

# 理 科

平成 25 年 度

## 入 学 試 験 問 題

受 験 番 号	
---------	--

### 1. 注 意 事 項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- (2) この問題冊子は 52 ページあります。  
試験中に、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて、監督者に知らせなさい。  
物 理 1 ページから 14 ページまで  
化 学 15 ページから 32 ページまで  
生 物 33 ページから 52 ページまで
- (3) 問題冊子のどのページも切り離してはいけません。また、問題用紙の余白は計算用紙として自由に使用してよろしい。
- (4) 問題冊子の表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。
- (5) 解答用紙には、物理解答用紙、化学解答用紙、生物解答用紙の 3 種類があります。これらの 3 種類のすべての解答用紙の氏名、受験番号の記入欄および受験番号のマーク欄にそれぞれ正しく記入し、マークしなさい。
- (6) 計算機能をもつ時計、計算器具などの使用は禁止します。使用している場合は不正行為とみなします。
- (7) 試験終了後、解答用紙はもちろん、問題冊子も持ち帰ってはいけません。

### 2. 解答上の注意

解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、問題冊子を開いてはいけません。またマークシート左下に記載してある「注意事項」も読んでおきなさい。

- (1) 問題は物理、化学、生物いずれも **1**、**2** の 2 問、計 6 問あります。6 問中の任意の 4 問を選んで解答しなさい。5 問以上答えた時には点数のよい 4 問を得点とします。

裏表紙につづく

2. 解答上の注意(つづき)

(2) 各問題文中の  ア,  イ,  ウ, …などの  には選択肢の番号あるいは数字, 符号(+, -)が入ります。選択肢の番号あるいは数字, 符号をマークシートの  ア,  イ,  ウ, …で示された解答欄の ①, ②, …, ⑩, ⊕, ⊖ にマークしなさい。

(3) 数値の入れ方

(i) 問題文中の  ア,  イ,  ウ, …に数字または符号を入れる場合, それぞれの  には1, 2, …, 9, 0の数字または符号(+, -)のひとつが入ります。それらの数字または符号をマークシートの  ア,  イ,  ウ, …で示された解答欄にマークしなさい。

(ii) 解答枠の桁数より少ない桁数を解答するときは, 数字を右詰めで, その前を⑩でうめるような形で答えなさい。

[例]  ア  イ .  ウ  エ に 1.8 あるいは 1.80 と答えたいときは

ア	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖
イ	●	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⊕	⊖
ウ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	⊕	⊖
エ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖

ア,  エ の ⑩ をマークしないままにしておくと間違いになります。

## 物 理

1 次の問いに対して、最も適切なものを選択肢の中から一つ選びなさい。

- (1) 図1のように  $xy$  平面内にばねがつながった金属棒、内部抵抗の無視できる起電力  $E$  の電池、抵抗値  $R$  の抵抗、スイッチで成り立っている回路がある。ばねのばね定数は  $k$  で、金属棒の中心につながっているとする。導線  $ab$  と導線  $cd$  は  $x$  軸に平行で距離  $l$  だけ離れて設置されている。また、金属棒はその導線の上に  $y$  軸に平行に置かれている。磁束密度  $B$  の磁界が紙面に垂直に表から裏に向けてかけられているとして、次の問いに答えなさい。なお、金属棒と導線には抵抗はなく、金属棒と導線の間の摩擦も無視できるものとする。さらに、回路を流れる電流が作る磁界も無視できるものとする。

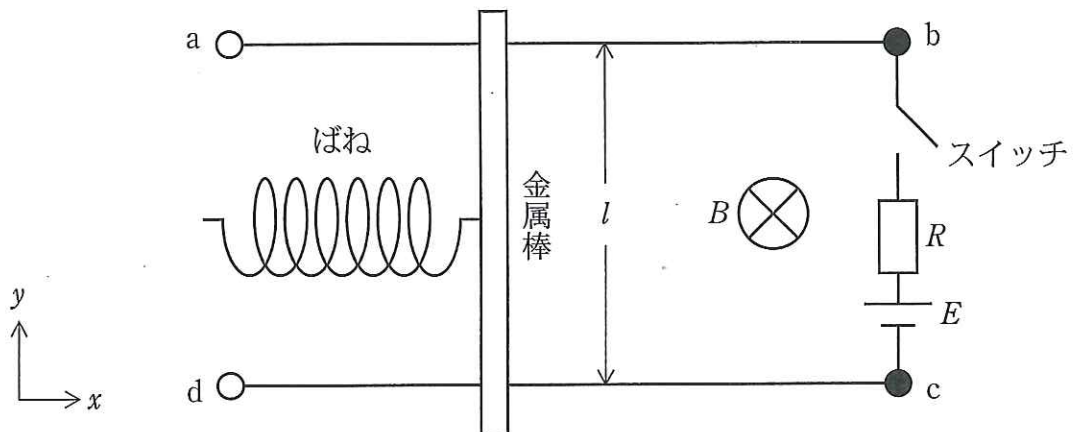


図1

問1 金属棒につながれていない方のばねの端を自然長で固定する。この状態で回路のスイッチを入れると、金属棒が移動したのち静止した。

(a) 静止した金属棒に流れる電流はいくらか。

ア

ア の選択肢

- ① 0    ②  $Bl$     ③  $\frac{Bl}{R}$     ④  $\frac{R}{Bl}$     ⑤  $BlR$     ⑥  $\frac{E}{R}$     ⑦  $ER$

(b) 金属棒が移動した方向は、 $x$  軸の正方向か、それとも負方向か。また、金属棒が移動した距離はいくらか。 イ

イ の選択肢

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ① $x$ 軸の正方向に $\frac{Bl}{k}$ 移動   | ② $x$ 軸の負方向に $\frac{Bl}{k}$ 移動   |
| ③ $x$ 軸の正方向に $\frac{Bl}{kR}$ 移動  | ④ $x$ 軸の負方向に $\frac{Bl}{kR}$ 移動  |
| ⑤ $x$ 軸の正方向に $\frac{EBl}{kR}$ 移動 | ⑥ $x$ 軸の負方向に $\frac{EBl}{kR}$ 移動 |
| ⑦ $x$ 軸の正方向に $\frac{EBR}{k}$ 移動  | ⑧ $x$ 軸の負方向に $\frac{EBR}{k}$ 移動  |

問 2 問 1 の状態ではねの固定を外し、この端に  $x$  軸の負方向の外力を加えたところ、金属棒は一定の速さ  $v$  で  $x$  軸方向に運動するようになった。ただし、一定の速さで運動している間、ばねの長さは一定に保たれていた。

(a) この運動により、回路を貫く磁束が単位時間当たり ウ だけ変化するため、回路に大きさが エ で向きが  $y$  軸の オ 方向の誘導起電力が発生する。その結果、金属棒には、大きさ カ の電流が流れる。

ウ, エ, オ, カ の選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

- |                       |                       |                   |                   |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| ① 0                   | ② $\frac{E}{R}$       | ③ $\frac{EBl}{R}$ | ④ $\frac{vBl}{R}$ |
| ⑤ $\frac{E + vBl}{R}$ | ⑥ $\frac{E - vBl}{R}$ | ⑦ $B$             | ⑧ $Bl$            |
| ⑨ $vB$                | ⑩ $vBl$               | ⊕ 正               | ⊖ 負               |

(b) ばねの伸びはいくらか。 キ

キ の選択肢

- |                            |                            |                          |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| ① 0                        | ② $\frac{E}{kR}$           | ③ $\frac{EBl}{kR}$       |
| ④ $\frac{vBl}{kR}$         | ⑤ $\frac{vB^2l^2}{kR}$     | ⑥ $\frac{v^2B^2l^2}{kR}$ |
| ⑦ $\frac{Bl(E + vBl)}{kR}$ | ⑧ $\frac{Bl(E - vBl)}{kR}$ |                          |

(c) 電池の消費電力はいくらか。 ク

(d) 金属棒が等速運動をしているとき、外力の仕事率はいくらか。  
ケ

(e) 抵抗から発生する単位時間あたりのジュール熱はいくらか。  
コ

ク, ケ, コの選択肢(同じものを繰り返し選択してもよい)

- |                            |                            |                           |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| ① 0                        | ② $\frac{E^2}{R}$          | ③ $\frac{EvBl}{R}$        |
| ④ $\frac{E(E + vBl)}{R}$   | ⑤ $\frac{E(E - vBl)}{R}$   | ⑥ $\frac{v^2 B^2 l^2}{R}$ |
| ⑦ $\frac{vBl(E + vBl)}{R}$ | ⑧ $\frac{vBl(E - vBl)}{R}$ | ⑨ $\frac{Bl(E + vBl)}{R}$ |
| ⑩ $\frac{Bl(E - vBl)}{R}$  | ⊕ $\frac{(E + vBl)^2}{R}$  | ⊖ $\frac{(E - vBl)^2}{R}$ |

(2)

問 1 真空中で速さ  $c$ 、波長  $\lambda$  の光が屈折率  $n$  の物質に入ったとき、物質中の波長は サ、振動数は シ となる。

問 2 水の屈折率を  $n$  とする。水中の深さ  $h$  の点にある物体を真上付近から見ると、光が水面で ス するため、物体は深さが セ の点にあるように見える。ただし角度  $\theta$  が小さいとき、 $\sin \theta \doteq \tan \theta$  とする。物体の真上の水面上の点から、水面に沿ってだんだん離れていくと、真上の点からの距離が ソ の点で物体は見えなくなる。これは、水面で光が タ するためである。

問 3 水中のレンズの焦点距離は、空気中と比べて チ。ただし、空気、水、レンズの材質の屈折率を、それぞれ 1, 1.3, 1.5 とする。

問 4 凸レンズの形は変えず，材質を屈折率の大きいものに変えると，焦点距離は 。

,

 の選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

- |                 |                       |                       |                       |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① $n\lambda$    | ② $\frac{\lambda}{n}$ | ③ $\frac{n}{\lambda}$ | ④ $nc$                |
| ⑤ $\frac{c}{n}$ | ⑥ $\frac{n}{c}$       | ⑦ $\frac{\lambda}{c}$ | ⑧ $\frac{c}{\lambda}$ |

,

 の選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

- |       |      |      |      |
|-------|------|------|------|
| ① 回折  | ② 分散 | ③ 屈折 | ④ 偏光 |
| ⑤ 全反射 | ⑥ 透過 | ⑦ 散乱 | ⑧ 直進 |

,

 の選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

- |                     |                              |                              |                      |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|
| ① $nh$              | ② $\frac{h}{n}$              | ③ $\frac{n}{h}$              | ④ $h$                |
| ⑤ $h\sqrt{n^2 - 1}$ | ⑥ $\frac{h}{\sqrt{n^2 - 1}}$ | ⑦ $\frac{\sqrt{n^2 - 1}}{h}$ | ⑧ $\sqrt{n^2 + h^2}$ |

,

 の選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

- |        |         |        |
|--------|---------|--------|
| ① 短くなる | ② 変化しない | ③ 長くなる |
|--------|---------|--------|

問 5 赤, 黄, 緑, 青, 紫の光を同じレンズに入射させたとき, 焦点距離は テ。

問 6 焦点距離  $f$  の凸レンズで, 物体の像の倍率を 1 とするためには, レンズから物体までの距離を ト とすればよい。

テ の選択肢

- |          |          |           |
|----------|----------|-----------|
| ① 赤が最も短い | ② 黄が最も短い | ③ 緑が最も短い  |
| ④ 青が最も短い | ⑤ 紫が最も短い | ⑥ どの色も等しい |

ト の選択肢

- |                 |                 |              |                 |
|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|
| ① $f$           | ② $\frac{1}{f}$ | ③ $2f$       | ④ $\frac{f}{2}$ |
| ⑤ $\frac{2}{f}$ | ⑥ $f^2$         | ⑦ $\sqrt{f}$ |                 |

問 7 格子定数  $d$  の回折格子に、波長  $\lambda$  の光を垂直に入射させると、後方のスクリーンに明暗の縞模様<sup>しま</sup>ができた。中央の最も明るい明線の隣の明線を 1 次の明線、その次の明線を 2 次の明線とする。光の入射方向と、1 次、2 次の明線方向とのなす角をそれぞれ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  とすると(図 2)、 $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \boxed{\text{ナ}}$  となる。

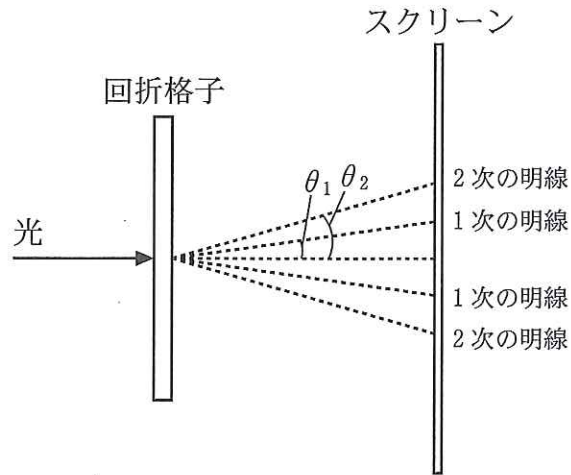


図 2

$\boxed{\text{ナ}}$  の選択肢

① 2

②  $2\lambda$

③  $\frac{2\lambda}{d}$

④  $\frac{2d}{\lambda}$

⑤  $\frac{1}{2}$

⑥  $\frac{\lambda}{2}$

⑦  $\frac{d}{2\lambda}$

⑧  $\frac{\lambda}{2d}$



2 次の問いに対して、最も適切なものを選択肢の中から一つ選びなさい。

(1) 質量  $m$  の物体が、 $x$  軸上を正の方向に進む直線運動を考える。物体の進む先に、微小な幅  $\Delta x$  を有する特別な区間が  $n$  か所あり、物体が通過する順にそれぞれ区間 1, 区間 2,  $\dots$ , 区間  $n$  とする。物体には、各区間を通過する間のみ、 $x$  軸の方向に一定の力  $F_1, F_2, \dots, F_n$  がかかり、それ以外の場所では物体に力は働かないものとする。

区間 1 に進入する前の物体の速度が  $v_0$  のとき、区間 1 を通過した直後の物体の速度  $v_1$  は、 $v_1 = \text{ア}$  で、区間 1 を通過するのにかかる時間  $\Delta t_1$  は、 $\Delta t_1 = \text{イ}$  である。同様に、区間  $k$  に進入する前の物体の速度が  $v_{k-1}$  のとき、区間  $k$  を通過した直後の物体の速度  $v_k$  は、 $v_k = \text{ウ}$  で、区間  $k$  を通過するのにかかる時間  $\Delta t_k$  は、 $\Delta t_k = \text{エ}$  である。また、 $v_k^2 - v_{k-1}^2 = \text{オ}$  なので、 $\Delta t_k = \text{カ}$  と表すこともできる。

$F_1 = F_2 = \dots = F_n > 0$  のとき、 $1 \leq i < j \leq n$  であれば、 $v_i \text{キ} v_j$  なので、 $\Delta t_i \text{ク} \Delta t_j$  となる。区間  $k$  を通過した時の、物体の運動量と運動エネルギーの変化をそれぞれ、 $\Delta P_k, \Delta E_k$  とすると、 $\Delta P_k = \text{ケ}$ 、 $\Delta E_k = \text{コ}$  と書けるので、 $\Delta P_i \text{サ} \Delta P_j$ 、 $\Delta E_i \text{シ} \Delta E_j$  である。

アの選択肢

- |                                             |                                                                     |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| ① $v_0 + \frac{F_1 \Delta x}{mv_0}$         | ② $v_0 + \frac{F_1}{2m} \left( \frac{\Delta x}{v_0} \right)^2$      |
| ③ $v_0 + 2 \frac{F_1}{m} \Delta x$          | ④ $-\sqrt{-v_0^2 + 2 \frac{F_1}{m} \Delta x}$                       |
| ⑤ $\sqrt{v_0^2 + 2 \frac{F_1}{m} \Delta x}$ | ⑥ $\Delta x + \frac{F_1}{2m} \left( \frac{\Delta x}{v_0} \right)^2$ |

イの選択肢

- |                          |                                                       |                                                                                 |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| ① $\frac{\Delta x}{v_0}$ | ② $\sqrt{\frac{2m}{F_1}} \Delta x$                    | ③ $\frac{m}{F_1} \left( -v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2 \frac{F_1}{m} \Delta x} \right)$ |
| ④ $\frac{\Delta x}{v_1}$ | ⑤ $\frac{1}{2} \left( \frac{\Delta x}{v_0} \right)^2$ | ⑥ $\frac{m}{F_1} \left( v_0 - \sqrt{-v_0^2 + 2 \frac{F_1}{m} \Delta x} \right)$ |

ウの選択肢

①  $v_{k-1} + \frac{F_k \Delta x}{m v_{k-1}}$

②  $v_{k-1} + \frac{F_k}{2m} \left( \frac{\Delta x}{v_{k-1}} \right)^2$

③  $v_{k-1} + 2 \frac{F_k}{m} \Delta x$

④  $-\sqrt{-v_{k-1}^2 + 2 \frac{F_k}{m} \Delta x}$

⑤  $\sqrt{v_{k-1}^2 + 2 \frac{F_k}{m} \Delta x}$

⑥  $\Delta x + \frac{F_k}{2m} \left( \frac{\Delta x}{v_{k-1}} \right)^2$

エの選択肢

①  $\frac{\Delta x}{v_{k-1}}$

②  $\sqrt{\frac{2m}{F_k}} \Delta x$

③  $\frac{m}{F_k} \left( -v_{k-1} + \sqrt{v_{k-1}^2 + 2 \frac{F_k}{m} \Delta x} \right)$

④  $\frac{\Delta x}{v_k}$

⑤  $\frac{1}{2} \left( \frac{\Delta x}{v_{k-1}} \right)^2$

⑥  $\frac{m}{F_k} \left( v_{k-1} - \sqrt{-v_{k-1}^2 + 2 \frac{F_k}{m} \Delta x} \right)$

オの選択肢

①  $2 \frac{F_k}{m} \Delta x$

②  $2 \frac{m}{F_k} \Delta x$

③  $\frac{m}{2 F_k} \Delta x$

④  $\frac{2}{m}$

⑤  $\frac{m}{2}$

⑥  $\left( \frac{F_k \Delta x}{m} \right)^2$

カの選択肢

①  $\frac{2 \Delta x}{v_k + v_{k-1}}$

②  $\frac{\Delta x}{2(v_k + v_{k-1})}$

③  $2 \left( \frac{m}{F_k} \right)^2 \frac{\Delta x}{v_k + v_{k-1}}$

④  $\left( \frac{m}{F_k} \right)^2 \frac{\Delta x}{2(v_k + v_{k-1})}$

⑤  $\frac{F_k \Delta x^2}{m(v_k + v_{k-1})}$

⑥  $\frac{F_k \Delta x^2}{2m(v_k + v_{k-1})}$

キ, ク, サ, シの選択肢(同じものを繰り返し選択してもよい)

① <

② =

③ >

ケ, コの選択肢(同じものを繰り返し選択してもよい)

- ①  $mv_k$                       ②  $\frac{1}{2}mv_k^2$                       ③  $F_k\Delta t_k$   
 ④  $(F_k - F_{k-1})\Delta t_k$       ⑤  $F_k\Delta x$                       ⑥  $(F_k - F_{k-1})\Delta x$   
 ⑦  $\frac{F_k}{m}\Delta t_k$                       ⑧  $\frac{F_k}{m}\Delta x$

(2)

問 1 極板面積  $S$ , 極板間隔  $d$  の平行平板コンデンサーがある。2 枚の極板の電気量はそれぞれ  $+Q$ ,  $-Q$  である。極板間の以下の量を答えなさい。ただし、極板間には一様な電界ができているとし、クーロンの法則の比例定数を  $k$  とする。

(a) 電気力線の本数

の選択肢

- ①  $Q$                       ②  $4\pi Q$                       ③  $4\pi kQ$                       ④  $\frac{4\pi kQ}{d}$   
 ⑤  $\frac{4\pi kQS}{d}$                       ⑥  $\frac{4\pi kQ}{S}$                       ⑦  $\frac{4\pi kQd}{S}$

(b) 電界の強さ

の選択肢

- ①  $\frac{Q}{d}$                       ②  $\frac{4\pi Q}{d}$                       ③  $\frac{4\pi SQ}{d}$                       ④  $\frac{4\pi kSQ}{d}$   
 ⑤  $\frac{4\pi Q}{S}$                       ⑥  $\frac{4\pi kQ}{S}$                       ⑦  $\frac{4\pi kQ}{Sd}$

(c) 電圧

の選択肢

- ①  $Qd$                       ②  $4\pi Q$                       ③  $4\pi kQ$                       ④  $4\pi kQSd$   
 ⑤  $\frac{Qd}{S}$                       ⑥  $\frac{4\pi kQ}{S}$                       ⑦  $\frac{4\pi kQd}{S}$

(d) 電気容量 夕

夕の選択肢

- |                     |                       |                       |                  |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| ① $\frac{S}{4\pi}$  | ② $\frac{S}{4\pi d}$  | ③ $\frac{S}{4\pi kd}$ | ④ $\frac{kS}{d}$ |
| ⑤ $\frac{Sd}{4\pi}$ | ⑥ $\frac{4\pi kS}{d}$ | ⑦ $\frac{kSd}{4\pi}$  |                  |

問 2 電気量  $Q_1$  の 2 個の正電荷が距離  $2a$  を隔てて位置 A と位置 B に置かれている。直線 AB の中点から、直線に垂直に距離  $b$  だけ離れた位置 C に電気量  $Q_2$  の正電荷を図 1 のように置く。クーロンの法則の比例定数を  $k$  として、次の問いに答えなさい。

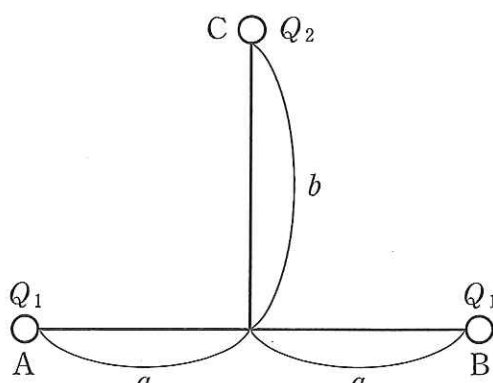


図 1

(a) 電気量  $Q_2$  の電荷に働く静電気力の大きさはいくらか。 子

子の選択肢

- |                                             |                                            |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| ① $\frac{kQ_1Q_2}{\sqrt{a^2 + b^2}}$        | ② $\frac{2kQ_1Q_2}{\sqrt{a^2 + b^2}}$      |
| ③ $\frac{kQ_1Q_2}{\sqrt{(a^2 + b^2)^3}}$    | ④ $\frac{2kQ_1Q_2}{\sqrt{(a^2 + b^2)^3}}$  |
| ⑤ $\frac{2kaQ_1Q_2}{\sqrt{(a^2 + b^2)^3}}$  | ⑥ $\frac{2kbQ_1Q_2}{\sqrt{(a^2 + b^2)^3}}$ |
| ⑦ $\frac{2kabQ_1Q_2}{\sqrt{(a^2 + b^2)^3}}$ |                                            |

(b) 次に、 $a = b = r$ 、 $Q_1 = Q_2 = Q$ とすると、位置Aにおかれた電荷に働く静電気力の大きさはいくらになるか。 ツ

ツの選択肢

①  $\frac{kQ^2}{4r^2}$

②  $\frac{\sqrt{2} kQ^2}{4r^2}$

③  $\frac{\sqrt{3} kQ^2}{4r^2}$

④  $\frac{\sqrt{5} kQ^2}{4r^2}$

⑤  $\frac{(\sqrt{2} + \sqrt{3}) kQ^2}{4r^2}$

⑥  $\frac{(\sqrt{2} + \sqrt{5}) kQ^2}{4r^2}$

⑦  $\frac{(\sqrt{3} + \sqrt{5}) kQ^2}{4r^2}$

⑧  $\frac{kQ^2}{4r^2} \sqrt{3 + 2\sqrt{2}}$

⑨  $\frac{kQ^2}{4r^2} \sqrt{5 + 2\sqrt{2}}$

⑩  $\frac{kQ^2}{4r^2} \sqrt{2 + 2\sqrt{3}}$

⑪  $\frac{kQ^2}{4r^2} \sqrt{5 + 2\sqrt{3}}$

⑫  $\frac{kQ^2}{4r^2} \sqrt{2 + 2\sqrt{5}}$

問 3 起電力が  $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$  の 3 個の電池がある。

(a) 電池の内部抵抗を各々  $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$  とする。これらの電池を図 2 の様に並列につなぎ、外部抵抗  $R$  と接続する。外部抵抗  $R$  に流れる電流はいくらか。 テ

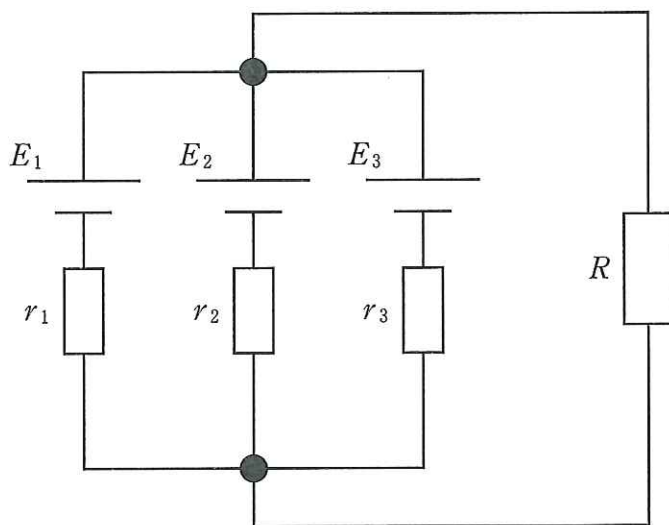


図 2





