

物理【問 2】	第 1 志望 コース	受験 番号
---------	---------------	----------

- (1) 図 1 のように半径  $2a$  [m] の円板が傾き  $\theta$  [rad] の斜面を転がり降りている。ただし、円板の回転軸から半径  $a$  [m] までの領域は面密度  $3\sigma$  [kg/m<sup>2</sup>] の材質で、半径  $a$  [m] から  $2a$  [m] の領域は面密度  $\sigma$  [kg/m<sup>2</sup>] の材質で構成されている。ここで斜面と円板の間に滑りはないとし、転がり摩擦は無視できるとする。はじめ円板は時刻  $t=0$  [s] で、地面から円板の中心までの高さ  $H$  [m] の位置で静止しており、その後、斜面を転がり降りた。円板が斜面に沿って転がる速度を  $v$  [m/s] とし、重力加速度は  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。以下の問に答えなさい。

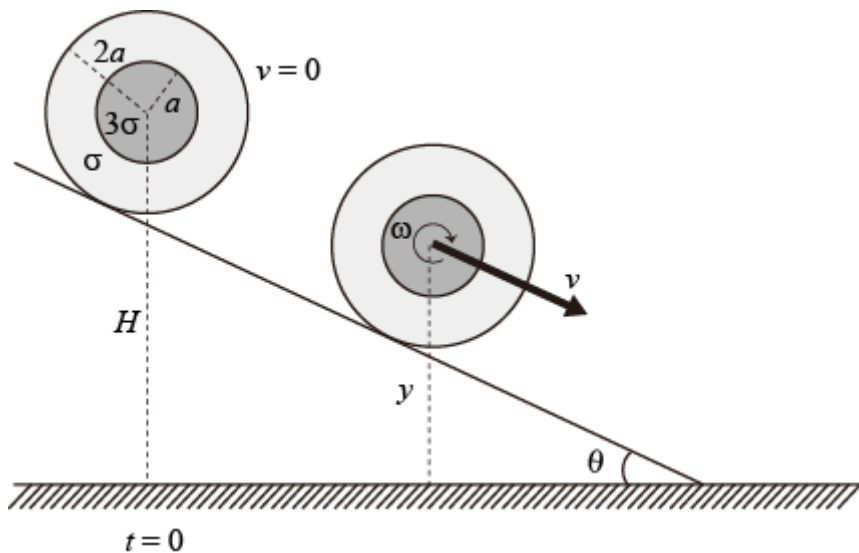


図 1 円板が斜面を転がり降りる様子の模式図

- (a) 円板の回転軸のまわりの慣性モーメント  $I$  [kg m<sup>2</sup>] を求めなさい。
- (b) 円板が高さ  $y$  [m] の位置にあるときの、円板の回転の角速度  $\omega$  [rad/s] を  $a, g, H, y$  を用いて表しなさい。
- (c) 斜面を転がり降りる円板の加速度  $\frac{dv}{dt}$  [m/s<sup>2</sup>] を  $g, \theta$  を用いて表しなさい。

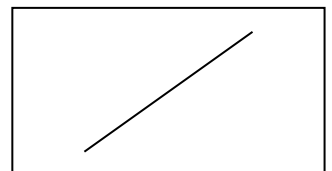
---

以下に記入すること

(1)

(a)

【裏面につづく】



---

以下に記入すること

(b)

---

以下に記入すること

(c)

物理【問 2】	第 1 志望 コース		受験 番号	
---------	---------------	--	----------	--

(2) 以下の間に答えなさい。温度、圧力、体積、気体定数は、それぞれ、 $T$ 、 $P$ 、 $V$ 、 $R$  で示されるものとする。

- (a) ボイルの法則とゲイリュサックの法則を説明し、 $n$  [mol]の理想気体の状態方程式を示しなさい。
- (b)  $n$  [mol]の实在気体の状態方程式 (van der Waals の式) を示し、理想気体の状態方程式との違いについて論じなさい。その際、必要に応じて、定数  $a$ 、 $b$  を用いなさい。
- (c) エンタルピー  $H$  を、内部エネルギー  $U$ 、圧力  $P$ 、体積  $V$  を用いて表しなさい。
- (d) 定積熱容量  $C_V$  を、内部エネルギー  $U$  を用いて表しなさい。
- (e) 定圧熱容量  $C_P$  を、エンタルピー  $H$  を用いて表しなさい。
- (f) 1 [mol]の理想気体の  $C_P$  と  $C_V$  の差が、 $C_P - C_V = R$  として表されることを示しなさい。

---

以下に記入すること

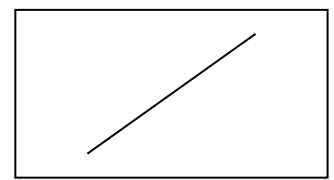
---

(2)

(a)

(b)

【裏面につづく】



---

以下に記入すること

---

(c)

(d)

(e)

---

以下に記入すること

---

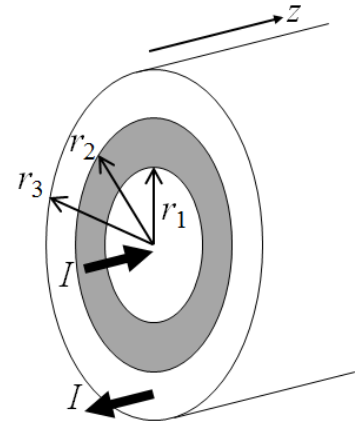
(f)



物理【問 2】	第 1 志望 コース	受験 番号
---------	---------------	----------

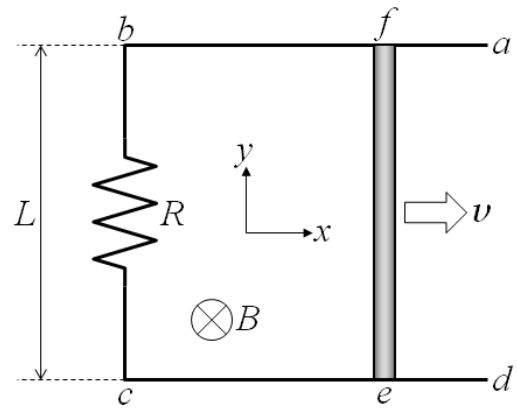
(3) 以下の問に答えなさい。

(a) 右図に示すような、内側導線、絶縁体、外側導線からなる  $z$  方向に無限に伸びた同軸ケーブルを考える。内側導線の半径が  $r_1$  [m]、絶縁体の外半径が  $r_2$  [m]、外側導線の外半径が  $r_3$  [m] である。内側導線には  $z$  軸正方向に、外側導線には  $z$  軸負方向に電流  $I$  [A] が一様に流れている。透磁率はすべて  $\mu_0$  [T·m/A] であるとして、以下の問に答えなさい。



- (i) 内側導線内の同軸ケーブル中心から距離  $r$  [m] ( $r < r_1$ ) における磁場の大きさ  $B_1$  [T] を求めなさい。
- (ii) 絶縁体内の同軸ケーブル中心から距離  $r$  [m] ( $r_1 \leq r \leq r_2$ ) における磁場の大きさ  $B_2$  [T] を求めなさい。
- (iii) 外側導線内の同軸ケーブル中心から距離  $r$  [m] ( $r_2 < r < r_3$ ) における磁場の大きさ  $B_3$  [T] を求めなさい。
- (iv) 同軸ケーブル外側の同軸ケーブル中心から距離  $r$  [m] ( $r \geq r_3$ ) における磁場の大きさ  $B_4$  [T] を求めなさい。

(b) 右図に示すような  $xy$  平面内にあるコの字型導線  $abcd$  と移動できる導体棒  $ef$  からなるループを考える。 $ab$  と  $cd$  は  $x$  軸に、 $bc$  は  $y$  軸に平行に設置されている。 $bc$  の長さは  $L$  [m] であり、 $bc$  には  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗がある。この抵抗以外の導線および導体棒には抵抗はないものとする。ここで、 $xy$  平面に垂直で紙面の表から裏に向かう方向に一様な磁場  $B$  [T] がかかっている。今、導体棒  $ef$  が  $bc$  と平行を保ちながら  $x$  軸正方向に速度  $v$  [m/s] で移動するとする。以下の問に答えなさい。



- (i) 閉ループ  $fbce$  に生じる誘導起電力  $E_{ind}$  [V] を求めなさい。
- (ii) (i) で求めた誘導起電力により閉ループ  $fbce$  に生じる誘導電流  $I_{ind}$  [A] を求めなさい。ただし、ここでは  $E_{ind}$  の記号を用いず、問題文中に与えられた記号のみを用いて表すこと。また、このとき  $I_{ind}$  は閉ループ  $fbce$  に対して図中において時計回りに流れるか、反時計回りに流れるかについて、物理的理由を明確に述べて答えなさい。

---

以下に記入すること

---

(3)

(a)

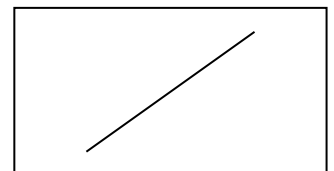
(i)

(ii)

(iii)

(iv)

【裏面につづく】



---

以下に記入すること

(b)

(i)

(ii)

---

以下に記入すること

---