

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

(1) 図 1 のように、質量 M [kg]、半径 $3a$ [m] の厚みが無視できる一様な円板があり、その円板の中心 P に質量と径が無視できる滑らかに回転する軸を取り付けて、その回転軸が鉛直方向と直交するように配置して円板を回転させた。つぎに、円板から半径 a [m] の円を円弧どうしが接するように切り抜いて図 2 のような物理振り子をつくった。重力加速度を鉛直下向き、大きさ g [m/s²] とする。以下の問に答えなさい。なお、答えだけでなく導出過程も書きなさい。

- (a) 図 1 における円板の回転軸まわりの慣性モーメント [kg・m²] を a 、 M を用いて表しなさい。
- (b) 図 2 の物理振り子の重心の位置を G とするとき、 PG 間の距離 [m] を a を用いて表しなさい。
- (c) 図 2 の物理振り子が微小振動するときの周期 [s] を a 、 g を用いて表しなさい。

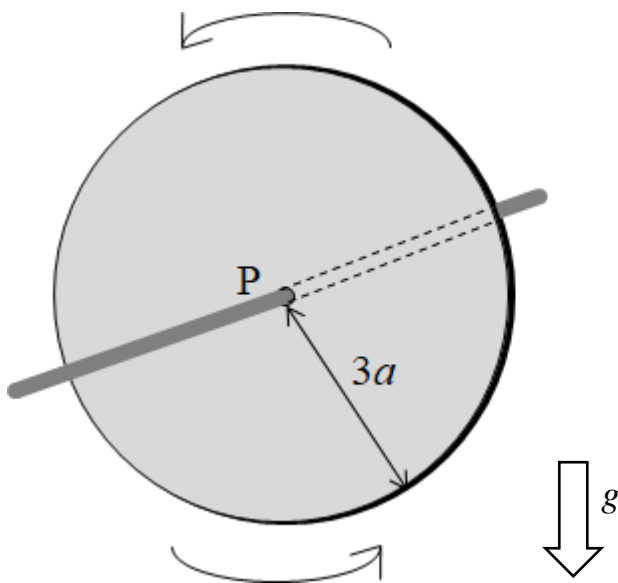


図 1

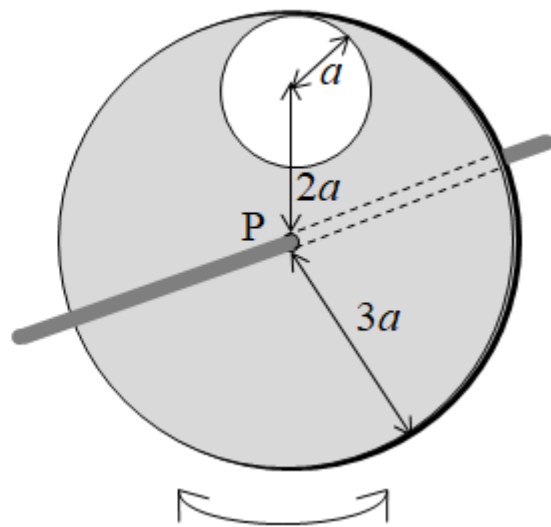


図 2

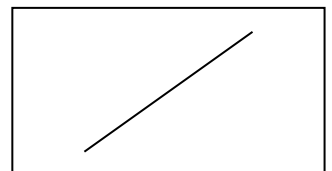
以下に記入すること

(1)

(a)

(b)

【裏面につづく】



以下に記入すること

(c)

以下に記入すること

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

(2) 以下の問に答えなさい。

(a) 以下の文章中の (ア) から (ク) に当てはまる数式を答えなさい。

気体 1 mol の内部エネルギー U を温度 T と体積 V の関数 $U(T, V)$ と定義したとき、微小変化 dT 、 dV に対する内部エネルギーの微小変化 dU は、(ア) と表せる。理想気体において内部エネルギー U は温度 T のみの関数であるので、式 (ア) は (イ) となる。定積比熱を C_V とするとその定義は $C_V =$ (ウ) であるので、式 (イ) より 1 mol の理想気体の内部エネルギーの微小変化 dU は定積比熱 C_V を用いて (エ) と記述することができる。エントロピーの変化量 dS は熱量の変化量 dQ を用いて (オ) と定義される。系の圧力を P 、体積を V とすると、熱力学の第一法則より熱量の変化量 dQ は内部エネルギーの変化量 dU と (カ) の関係を持つので、 n [mol] の理想気体を一定体積の容器に封入し温度 T に維持したとき、 C_V を温度によらない定数とみなすと、そのエントロピー S は (キ) となる。このとき、 C_0 は積分定数である。体積変化に対するエントロピーの変化は、マクスウェルの関係式の一つである (ク) によれば、圧力と温度の変化を測定することで求めることができる。

(b) 同じ体積 V を持つ二つの容器に、定積比熱 C_V の同じ理想気体がそれぞれ n [mol] 封入されている。最初、それぞれの容器内の気体は温度 T_1 、 T_2 ($T_1 > T_2$) で維持されている。容器を接触させて同じ温度にしたとき、二つの容器内の気体のエントロピーの和について、接触前の状態の和からの変化量 ΔS を求めなさい。また、このエントロピーの和の変化は増加であることを示しなさい。このとき、熱は容器外には逃げず、容器そのものに熱が蓄えられることもなく、熱の移動は気体間のみで起こるものとし、 C_V は温度によらない定数とする。

(c) 以下について説明しなさい。

(i) 熱力学第 0 法則

(ii) カルノーの定理

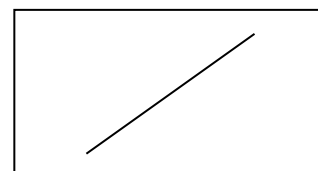
以下に記入すること

(2)

(a)

(ア)	(イ)
(ウ)	(エ)
(オ)	(カ)
(キ)	(ク)

【裏面につづく】



以下に記入すること

(b)

(c)

(i) 熱力学第 0 法則

(ii) カルノーの定理

以下に記入すること

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

(3) 以下の問に答えなさい。

(a) 真空の誘電率を ϵ_0 とし、電場に関する以下の問に答えなさい。

- (i) 半径 a の球の表面のみに電荷 q が一様に分布した場合を考える。 r を中心からの距離として、球外 ($r > a$) および球内 ($r < a$) に生じる電場の大きさをそれぞれ求めなさい。
- (ii) 半径 a の球の内部に電荷 q が一様に分布した場合を考える。 r を中心からの距離として、球外 ($r > a$) および球内 ($r < a$) に生じる電場の大きさをそれぞれ求めなさい。
- (iii) 半径 a の導体球を、内半径 b 、外半径 c の導体球殻で中心を一致させて包み、導体球に電荷 q_1 および導体球殻に電荷 q_2 を与えた場合を考える。 r を中心からの距離として、導体球と導体球殻の間 ($a < r < b$) および導体球殻外 ($r > c$) に生じる電場の大きさをそれぞれ求めなさい。

(b) 水平な一様磁場の中で、図 1 のように縦 20 cm および横 5.0 cm の長方形の外周に沿って同一平面内で巻かれた、巻き数 5.0×10^2 回の長方形コイルを垂直に配置する。以下の問に答えなさい。

- (i) 固定した長方形コイルの平面に対して垂直に磁場を印加した。この際、コイルを貫く磁束は 0.1 s の間に $5.0 \times 10^{-6} \text{ T} \cdot \text{m}^2$ から $2.0 \times 10^{-5} \text{ T} \cdot \text{m}^2$ に一定の割合で変化した。コイルに発生した誘導起電力を求めなさい。
- (ii) 一様磁場中において、図 1 に示す長方形コイルの中心軸 X を軸として一定の角速度 $3.0 \times 10^3 \text{ rad/s}$ でコイルを回転させた。この際、コイルに最大で 15 V の誘導起電力が発生した。コイルを貫く磁束密度を求めなさい。

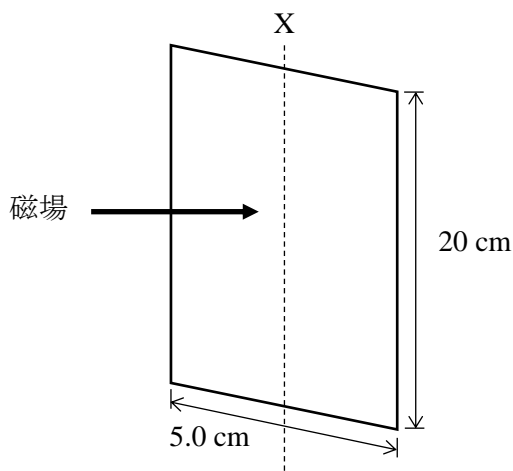


図 1

以下に記入すること

(3)

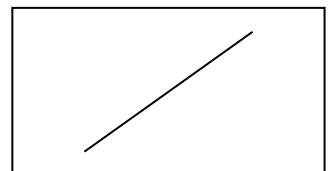
(a)

(i)

(ii)

(iii)

【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
