事は、図4の経路で点電荷を移動させたときに外力が点電荷にする仕事と比べると \square b になる。

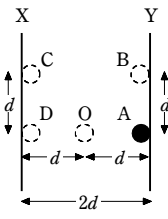


図3

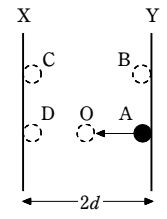


図4

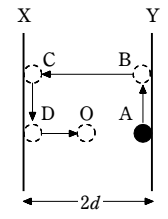


図5

a に対する選択肢

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥

b に対する選択肢

- ① -5 倍 ② -4 倍 ③ -3 倍 ④ -2 倍 ⑤ -1 倍 ⑥ 0 倍
- ⑦ 1 倍 ⑧ 2 倍 ⑨ 3 倍 ⑩ 4 倍 ⑪ 5 倍

12 [2009 センター物理 I (2006~2015)]

図1のような装置は箔(はく)検電器とよばれ、箔の開き方から電荷の有無や帯電の程度を知ることができる。箔検電器を用いて行う静電気の実験について考えよう。

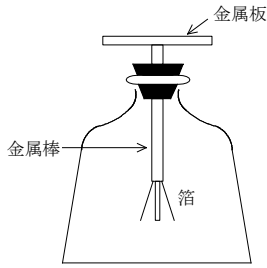


図1

(1) 箔検電器の動作を説明する次の文章の空欄 [ア]~[ウ] に入れる記述 a~c の組合せとして最も適当なものを、下の ①~⑥ のうちから1つ選べ。 [1]

帯電していない箔検電器の金属板に正の帯電体を近づけると、[ア] ため自由電子が引き寄せられる。その結果、金属板は負に帯電する。一方、箔検電器内では [イ] ため帯電体から遠い箔の部分は自由電子が減少して正に帯電する。帯電した箔は、[ウ] ため開く。

- a 同種の電荷は互いに反発しあう
- b 異種の電荷は互いに引き合う
- c 電気量の総量は一定である

	ア	イ	ウ
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	c
④	b	c	a
⑤	c	a	b
⑥	c	b	a

(2) 箔検電器に電荷 Q を与えて、図2(a)で示したように箔を開いた状態にしておいた。次に箔検電器の金属板に、負に帯電した塩化ビニル棒を遠方から近づけたところ、箔の開きは次第に減少して図2(b)のように閉じた。初めに与えた電荷 Q と図2(b)の状態の金属板の部分にある電荷 Q' にあてはまる式の組合せとして正しいものを、下の ①~⑥ のうちから1つ選べ。 [2]

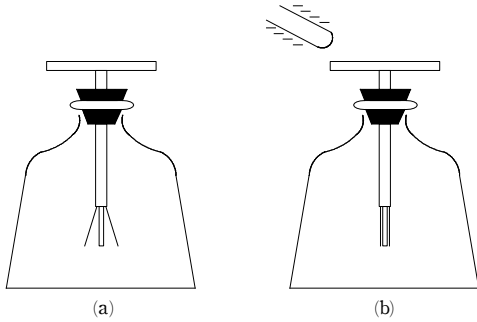


図2

- ① $Q > 0, Q' > 0$
- ② $Q > 0, Q' = 0$
- ③ $Q > 0, Q' < 0$
- ④ $Q < 0, Q' > 0$
- ⑤ $Q < 0, Q' = 0$
- ⑥ $Q < 0, Q' < 0$

(3) 図2(b)の状態からさらに棒を近づけると再び箔は開いた。このとき箔の部分にある電荷は正負いずれか。また、その状態のまま図3のように金属板に指で触れた。指で触れているときの箔の開きは、触れる前と比べてどうなるか。電荷の正負と箔の開き方の組合せとして最も適当なものを、下の ①~⑥ のうちから1つ選べ。 [3]

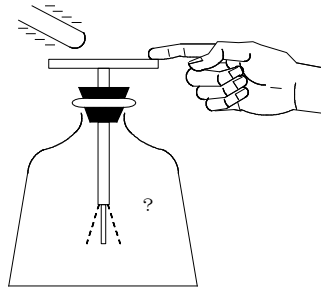


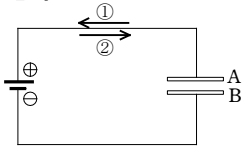
図3

	電荷の正負	箔の開き方
①	正	大きくなる
②	正	変わらない
③	正	小さくなる
④	負	大きくなる
⑤	負	変わらない
⑥	負	小さくなる

13

次の [] を埋め、() には下の語群から適するものを選べ。

2枚の金属板 A, B を平行に置き、図のように電池につなぐと、自由電子は図の(ア)の向きに移動し、A は(イ), B は(ウ)に帯電する。その後、電池を取り除くと(エ)ため、極板 A, B 間には(オ)。このような装置を[カ]という。



- [語群] (a) ①の矢印 (b) ②の矢印 (c) 正 (d) 負
 (e) A の電荷と B の電荷がたがいに反発する
 (f) A の電荷と B の電荷がたがいに引き合う
 (g) 電荷がたくわえられる (残る)
 (h) 自由電子が流れ出して、電荷がなくなる

14

次の [] を埋め、() には下の語群から適するものを選べ。

平行板コンデンサーの電気容量 C は、極板の面積 S に(ア)し、極板間の距離 d に(イ)するので、比例定数を ϵ とすると $C = [ウ]$ と表される。この ϵ を(エ)という。 ϵ は極板間に満たされる物質によって異なり、真空の場合の(エ)を ϵ_0 とすると $\epsilon_0 \approx 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ となる。一般に、不導体(電気を通しにくい物体)の(エ) ϵ' は真空の場合よりも(オ)く、不導体を極板間に満たすと電気容量は(カ)くなる。そこで、 ϵ'/ϵ_0 を(キ)といい、一般に ϵ_r で表す。したがって、(キ)が ϵ_r の不導体を極板間に満たすと、電気容量は真空の場合の[ク]倍になる。

- [語群] (a) 比例 (b) 反比例 (c) 大き (d) 小さ (e) 誘電率
 (f) 比誘電率

15 [2005 センター物理 I B (1997~2005)]

図1のように、2枚の広い極板 A, B を向かい合わせた平行板コンデンサーがある。中央には電荷をもたない金属板 C が極板 A, B に平行に置かれている。極板 A, B, 金属板 C の面積はともに S, 金属板の厚さは d, 極板 A, B の間隔は 5d である。極板 A, B に垂直に x 軸をとり、極板 A の位置を座標の原点とする。ここで、極板 A を接地し、極板 B に Q の正電荷を与えた。

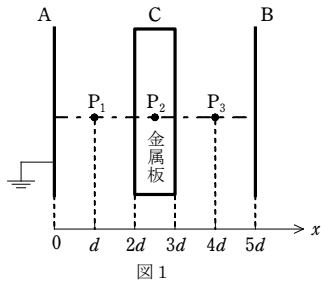


図1

- (1) 図1のように、極板 A, B の中心を結ぶ直線上に点 P₁, P₂, P₃ をとる。それぞれの座標は $x=d, \frac{5d}{2}, 4d$ である。これら3点での電界(電場)の x 成分 E₁, E₂, E₃ はそれぞれいくらか。組合せとして正しいものを、次の ①~⑥ のうちから1つ選べ。ただし、電界の x 成分の符号は図1の右向きが正であり、 $E_0 = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$, ϵ_0 を真空の誘電率とする。

	①	②	③	④	⑤
E ₁	E ₀	-E ₀	0	E ₀	-E ₀
E ₂	0	0	E ₀	-E ₀	E ₀
E ₃	E ₀	-E ₀	0	E ₀	E ₀

- (2) 極板 B の電位 V_B は(1)の E₀ を用いて表すとどのようなになるか。正しいものを、次の ①~⑥ のうちから1つ選べ。 V_B =
- ① -E₀d ② -4E₀d ③ -5E₀d ④ E₀d ⑤ 4E₀d ⑥ 5E₀d
- (3) 次に図2のように、金属板を x 軸正方向に距離 d だけ平行移動した。このとき、極板 A, B の中心を結ぶ直線上の点の x 座標とその点での電位の関係を表すグラフはどのようなになるか。正しいものを、下の ①~⑥ のうちから1つ選べ。

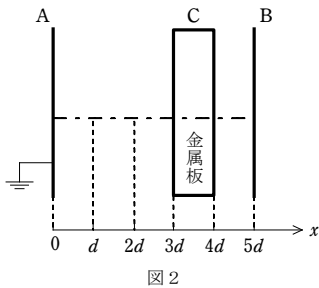
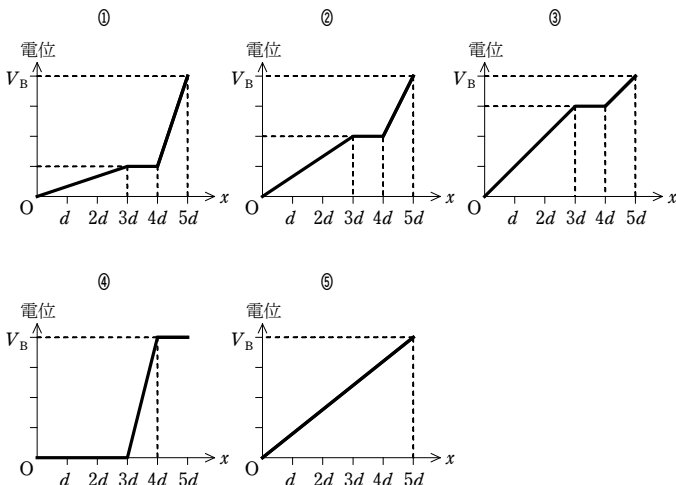


図2



16 [2017 静岡大]

真空中に置かれた、極板面積 S[m²] の平行板コンデンサー、抵抗値 R[Ω] の抵抗、起電力 V[V] の電源、スイッチからなる回路を考える。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。次の問いの ~ に入る適当な数式または数値を記せ。

- (1) 最初、回路は図1ようになっており、コンデンサーに電荷は蓄えられていない。極板間の距離が d[m] であるので、コンデンサーの電気容量は [F] である。その後スイッチを閉じる。スイッチを閉じた瞬間には抵抗に電流が [A] 流れる。十分に時間が経過した後は、電流は [A] となり、抵抗側につないだコンデンサーの極板には電気量 [C] が蓄えられる。またコンデンサーに蓄えられた静電エネルギーは [J] である。このとき電源がした仕事は [J] である。

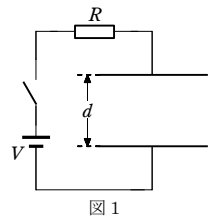


図1

- (2) スイッチを開いたのち、極板間の距離を Δd[m] だけゆっくり増やす。このとき電気容量は [F] となる。この操作による静電エネルギーの変化 ΔU[J] と Δd を用いて、極板にはたらく静電気力の大きさは $\frac{\Delta U}{\Delta d}$ と表される。このとき、

$\frac{\Delta U}{\Delta d} =$ [N] となる。

- (3) スイッチは開いたまま、2枚の極板間の距離を d にもどす。

図2のように、2枚の極板の間に極板と同じ面積で誘電率 ϵ [F/m]、厚み $\frac{d}{2}$ の誘電体を挿入すると、電気容量は [F] となり、2枚の極板間の電位差は [V] となる。また、下の極板の電位を 0 とするとき、誘電体の下側表面での電位は [V] となる。このとき誘電体の挿入により静電エネルギーは [J] となる。

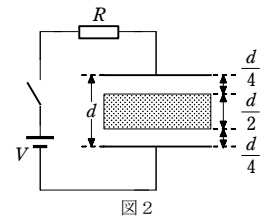
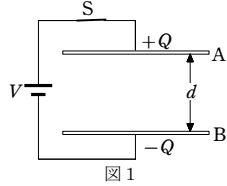


図2

17 [2009 日本歯科大]

極板 A, B からなる間隔 d [m] の平行板コンデンサーに、起電力 V [V] の電池とスイッチ S を図 1 のように接続する。スイッチ S を入れたところ、コンデンサーに電荷 Q [C] がたくわえられた。次の問いに数値、または d , V , Q を用いた文字式で答えよ。

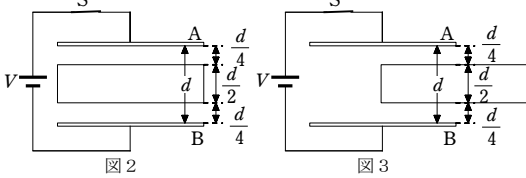


[A] 図 1 で、

- (1) 極板 A, B 間の電場 (電界) の強さは何 V/m か。
- (2) コンデンサーの電気容量は何 F か。
- (3) コンデンサーにたくわえられた静電エネルギーは何 J か。

[B] 図 1 のように

スイッチ S を入れた状態のとき、極板と同じ形で厚さ $\frac{d}{2}$ [m] の金



属板を、図 2 のように、極板 A,

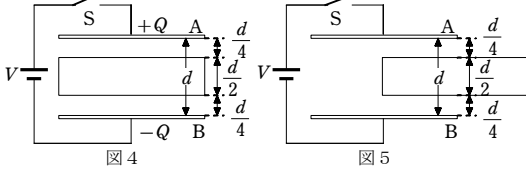
B 間の中央に極板と平行に挿入した。その結果、コンデンサーにたくわえられた電気量が、図 1 の場合と比べて変化した。

- (1) 金属板内の電場 (電界) の強さは何 V/m か。
- (2) 極板 A, B 間で、金属板の外の電場 (電界) の強さは何 V/m か。
- (3) コンデンサーにたくわえられた電気量は何 C か。
- (4) コンデンサーの電気容量は図 1 の場合と比べて何倍か。
- (5) 図 3 のように、金属板を半分引き出すと、コンデンサーにたくわえられた電気量は何 C になるか。

[C] 図 1 の状態の

とき、スイッチ S を切ってから、

厚さ $\frac{d}{2}$ [m] の金



属板を、図 4 のように、極板 A,

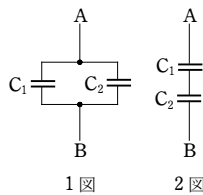
B 間の中央に極板と平行に挿入した。その結果、極板 A, B 間の電位差が、図 1 の場合と比べて変化した。

- (1) 金属板の極板 A に近い側の表面に現れる電気量は何 C か。
- (2) 極板 A, B 間で、金属板の外の電場 (電界) の強さは何 V/m か。
- (3) 極板 A, B 間の電位差は何 V か。
- (4) 図 5 のように、金属板を半分引き出すと、極板 A, B 間の電位差は何 V になるか。
- (5) 図 4 の状態から、金属板をゆっくりと完全に引き出すには、何 J の仕事が必要か。

18

コンデンサー C_1 , C_2 (電気容量はそれぞれ C [F], $2C$ [F]) を図のように接続し、AB 間に V [V] の電圧を加えた。

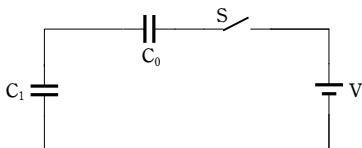
- (1) 1 図の場合、 C_1 , C_2 にたくわえられる電荷の比はいくらか。
- (2) 2 図の場合、 C_1 , C_2 にかかる電圧の比はいくらか。



19 [1993 センター物理 (1992~1996)]

図のような電気回路がある。 V は起電力 V の電池、 S はスイッチ、 C_0 および C_1 はそれぞれ電気容量 C_0 , C_1 のコンデンサーである。はじめ、コンデンサー C_0 と C_1 の極板上には電荷はなく、スイッチ S は開いていた。この状態でスイッチ S を入れた。十分時間がたったあとの、コンデンサー C_0 のスイッチ S 側の極板上の電気量を Q_0 、コンデンサー C_1 の C_0 側の極板上の電気量を Q_1 とする。

下の問いの答えを、それぞれの解答群のうちから 1 つずつ選べ。



- (1) Q_1 と Q_0 との間にはどのような関係があるか。 [1]

- ① $Q_1 = Q_0$ ② $\frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_0}{C_0}$ ③ $C_1 Q_1 = C_0 Q_0$
- ④ $Q_1 = -Q_0$ ⑤ $\frac{Q_1}{C_1} = -\frac{Q_0}{C_0}$ ⑥ $C_1 Q_1 = -C_0 Q_0$

(2) Q_0 はいくらか。 [2]

- ① $C_0 V$ ② $(C_0 + C_1) V$ ③ $\frac{C_0 + C_1}{C_0 C_1} V$
- ④ $\frac{C_0 C_1}{C_0 + C_1} V$ ⑤ $-C_0 V$ ⑥ $-(C_0 + C_1) V$
- ⑦ $-\frac{C_0 + C_1}{C_0 C_1} V$ ⑧ $-\frac{C_0 C_1}{C_0 + C_1} V$

(3) このとき、 C_0 にたくわえられるエネルギーはいくらか。 [3]

- ① $\frac{1}{2} C_0 V^2$ ② $\frac{1}{2} (C_0 + C_1) V^2$
- ③ $\frac{1}{2} C_0 \left(\frac{C_1}{C_0 + C_1} \right)^2 V^2$ ④ $\frac{1}{2} C_1 \left(\frac{C_0}{C_0 + C_1} \right)^2 V^2$
- ⑤ $\frac{1}{2} C_0 \left(\frac{C_0 + C_1}{C_1} \right)^2 V^2$ ⑥ $\frac{1}{2} C_1 \left(\frac{C_0 + C_1}{C_0} \right)^2 V^2$

20 [2015 関西大]

[ア] ~ [コ] に入れる適当なものを文末の解答群から選べ。ただし、同じものを 2 回以上用いてもよい。なお、[オ] には解答群*から適当なものを選べ。

図に示す抵抗およびコンデンサーからなる回路を考える。ここで、 $2R$, R は抵抗値、 C , $\frac{C}{2}$

はコンデンサーの電気容量、 S_1 , S_2 はスイッチ、 V , $2V$ は直流電源の起電力の大きさを表す。直流電源の内部抵抗はないものとする。最初、どちらのコンデンサーにも蓄えられている電荷はないものとする。また、接地点を電位 0 とする。

(1) S_1 を a 側に閉じ、 S_2 は開いたままで、十分時間がたったとき、点 P, Q の電位はそれぞれ

[ア] $\times V$, [イ] $\times V$ である。このとき電気容量 C のコンデンサーに蓄えられる電気量は [ウ] $\times CV$, 電気容量 $\frac{C}{2}$ のコンデンサーに蓄えられる電気量は [エ] $\times CV$ である。

(2) S_1 は a 側に閉じたままにして S_2 を閉じると電流は P と Q の間で [オ] 向きに流れ、やがて定常になる。このとき、Q の電位は [カ] $\times V$ となる。電気容量 $\frac{C}{2}$

のコンデンサーの電気量は [キ] $\times CV$ となり、蓄えられる静電エネルギーは [ク] $\times CV^2$ になる。一方、電気容量 C のコンデンサーに蓄えられる電気量は [ケ] $\times CV$ となる。

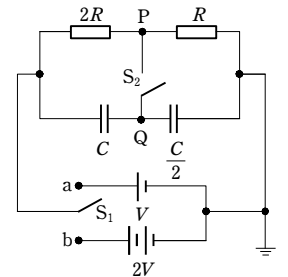
(3) 次に、 S_2 を開き、 S_1 を b 側に切りかえ十分時間がたったとき、Q の電位は [コ] $\times V$ となる。

解答群

- ① 0 ② 1 ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{1}{3}$ ⑤ $\frac{2}{3}$ ⑥ $\frac{1}{6}$
- ⑦ $\frac{5}{6}$ ⑧ $\frac{1}{12}$ ⑨ $\frac{1}{24}$ ⑩ $\frac{1}{36}$ ⑪ $\frac{1}{48}$

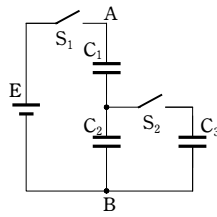
解答群*

- ① P \rightarrow Q ② Q \rightarrow P



21 [2009 福岡大]

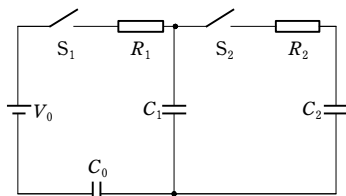
電気容量が C のコンデンサー C_1, C_2, C_3 と、起電力 V の電池 E 、スイッチ S_1, S_2 を接続した図のような回路がある。はじめ、 S_1, S_2 は開いており、どのコンデンサーにも電荷はたくわえられていないものとする。この状態から、次に示す (1) から (4) の順にスイッチを操作する。次の問いに答えよ。



- (1) S_1 を閉じる。
 - (a) C_1 の極板間の電位差はいくらか。
 - (b) C_2 にたくわえられる電気量はいくらか。
- (2) S_1 を開いてから S_2 を閉じる。
 - (c) C_3 にたくわえられる電気量はいくらか。
 - (d) C_2 の極板間の電位差はいくらか。
 - (e) AB 間の電位差はいくらか。
- (3) S_2 を開いてから S_1 を閉じる。
 - (f) C_1 にたくわえられる電気量はいくらか。
 - (g) C_2 にたくわえられる電気量はいくらか。
- (4) S_1 を開いてから S_2 を閉じる。
 - (h) C_3 にたくわえられる電気量はいくらか。

22 [2005 熊本大]

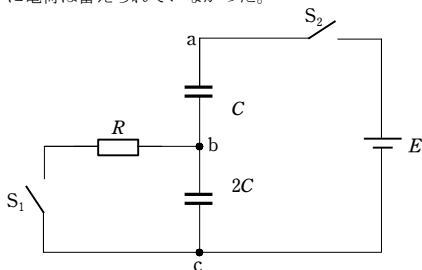
起電力 V_0 の直流電源、電気容量 C_0, C_1, C_2 の3つの平行板コンデンサー、抵抗値 R_1, R_2 の2つの抵抗、およびスイッチ S_1, S_2 を図のように接続した回路がある。はじめ、 S_1, S_2 は開いており、いずれのコンデンサーにも電気量はたくわえられていないものとする。直流電源の内部抵抗、導線の抵抗は無視できるとして、以下の問いに答えよ。



- (1) S_1 を閉じて、 C_0 と C_1 のコンデンサーを充電した。十分に時間が経過したあと、 C_1 のコンデンサーにたくわえられる電気量 Q_1 を C_0, C_1, V_0 で表せ。
- (2) (1) で、 C_1 のコンデンサーの極板間に生じる電位差 V_1 を C_0, C_1, V_0 で表せ。
次に、(1) の状態から S_1 を開いたのち S_2 を閉じた。十分に時間が経過した場合について以下の問いに答えよ。
- (3) C_2 のコンデンサーの極板間に生じる電位差 V_2 を C_0, C_1, C_2, V_0 で表せ。
- (4) C_1 と C_2 のコンデンサーにたくわえられる静電エネルギーの総和 W を C_0, C_1, C_2, V_0 で表せ。
- (5) S_2 を閉じたあと、 R_2 の抵抗で消費されるエネルギー W_R を C_0, C_1, C_2, V_0 で表せ。

23 [2004 センター物理 I B (1997~2005)]

図のような、起電力 E の電池、電気容量が C と $2C$ のコンデンサー、大きさ R の抵抗からなる回路がある。はじめスイッチ S_1 とスイッチ S_2 はともに開いており、コンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。



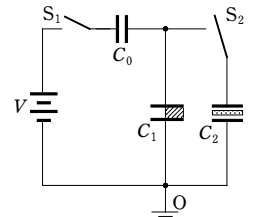
- (1) スwitch S_1 が開いているとき、点 a と点 c の間のコンデンサーの合成容量はいくらか。正しいものを、次の 0~0 のうちから1つ選べ。 1
 - 0 $\frac{C}{2}$
 - 0 $\frac{2C}{3}$
 - 0 C
 - 0 $\frac{3C}{2}$
 - 0 $2C$
 - 0 $3C$
- (2) 次にスイッチ S_1 を開いたまま、スイッチ S_2 を閉じた。このとき、点 b の点 c に対する電位はいくらか。正しいものを、次の 0~0 のうちから1つ選べ。 2
 - 0 $-\frac{2E}{3}$
 - 0 $-\frac{E}{2}$
 - 0 $-\frac{E}{3}$
 - 0 0

- 0 $\frac{E}{3}$
- 0 $\frac{E}{2}$
- 0 $\frac{2E}{3}$

- (3) 次にスイッチ S_2 を開き、その後スイッチ S_1 を閉じた。このとき、2つのコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーの和は、(2) の場合に比べてどうなるか。最も適当なものを、次の 0~0 のうちから1つ選べ。 3
 - 0 抵抗 R に電流が流れ、静電エネルギーの和は減少する。
 - 0 2つのコンデンサーに蓄えられている電気量はどちらも変わらず、静電エネルギーの和は変わらない。
 - 0 回路が電源から切り離されたので、静電エネルギーの和は増加する。
 - 0 回路が電源から切り離されたので、静電エネルギーの和は変わらない。
 - 0 エネルギー保存の法則により、静電エネルギーの和は変わらない。

24 [1999 岩手大]

電気容量が C_0 [F], C_1 [F], C_2 [F] の3つの平行板コンデンサー、起電力 V [V] の電池、スイッチを用いて、図に示す回路を構成した。 S_1, S_2 はスイッチである。O は接地である。

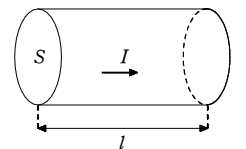


最初、各コンデンサーには電荷がたくわえられていないものとし、スイッチ S_2 は開放されているものとする。以下の問いに答えよ。

- (1) スwitch S_1 を閉じて十分時間が経過したとき、
 - (a) C_0 と C_1 の合成容量を示せ。
 - (b) C_0 にたくわえられる電気量を求めよ。
- (2) C_0 のコンデンサーは、極板間距離が d [m] で、極板面積が S [m²] である。このときの誘電率が ϵ_0 [F/m] とする。 C_1 のコンデンサーは、 C_0 のコンデンサーの極板間に、 S の x 倍の面積で、厚さ d の誘電率 $2\epsilon_0$ の誘電体が挿入されたものである。 C_2 のコンデンサーは、 C_0 のコンデンサーの中央に面積が S で、 d の y 倍の厚さの金属板が挿入されたものである。ただし、 $x < 1, y < 1$ とする。
 - (c) C_0 を d, S, ϵ_0 を用いて示せ。
 - (d) $\frac{C_1}{C_2}$ を x, y を用いて示せ。
- (3) (1) の状態から、スイッチ S_1 を開放し、次にスイッチ S_2 を閉じて、十分時間が経過したとき、
 - (e) C_2 にたくわえられる静電エネルギーを、 $x = y = 0.5$ とし、 C_0, V を用いて示せ。

25 [新潟大]

図のように、断面積 S [m²]、長さ l [m] の金属線の両端に電圧 V [V] を加えたところ、電流 I [A] が流れた。



この金属線の電気抵抗を自由電子の運動から考えよう。電圧 V を加えると金属線内に一様な電場 (電界) が生じ、自由電子はこの電場から力を受けて加速される。しかし、自由電子は金属中の陽イオンなどとの衝突によって抵抗力を受けるので、やがてこれらの力が釣りあって、一定の速さ v [m/s] で金属線内を移動するようになる。金属線内の自由電子1個の電荷を $-e$ [C]、単位体積当たりの自由電子の個数を n [個/m³] とし、次の問いに答えよ。

- (1) 自由電子は、速さ v に比例する大きさ kv [N] の抵抗力 (k は比例定数) を受けるとする。このとき、自由電子にはたらく力のつりあいの式を書け。
- (2) 金属線の断面を1秒間に通過する電荷から、電流 I を v を用いて表せ。
- (3) (1), (2) の結果から、電圧 V を電流 I を用いて表せ。
- (4) (3) の結果をオームの法則と比較することで、金属線の抵抗率を求めよ。

26 [2001 福井工業大]

次の文中の空欄を埋めよ。

金属線の電気抵抗を自由電子の運動をもとにして考えてみよう。長さ l 、断面積 S の金属線の両端に電圧 V をかけると、金属線内に ア $\input{type=checkbox}$ の大きさの電界 (電場) が発生し、自由電子に力がはたらく。自由電子の電気量を $-e$ 、質量を m とすると、この力の大きさは イ $\input{type=checkbox}$ となり、自由電子は加速度の大きさ ウ $\input{type=checkbox}$ の等加速度運動を始める。この加速された自由電子は、熱運動している陽イオンと衝突しながら電源の陽極側へ移動する。陽イオンに衝突したとき、自由電子はいったん停止し、再び電界により加速され、短い時間の後に再び別のイオンに衝突して停止するとする。このように自由電子は停止と等加速度運動をくり返ししながら進んでいくとする。このとき、自由電子の平均衝突時間を T とすると、その間に進む平均距離は エ $\input{type=checkbox}$ となる。したがって、自由電子の平均速度 v は オ $\input{type=checkbox}$ となる。金属中に単位体積当たり n 個の自由電子があるとすると、金属線を通る電流 I を、 v を使って表すと $I = \input{type=checkbox}$ カ $\input{type=checkbox}$ である。この式の v に オ $\input{type=checkbox}$ の平均速度を代入して整理すると、 $\frac{V}{I} = \input{type=checkbox}$ キ $\input{type=checkbox}$ で、これは金属の抵抗を表す。この式の中に含まれる定数が温度によってどのように変化するかで、抵抗の温度依存性が決まる。一般に、金属の抵抗は、温度が高くなるほど ク $\input{type=checkbox}$ なる。

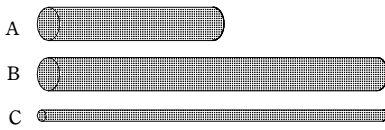
27 [2006 センター物理 I A (1997~2006)]

電力料金の明細書には、1 か月間に家庭で使用した電力量が記載されている。電力量の単位として最も適当なものを、次の ①~④ のうちから 1 つ選べ。

- ① ボルト (V) ② キロワット (kW)
- ③ キロワット時 (kWh) ④ アンペア (A)

28 [2002 センター物理 I A (1997~2006)]

下図のような同じ材質でできた 3 本のニクロム線 A、B、C を考える。A と B は直径は同じで、B の長さは A の長さの 2 倍である。また、B と C は長さは同じで、C の直径は B の直径の $\frac{1}{2}$ である。これらのニクロム線を電気抵抗の大きなものから順に左からならべるとどうなるか。正しいものを、下の ①~④ のうちから 1 つ選べ。 1 $\input{type=checkbox}$



- ① A, B, C ② B, C, A ③ C, A, B
- ④ A, C, B ⑤ C, B, A ⑥ B, A, C

29 [2017 センター物理基礎 (2015~)]

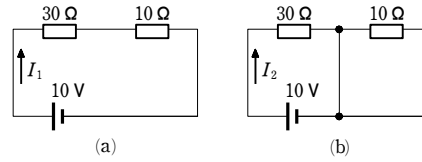
電気抵抗について考える。

- (1) 次の文章中の空欄 ア $\input{type=checkbox}$ ・イ $\input{type=checkbox}$ に入れる式と単位の組合せとして正しいものを、下の ①~⑨ のうちから 1 つ選べ。 1 $\input{type=checkbox}$

抵抗値 R の抵抗に大きさ I の電流を時間 t だけ流した。発生したジュール熱は ア $\input{type=checkbox}$ と表され、その単位であるジュール (記号 J) は基本単位 kg, m, s を用いて イ $\input{type=checkbox}$ と表される。

	ア	イ
①	RIt	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$
②	RIt	$\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$
③	RIt	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
④	RI^2t	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$
⑤	RI^2t	$\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$
⑥	RI^2t	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
⑦	R^2It	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$
⑧	R^2It	$\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$
⑨	R^2It	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$

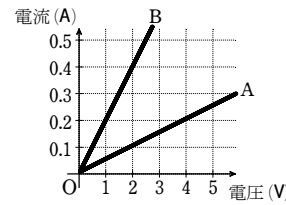
- (2) 抵抗値 10Ω と 30Ω の 2 つの抵抗を、図 (a) および (b) のように接続し、直流電源で 10 V の電圧を加えた。それぞれの回路において、 30Ω の抵抗に流れる電流 I_1 と I_2 の値の組合せとして最も適当なものを、次の ①~⑨ のうちから 1 つ選べ。 2 $\input{type=checkbox}$



	I_1 [A]	I_2 [A]
①	0.25	0.25
②	0.25	0.33
③	0.25	1.3
④	0.33	0.25
⑤	0.33	0.33
⑥	0.33	1.3
⑦	1.3	0.25
⑧	1.3	0.33
⑨	1.3	1.3

30 [2017 センター物理基礎 (2015~)]

電気抵抗について考える。同じ材質で、長さの等しい円柱状の抵抗線 A、B がある。それぞれの抵抗線の両端に加える電圧を変化させ、電流を測定したところ、図のようなグラフが得られた。



- (1) 抵抗線 A の断面積は、抵抗線 B の断面積の何倍か。最も適当な数値を、次の ①~⑦ のうちから 1 つ選べ。 1 $\input{type=checkbox}$ 倍
- ① 0.063 ② 0.25 ③ 0.50 ④ 1.0 ⑤ 2.0 ⑥ 4.0 ⑦ 16
- (2) 抵抗線 A と B を並列につなぎ、直流電源に接続した。抵抗線 A の単位時間当たりの発熱量は、抵抗線 B の発熱量の何倍か。最も適当な数値を、次の ①~⑦ のうちから 1 つ選べ。 2 $\input{type=checkbox}$ 倍
- ① 0.063 ② 0.25 ③ 0.50 ④ 1.0 ⑤ 2.0 ⑥ 4.0 ⑦ 16

31 [2012 センター物理 I (2006~2015)]

図1のように断熱容器に200gの水を入れ、一樣な太さの電熱線を浸す。電熱線の両端に電圧が一定の直流電源とスイッチを接続した。

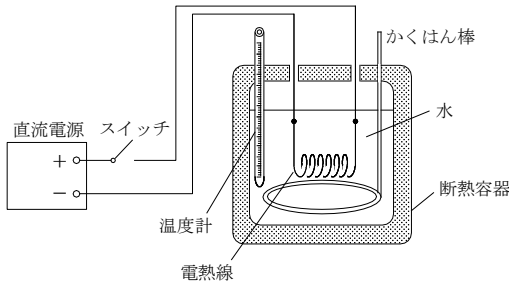


図1

- (1) ある時刻にスイッチを入れ、容器内の水をかくはんしながら、電熱線に電流を流したのち、スイッチを切った。このとき、水温は図2のように変化した。電流が流れているときに電熱線で消費された電力はいくらになるか。最も適当な数値を、下の①~⑥のうちから1つ選べ。ただし、水の比熱を $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とし、電熱線の抵抗値の温度変化は無視でき、電熱線で発生した熱はすべて水の温度上昇に使われたものとする。 1 W

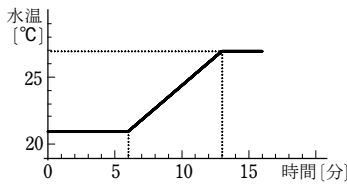


図2

- ① 12 ② 54 ③ 720 ④ 3200 ⑤ 5000 ⑥ 23000

- (2) 次の文章中の空欄「ア」、 「イ」に入れる数値の組合せとして正しいものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 2

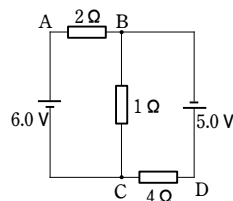
(1)の実験装置を用いて、直流電源の電圧または電熱線の長さを変えた場合について、次の2通りの実験を行った。ただし、直流電源の電圧と電熱線の長さ以外の実験条件は(1)と同様である。

- (i) 電熱線の長さは(1)と同じで、直流電源の電圧を2倍にすると、スイッチを入れてから切るまでの水の温度変化は(1)に比べて「ア」倍になった。
 (ii) 直流電源の電圧は(1)と同じで、電熱線の長さを2倍にすると、スイッチを入れてから切るまでの水の温度変化は(1)に比べて「イ」倍になった。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	2	2	2	4	4	4
イ	$\frac{1}{2}$	1	2	$\frac{1}{2}$	1	2	$\frac{1}{2}$	1	2

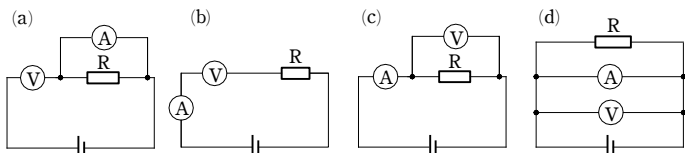
32

図のような、起電力 6.0 V 、 5.0 V の電池、 2Ω 、 1Ω 、 4Ω の抵抗を含む回路がある。電池の内部抵抗は無視できるものとする。各抵抗に流れる電流とその向きを求めよ。



33

電流計(A)と電圧計(V)を用いて、抵抗Rを流れる電流と抵抗Rにかかる電圧をはかりたい。次の図のうちで正しいものを選べ。



34 [2017 センター物理 (2015~)]

内部抵抗が r の電流計を用いた回路について考える。

- (1) 図1のように、電流計、抵抗値 R_1 の抵抗、および抵抗Aを直流電源に接続した。電流計を流れる電流の大きさが I であるとき、抵抗Aを流れる電流の大きさを表す式として正しいものを、下の①~⑥のうちから1つ選べ。 1

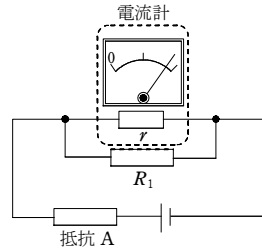


図1

- ① I ② $2I$ ③ $\frac{R_1}{r}I$ ④ $\frac{r}{R_1}I$
 ⑤ $\frac{r+R_1}{r}I$ ⑥ $\frac{r}{r+R_1}I$ ⑦ $\frac{r+R_1}{R_1}I$ ⑧ $\frac{R_1}{r+R_1}I$

- (2) 図2のように、電流計、抵抗値 R_2 の抵抗、および抵抗Bを直流電源に接続した。電流計を流れる電流の大きさが I であるとき、抵抗Bの両端の電圧の大きさを表す式として正しいものを、下の①~⑥のうちから1つ選べ。 2

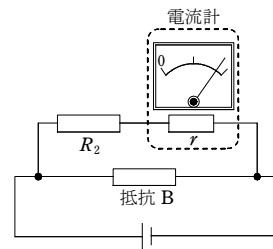


図2

- ① rI ② $2rI$ ③ R_2I ④ $2R_2I$
 ⑤ $(r+R_2)I$ ⑥ $2(r+R_2)I$ ⑦ $\frac{rR_2}{r+R_2}I$ ⑧ $\frac{2rR_2}{r+R_2}I$

35 [2006 センター物理 I (2006~2015)]

電圧 V と電流 I の関係が図 1 のような 2 つの電球 A, B がある。

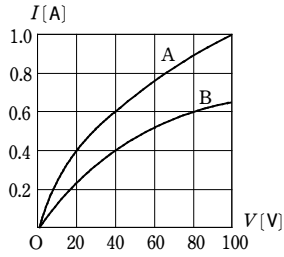


図 1

- (1) 図 2 のように、電球 A と 100Ω の抵抗を電圧 E の電源に接続すると、回路に 0.6 A の電流が流れた。電圧 E はいくらか。最も適当な数値を、下の ①~⑥ のうちから 1 つ選べ。 $E = \boxed{1} \text{ V}$

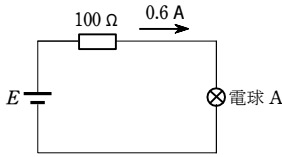


図 2

- ① 40 ② 60 ③ 80 ④ 100 ⑤ 120 ⑥ 140

- (2) 図 3 のように、2 つの電球 A, B を電圧 60 V の電源に接続したとき、回路に流れる電流はいくらか。最も適当な数値を、下の ①~⑥ のうちから 1 つ選べ。 $\boxed{2} \text{ A}$

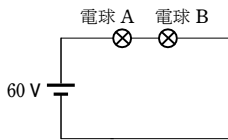
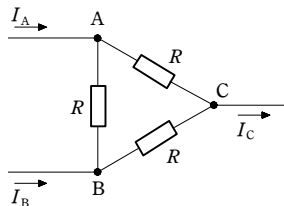


図 3

- ① 0.2 ② 0.4 ③ 0.5 ④ 0.6 ⑤ 0.75 ⑥ 1.25

36 [2004 センター物理 I B (1997~2005)]

図は、ある回路の中から一部分を書き出したものである。3 つの抵抗の大きさは等しく R とする。点 A, B に流れ込む電流はそれぞれ I_A, I_B であり、点 C から流れ出す電流は I_C である。電流の流れる向きは図中に矢印で示した。



- (1) I_A, I_B, I_C はどのような関係にあるか。正しいものを、次の ①~⑥ のうちから 1 つ選べ。 $\boxed{1}$

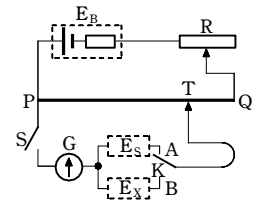
- ① $\frac{I_A}{2} + \frac{I_B}{2} + I_C = 0$ ② $\frac{I_A}{2} + \frac{I_B}{2} - I_C = 0$
 ③ $I_A + I_B + I_C = 0$ ④ $I_A + I_B - I_C = 0$
 ⑤ $I_A + I_B + \frac{I_C}{2} = 0$ ⑥ $I_A + I_B - \frac{I_C}{2} = 0$

- (2) 図の回路における点 B に対する点 A の電位はどのようになるか。正しいものを、次の ①~⑥ のうちから 1 つ選べ。 $\boxed{2}$

- ① $R(I_A - I_B)$ ② $R(I_B - I_A)$
 ③ $\frac{R}{2}(I_A - I_B)$ ④ $\frac{R}{2}(I_B - I_A)$
 ⑤ $\frac{R}{3}(I_A - I_B)$ ⑥ $\frac{R}{3}(I_B - I_A)$

37 [2015 名城大]

電池 E_X の起電力を測定するために、図のような回路を用いて実験を行った。 E_S は起電力 E_S の標準電池、 E_B は起電力 E_B で内部抵抗 r の電池、 R はすべり抵抗器、 PQ は長さ L で全抵抗 R_L の抵抗線、 T は可動接点、 G は検流計、 S はスイッチ、 K は切りかえスイッチ、 A と B は K の接点である。ただし、抵抗線 PQ の太さと材質は一律であり、電池 E_B の起電力は E_S 、 E_X の起電力より大きく、 E_X と E_S の内部抵抗はないものとする。次の問いに答えよ。



初めに、切りかえスイッチ K を A に接続し、 PT の長さを a にしてスイッチ S を閉じた。すべり抵抗器 R の抵抗値を R_0 に調節すると、検流計 G に流れる電流が 0 になった。

- 抵抗線 PQ に流れる電流の向きは、 $P \rightarrow Q$ と $Q \rightarrow P$ のどちらか。
- 切りかえスイッチ K の接点 A に接続されていたのは E_S の正極か負極か。
- 抵抗線 PQ に流れた電流を E_B, R_L, R_0, r を用いて表せ。
- PT 間の抵抗値はいくらか。 R_L, a, L を用いて表せ。
- PT の長さ a はいくらか。 E_S, E_B, R_L, R_0, r, L を用いて表せ。

次に、切りかえスイッチ K を B に接続し、すべり抵抗器 R の抵抗値は R_0 のまま、 PT の長さを b に調節すると、 G に流れる電流が 0 になった。

- 電池 E_X の起電力はいくらか。 E_S, a, b を用いて表せ。

38 [2008 法政大]

次の問いに答えよ。ただし、解答は、図中の抵抗 R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 と電圧源の電圧 E_1, E_2 、および問いで指示された量または数値を用いること。

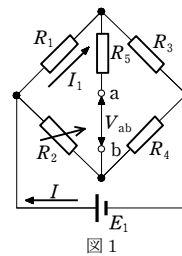


図 1

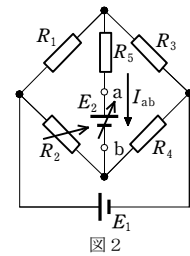


図 2

まず、図 1 のような直流回路を考える。

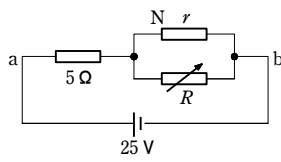
- 電流 I_1 を用いて、抵抗 R_1 に加わる電圧 V_1 を求めよ。
- 電流 I と R_2, R_4, E_1 を用いて、電流 I_1 を求めよ。
- 電流 I を求めよ。
- 電流 I と R_1, R_2, R_3, R_4 を用いて、端子 $a-b$ 間の電圧 V_{ab} を求めよ。

次に、図 2 のように、可変電圧源を端子 $a-b$ 間に挿入し、(4) で求めた電圧 V_{ab} と等しい電圧に調整した。

- 端子 $a-b$ 間の電流 I_{ab} を求めよ。
- 抵抗 R_2 に加わる電圧 V_2 と可変電圧源の電圧 E_2 を用いて、抵抗 R_1 に加わる電圧 V_1 を求めよ。
- (5) で求めた電流 I_{ab} の値を保持しながら、可変抵抗 R_2 と可変電圧源の電圧 E_2 を調整したところ、 $E_2 = 0$ となった。 R_1, R_3 および R_4 を用いて、このときの抵抗 R_2 を求めよ。

39 [2005 日本歯科大]

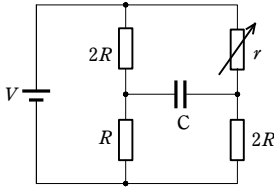
抵抗値 5Ω の電気抵抗と、抵抗値 $r[\Omega]$ の電気抵抗 N と可変抵抗 (抵抗値を $R[\Omega]$ とし、 R を変えることができる) を図のように接続し、これに起電力 25V の電池を接続して回路を作った。電池の内部抵抗は無視してよい。以下の問いに答えよ。



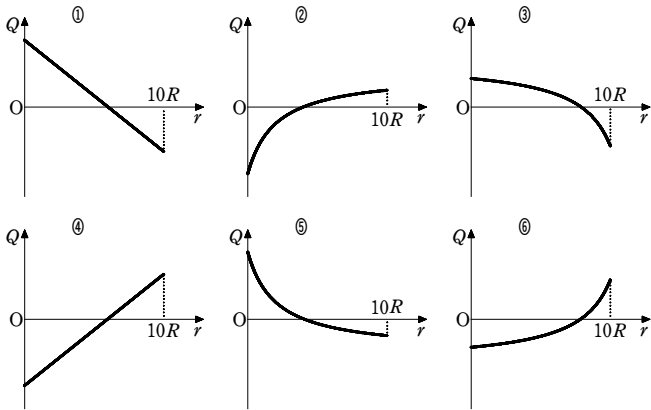
- (1) ab間の合成抵抗は何Ωか。
- (2) 電池を流れる電流は何Aか。
- (3) 電気抵抗 N を流れる電流は何Aか。
- (4) 電気抵抗 N の抵抗値を $r=15\Omega$ とする。 N から1秒間に発生するジュール熱を 15J/s とするには可変抵抗の抵抗値 R を何Ωとすればよいか。
- (5) (4) のとき、電池が供給する電力は何Wか。
- (6) 可変抵抗の値を $R=20\Omega$ にする。このとき、電気抵抗 N として何Ωの抵抗値をもつものを用いれば、 N で発生するジュール熱を最大にすることができるか。
- (7) 電気抵抗からジュール熱が発生する理由を述べよ。

40 [2005 センター物理 I B (1997~2005)]

下図は、電圧 V の電池、コンデンサー C 、抵抗値が $R, 2R, 2R$ の3つの抵抗、および可変抵抗器 (抵抗値 r) からなる回路である。

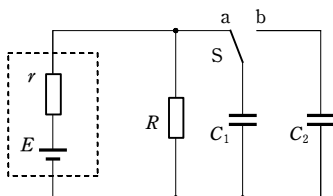


- (1) コンデンサー C の両極板の電位が等しくなるとき、可変抵抗器の抵抗値 r として正しいものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 $r = \boxed{1}$
 ① R ② $3R$ ③ $4R$ ④ $6R$ ⑤ $8R$
- (2) 可変抵抗器の抵抗値 r を0にしたとき、一定の電流が流れた。このとき電池を流れる電流の大きさとして正しいものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 $\boxed{2}$
 ① $\frac{V}{6R}$ ② $\frac{V}{3R}$ ③ $\frac{V}{2R}$ ④ $\frac{2V}{3R}$ ⑤ $\frac{5V}{6R}$ ⑥ $\frac{6V}{5R}$
- (3) 可変抵抗器の抵抗値 r を0から $10R$ までゆっくり変化させた。このとき、コンデンサー C の右側の極板に蓄えられる電荷 Q の変化を示すグラフとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 $\boxed{3}$



41 [2004 センター物理 I B (1997~2005)]

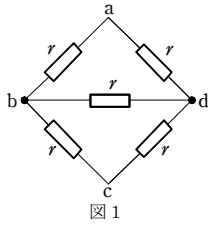
図のように、大きさが R の抵抗、静電容量が C_1, C_2 の平行板コンデンサー、起電力が E で内部抵抗が r の電池、スイッチ S を接続した回路がある。はじめ、スイッチ S は a の側にあり、コンデンサー C_2 には電荷は蓄えられていなかった。



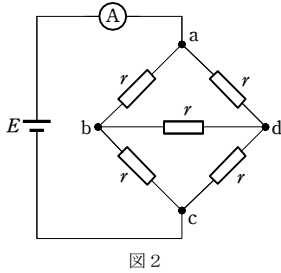
- (1) コンデンサー C_1 の両端間の電圧 V_1 はいくらか。正しいものを、次の①~④のうちから1つ選べ。 $V_1 = \boxed{1}$
 ① $\frac{R+r}{R}E$ ② $\frac{R}{R+r}E$ ③ $\frac{R-r}{R-r}E$ ④ $\frac{R-r}{R}E$
- (2) 次に、スイッチ S を b の側にして十分に時間がたったとき、コンデンサー C_1, C_2 に蓄えられた電気量は一定となった。このとき、コンデンサー C_2 に蓄えられた電気量を C_1, C_2, V_1 で表すとどのようなになるか。正しいものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 $\boxed{2}$
 ① C_1V_1 ② C_2V_1 ③ $(C_1+C_2)V_1$
 ④ $\frac{C_1^2}{C_1+C_2}V_1$ ⑤ $\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}V_1$ ⑥ $\frac{C_2^2}{C_1+C_2}V_1$
- (3) 次に、スイッチ S を b の側にしたまま、コンデンサー C_2 の電極間を比誘電率が1より大きい誘電体で満たした。このとき、コンデンサー C_2 に蓄えられる電気量はどのようなになるか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 $\boxed{3}$
 ① コンデンサー C_2 の電気容量が大きくなるので、蓄えられる電気量は増加する。
 ② コンデンサー C_2 の電気容量が大きくなるので、蓄えられる電気量は減少する。
 ③ コンデンサー C_2 の電気容量が小さくなるので、蓄えられる電気量は増加する。
 ④ コンデンサー C_2 の電気容量が小さくなるので、蓄えられる電気量は減少する。
 ⑤ 電気量は保存されるので変化しない。

42 [2015 センター物理 (2015～)]

図1のように、抵抗値 r の抵抗を接続した。以下の問いでは、電源および電流計の内部抵抗は無視できるものとする。

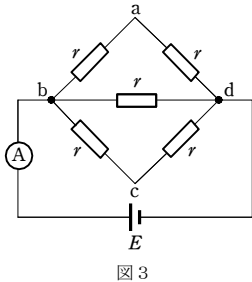


(1) 図2のように、電圧 E を ac 間に加えたとき、電流計には I_1 の電流が流れた。 I_1 は $\frac{E}{r}$ の何倍か。正しいものを、下の ①～⑧ のうちから1つ選べ。 倍



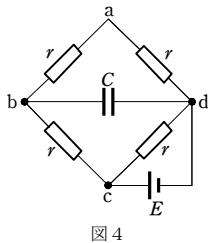
- ① $\frac{1}{2}$
- ② 1
- ③ $\frac{3}{2}$
- ④ 2
- ⑤ $\frac{5}{2}$
- ⑥ 3
- ⑦ $\frac{7}{2}$
- ⑧ 4

(2) 図3のように、電圧 E を bd 間に加えたとき、電流計には I_2 の電流が流れた。 I_2 は $\frac{E}{r}$ の何倍か。正しいものを、下の ①～⑧ のうちから1つ選べ。 倍



- ① $\frac{1}{4}$
- ② $\frac{1}{2}$
- ③ 1
- ④ $\frac{3}{2}$
- ⑤ 2
- ⑥ $\frac{5}{2}$
- ⑦ 3
- ⑧ $\frac{7}{2}$

(3) bd 間の抵抗を電気容量 C のコンデンサーにつなぎかえた。図4のように、電圧 E を cd 間に加え、十分に時間がたったとき、コンデンサーに蓄えられている電気量は、 C と E の積 CE の何倍か。正しいものを、下の ①～⑧ のうちから1つ選べ。 倍



- ① $\frac{1}{4}$
- ② $\frac{1}{3}$
- ③ $\frac{1}{2}$
- ④ $\frac{2}{3}$
- ⑤ $\frac{3}{4}$
- ⑥ 1
- ⑦ $\frac{5}{4}$
- ⑧ $\frac{5}{3}$

43 [2015 センター物理 I (2006～2015)]

抵抗における電流と電圧および消費電力の関係について考える。電流計と電源の抵抗は無視できるものとする。

(1) 図1のように抵抗 R を電源につなぎ回路をつくった。電源の電圧を変化させ、電流

と電圧の値をグラフにすると図2のようになった。抵抗 R の抵抗値と、電圧が 6.0V のときの消費電力の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑥ のうちから1つ選べ。

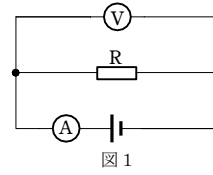


図1

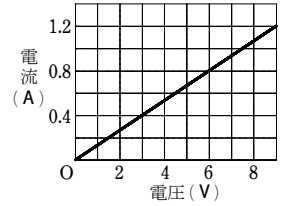


図2

	抵抗値 (Ω)	消費電力 (W)
①	0.13	3.8
②	0.13	4.8
③	0.80	3.8
④	0.80	4.8
⑤	7.5	3.8
⑥	7.5	4.8

(2) ある白熱電球に加える電圧を変化させ、電流と電圧の関係を調べたところ、図3のような結果が得られた。この白熱電球と、抵抗 r を図4のように接続した。電源の電圧が 3.0V のとき、電流計の示す値は 0.10A であった。回路全体の消費電力と抵抗 r での消費電力の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑥ のうちから1つ選べ。

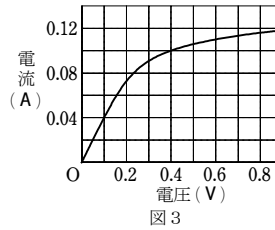


図3

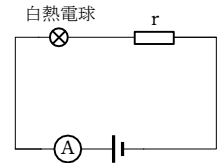


図4

	回路全体の消費電力 (W)	r での消費電力 (W)
①	0.15	0.040
②	0.15	0.26
③	0.30	0.040
④	0.30	0.26
⑤	0.90	0.040
⑥	0.90	0.26

44 [2015 神奈川大]

図1に示す回路において、抵抗 R_1 、 R_2 の抵抗値はそれぞれ 20Ω 、 30Ω 、コンデンサー C の容量は $5.0\mu\text{F}$ 、内部抵抗は無視できる直流電源 E の起電力は 10V であり、点 B は接地されている。電球 L は図2の電流電圧特性を示す。初め、スイッチ S_1 、 S_2 は開いており、 C には電荷がないとする。次の問いについて、数値には単位をつけて答えよ。

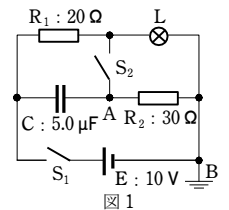


図1

(1) S_1 を閉じて十分な時間が経過した後、

- (a) 点 A の電位を求めよ。
- (b) C に蓄えられている電気量を求めよ。

(2) S_1 を閉じたまま S_2 を閉じて十分な時間が経過した後、 L の両端に加わる電圧を $V[\text{V}]$ として、

- (a) R_1 の両端に加わる電圧を、 V を用いて表せ。
- (b) R_2 に流れる電流を、 V を用いて表せ。
- (c) L に流れる電流を $I[\text{A}]$ とするとき、 I を V を用いて表せ。
- (d) I と V の関係式のグラフを図2にかき、特性曲線との交点から、 V の数値を求めよ。
- (e) C に蓄えられている電気量を求めよ。

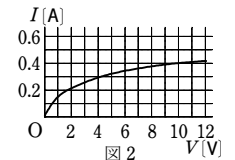
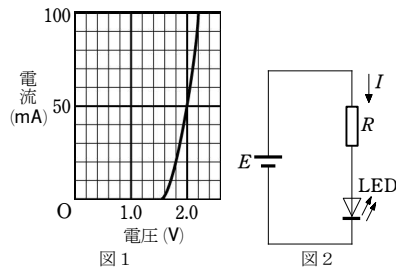


図2

48 [2016 同志社大]

次の文中の空欄 ア に当てはまる式を, イ ~ キ に当てはまる数値を有効数字 2 桁で記せ。図 1 には適切なグラフの概形をかけ。なお, 各回路において, 電池の内部抵抗は無視できるとする。

発光ダイオード (LED) は, 順方向に電圧をかけると電流が流れ, 電気エネルギーの一部が光として放射される半導体素子である。図 1



は, ある LED の両端の電圧と, そのときに流れる電流の関係を示している。図 2 は, この LED に抵抗値 R [Ω] の抵抗と起電力 E [V] の電池を直列に接続した回路である。この回路において LED に流れる電流を I [A] とすると, LED の両端に加わる電圧は ア [V] となる。いま, 図 2 の回路の E の値を 10.0 V とし, 放射される光を十分な明るさとするために, LED には 20 mA 以上の電流を流す。そのためには, 図 1 より LED には イ V 以上の電圧が加わっていないなければならない。このとき, R は ウ Ω 以下であることが必要となる。

一方, LED の消費電力が大きいと LED は破損してしまう。これを避けるために R が満たすべき条件を求めてみよう。LED の消費電力の値が決まると, LED の両端の電圧と LED に流れる電流の関係を, 図 1 に曲線としてかき入れることができる。LED の消費電力を 100 mW としたときの, この曲線の概形を図 1 に実線でかけ。図から, LED の消費電力を 100 mW 以下にするためには, LED に流れる電流は エ mA 以下にしなければならない。このとき, R は オ Ω 以上であることが必要となる。

次に, 同じ LED を用いて図 3 に示す回路を構成した。4.0 V の電池を流れる電流 I が 15 mA となるように可変抵抗の抵抗値 R_x を調整し, LED を発光させた。このとき, LED を流れる電流 I_L を求めてみよう。回路の右側部分の経路においてキルヒホッフの法則を適用し, LED の両端の電圧と I_L の関係を求めると,

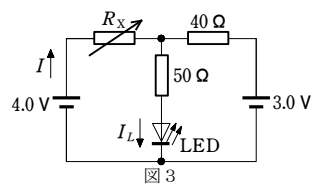


図 1 に直線としてかき入れることができる。この直線の概形を図 1 に破線でかけ。図から, LED に流れる電流 I_L は カ mA と求められる。また, R_x は キ Ω となる。