

平成19年度入学試験問題（前期日程）

理 科  
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	5 ページまで
化 学	6 ページから	8 ページまで
生 物	9 ページから	12 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

# 物 理

1 以下の文章中の  に最も適切な数値、数式、または選択肢の記号を記入せよ。(18点)

問 1 内部抵抗がある電池を電気容量  $C$ [F] のコンデンサーにつないだところ、コンデンサーに電荷  $Q$ [C] が蓄えられた。次に電池を  $R$ [ $\Omega$ ] の抵抗に接続したら、回路に  $I$ [A] の電流が流れた。この電池の内部抵抗は  (1) [ $\Omega$ ] である。

問 2 振動数  $f$ [Hz] のおんさ A と、それよりも低い振動数のおんさ B を同時に鳴らしたら、 $t$  秒間に  $N$  回うなりが聞こえた。このとき、おんさ B の振動数は  (2) [Hz] である。

問 3  $100\text{ }^\circ\text{C}$  の熱い鉄球  $500\text{ g}$  を  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  の細かくした氷  $100\text{ g}$  に入れたところ、氷が溶けて  $40\text{ g}$  の氷と  $60\text{ g}$  の水になった。鉄の比熱を  $0.44\text{ J/g}\cdot\text{K}$ 、氷の融解熱を  $330\text{ J/g}$  とすると、氷の比熱は  (3)  $\text{J/g}\cdot\text{K}$  である。

問 4 十分長い 2 本の導線 P と Q を  $r$ [m] 離して平行に設置した。導線 P には  $I_1$ [A] の、導線 Q には  $I_2$ [A] の直流電流を流した。電流  $I_1$  が導線 Q の位置につくる磁場(磁界)の強さは  $I_1$  と  $r$  を用いて、 (4) [A/m] で与えられる。この磁場が導線 Q に及ぼす力の大きさは  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $r$ 、および真空の透磁率  $\mu_0$ [N/A<sup>2</sup>] を用いて、単位長さ当たり  (5) [N] で与えられる。導線 P と Q に同じ向きに電流を流したとき、それらの間には  (6) (ア) 引力が働く、(イ) 斥力が働く、(ウ) 力が働かない。

問 5 自動車のエンジンなどの熱機関は、高温の物体から  $Q_1$ [J] の熱をもらい、その一部を外部への仕事  $W$ [J] に変換し、低温の物体へ  $Q_2$ [J] の熱を放出する。この外部への仕事  $W$  は  (7) [J] で与えられ、1 サイクル後の熱機関の内部エネルギーは変化しない。このとき、熱機関の熱効率は  $Q_1$  と  $W$  を用いて、 (8)  $\times 100$  [%] となる。このように熱機関から得られた熱を力学的エネルギーや電気的エネルギーなどに変換して活用することができる。

問 6 ゴンドラに乗った琉大君が熱気球の中の空気をバーナーで暖めて温度を上げたところ、気球は体積  $V$ [m<sup>3</sup>] に膨らんでゴンドラとともに空中に浮いた。そのときの気球内部の空気の密度を測ると  $\rho_1$ [kg/m<sup>3</sup>] であった。気球を固定している綱をはずすと、この熱気球は加速度  (9) [m/s<sup>2</sup>] で上昇を始めた。ただし、重力加速度を  $g$ [m/s<sup>2</sup>]、外界の空気の密度を  $\rho_0$ [kg/m<sup>3</sup>]、琉大君も含めた熱気球の全質量を  $M$ [kg] とする。

- 2 図 I のように、半径  $a$  の円輪が鉛直面内に静止して置かれており、その円輪に質量  $m$  の小リングが通されている。円輪の太さは十分細いとし、小リングは円輪に沿って滑らかに運動するものとする。円輪の中心を  $O$ 、円輪の最下点を  $P$ 、また、重力加速度を  $g$  とする。(16 点)

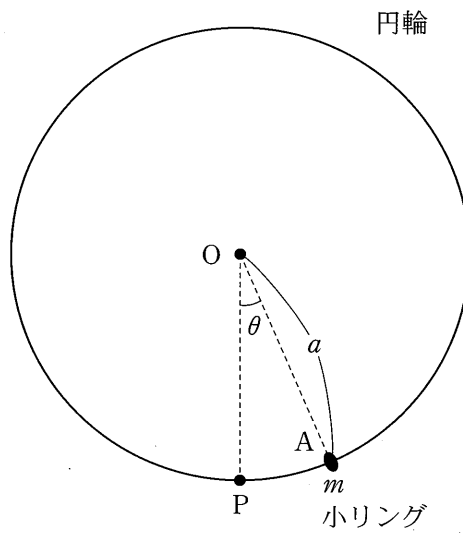


図 I

A 小リングを、最下点  $P$  から速さ  $v_0$  を与えて運動させたところ、振動運動を始めた。小リングの位置を  $A$ 、鉛直線  $OP$  から測った  $OA$  の角度を  $\theta$ 、そのときの小リングの速さを  $v$  であるとして、以下の各問に答えよ。

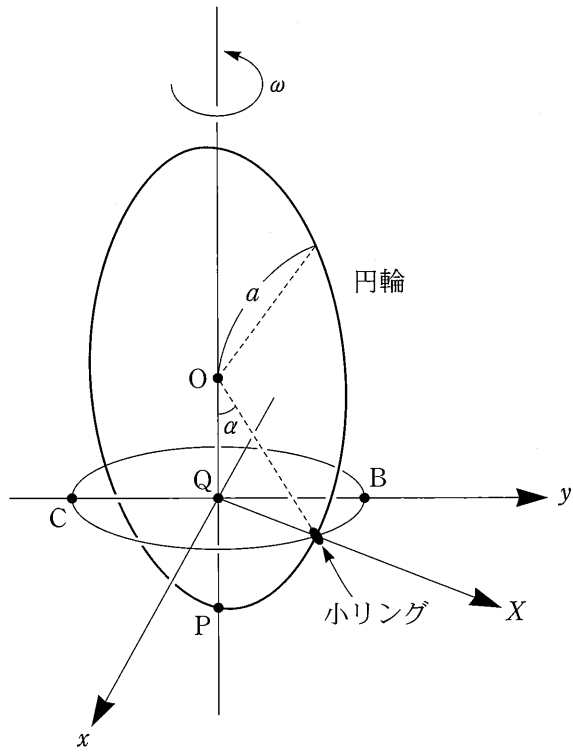
問 1 力学的エネルギー保存の法則から、角度が  $\theta$  のときの  $v$  と  $\theta$  の間に成り立つ関係を求めよ。

問 2 小リングが円輪から受ける垂直抗力を求めよ。ただし、点  $A$  から点  $O$  の向きを正とする。

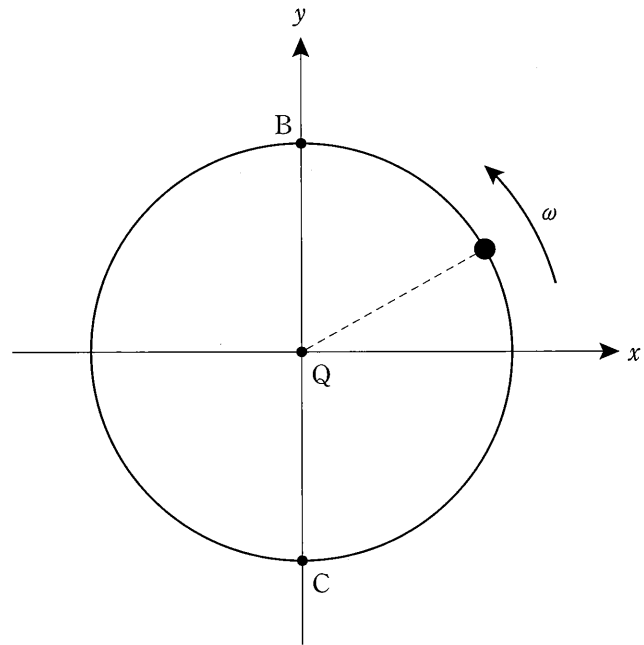
問 3 小リングの振動運動の振幅が十分小さいときの周期を求めよ。

問 4 振動運動ではなくて、円輪上を回転運動させるためには、点  $P$  において小リングにどのような速さ  $v_0$  を与えなければならぬか。その条件式を求めよ。

B 次に、図Ⅱのように、この円輪を OP を通る鉛直軸の周りに一定の角速度  $\omega$  で回転させた。このとき、小リングは角度  $\theta$  が一定の値  $\alpha$  となる円運動を行った。小リングの円運動の中心を Q とし、Q を原点とする水平面上の静止した座標系を  $(x, y)$  とする。また、Q を原点として、小リングを通り小リングとともに回転する座標軸を X とする。



図Ⅱ



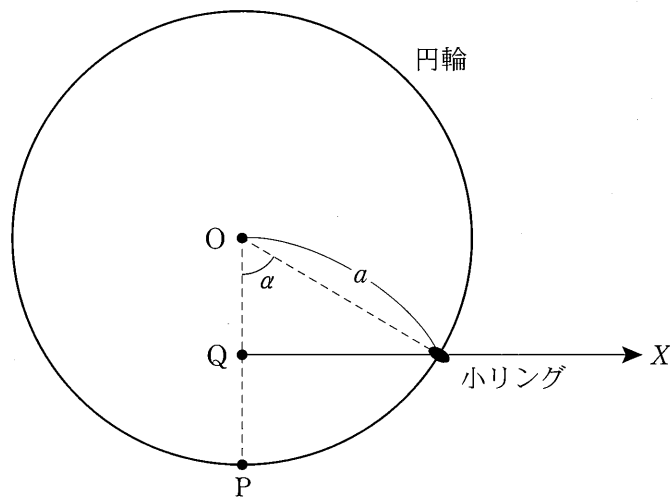
図Ⅲ

問 5 Q を原点とする  $(x, y)$  座標上での小リングの運動を図Ⅲに示す。円輪が小リングに及ぼす力の水平面内成分を  $\vec{F}$  とするとき、小リングが点 B から点 C まで運動する半周期の間に、力  $\vec{F}$  が小リングになす仕事と力積の大きさを求めよ。また、そのときの力積の向きを、下記の選択肢(ア)~(エ)の中から選んで記号で答えよ。

選択肢

- (ア)  $x$  軸の正の向き, (イ)  $x$  軸の負の向き, (ウ)  $y$  軸の正の向き, (エ)  $y$  軸の負の向き

問 6 次に、図Ⅳに示すように、鉛直軸 OP のまわりに小リングとともに回転する X 座標軸上での小リングの運動を考える。円輪の接線方向での力のつり合いの式を求めよ。



図Ⅳ

3 以下のA, Bの各問に答えよ。(16点)

A 図Vのように、極板間の距離が $d$ 、電気容量が $C$ の平行板コンデンサーがある。極板Mには $+Q$ 、極板Nには $-Q$ の電荷が蓄えられていて、極板はうすく厚さは無視できるものとする。極板Nの中心Oには、小さな穴が開けられている。Oを原点とし、極板Nに垂直に $x$ 軸をとり右向きを正、極板Nに平行に $y$ 軸をとり紙面上向きを正、紙面に垂直に $z$ 軸をとり裏から表向きを正とする。また、 $x > 0$ の領域には、ある向きに磁束密度 $B$ の一様な磁場(磁界)がかけられている。ここで、重力は無視するものとする。

問1 極板間の電場(電界)の大きさ $E$ を $d$ 、 $Q$ 、および $C$ で表わせ。

問2 つぎに、極板Mと $x$ 軸の交点Pに質量 $m$ 、小さな正電荷 $q$ の小物体をおいて、時刻 $t = 0$ 、初速度0で静かに放した。その後、小物体が原点Oに達したときの速さは $v$ であった。

(1) 小物体が原点Oに達した時刻 $t$ を $m$ 、 $q$ 、 $E$ 、および $d$ で表わせ。

(2) 小物体の速さ $v$ を $m$ 、 $q$ 、 $E$ 、および $d$ で表わせ。

問3 原点Oにある小さな穴から速さ $v$ で飛び出した小物体は、磁場から力を受け、半径 $r$ の半円を描いて点Rに達した。

(1) 磁場の向きを、下記の選択肢(ア)から(オ)の中から選んで記号で答えよ。

選択肢

(ア)  $x$ 軸の正の向き、

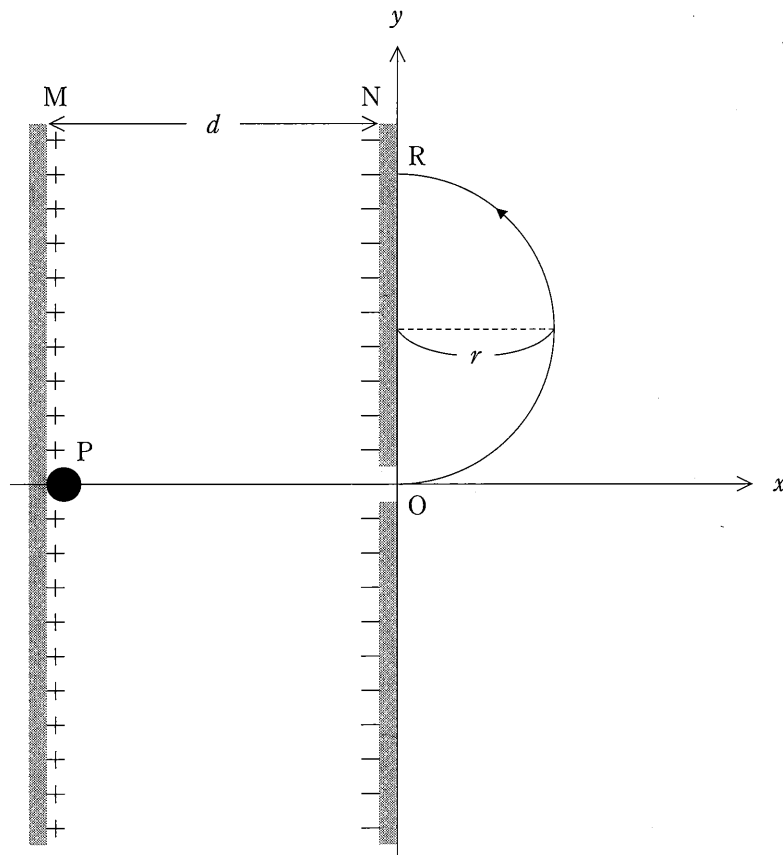
(イ)  $y$ 軸の正の向き、

(ウ)  $y$ 軸の負の向き、

(エ)  $z$ 軸の正の向き、

(オ)  $z$ 軸の負の向き

(2) 半径 $r$ を $m$ 、 $q$ 、 $v$ 、および $B$ で表わせ。



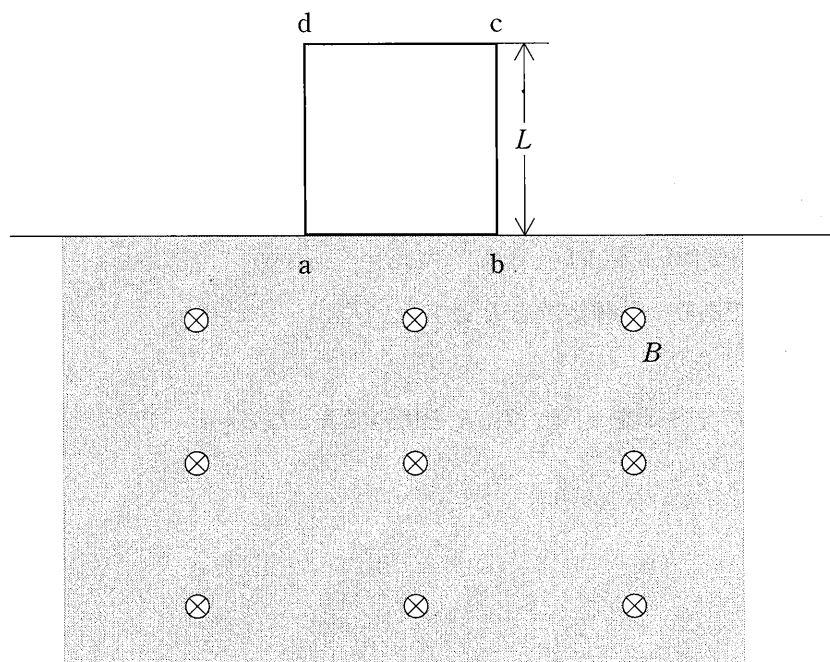
図V

B 図Ⅵのように、全電気抵抗  $R$ 、一辺の長さ  $L$  の正方形一巻きコイル  $abcd$  が、 $ab$  を水平とする鉛直面内におかれている。 $ab$  の下方には、磁束密度  $B$  の一様な磁場が紙面に垂直に表から裏向きに水平にかけられている。いま、正方形コイルが初速度  $0$  で  $ab$  を水平に保ったまま、鉛直面内を重力により落下しはじめ、 $L$  より小さなある距離だけ落下したとき、その速度は  $v$  となった。

問 4 そのときコイル内に発生する誘導起電力の大きさ  $V$  を求めよ。

問 5 コイルに流れる電流の大きさ  $I$  はいくらか。誘導起電力の大きさ  $V$  を用いて答えよ。

問 6 このコイルが磁場から受ける力の大きさはいくらか。電流  $I$  を用いて答えよ。



図Ⅵ