

大学院情報理工学研究科
博士前期課程一般入試 入学試験問題
(2025年8月19日実施)

【機械知能システム学専攻】

専門科目：〔必須問題（物理学）〕

※注意事項

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけない。
2. 監督者が説明を始めたら筆記用具を持ったり、参考書を見たりしてはいけない。
3. 必須問題（物理学）の問題冊子はこの注意事項を含めて3枚、解答用紙は2枚である。
(計算用紙は含まない)
4. 試験開始の合図の後、全ての解答用紙に受験番号を記入すること。
5. 必須問題（物理学）の試験時間は60分である。
6. 問題は物理学基礎2問である。すべての問題を解答すること。
7. 解答は、問題ごとに専用の解答用紙を使用すること。
必要なら裏面を使用してもよいが、その場合は表面下に「裏面へ続く」と記入すること。
解答は必ず解答用紙に記入すること。計算用紙に解答を記入しても採点の対象とはならない。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
9. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ること。
10. 解答は英語でもよい。

問題は次のページからです。

このページは問題冊子の枚数には
含みません。

必須問題（物理学）

機械知能システム学専攻

物理学基礎

以下の問1, 問2に回答せよ。

問1

図1に示すように質量 M 、半径 r の一様な円柱が、傾斜角 θ の粗い斜面の上で静止した状態から、斜面方向に滑らずに転がり落ちた。円柱の並進速度を v 、角速度を ω 、重力加速度を g とし、円柱と斜面の間に働く静止摩擦力 f は十分に大きく、空気抵抗は無視できるとする。

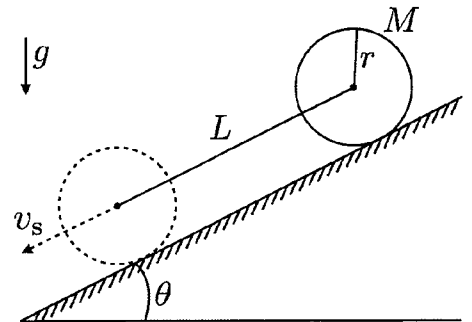


図1

- (1) 円柱が距離 L だけ進んだときの並進速度を v_s とする。このとき、円柱の並進運動エネルギーと回転運動エネルギーを、それぞれ v_s を用いて表せ。ただし、円柱の慣性モーメントは $\frac{1}{2}Mr^2$ とする。
- (2) (1)で求めた並進速度 v_s を g 、 L 、 θ を用いて表せ。
- (3) 円柱の斜面方向の並進運動方程式と回転運動方程式をそれぞれ求めよ。
- (4) 静止摩擦力 f を M 、 g 、 θ を用いて表せ。
- (5) 斜面と円柱の間に摩擦がない場合、円柱は回転せずに滑り落ちる。このとき、同じ距離 L を進むのにかかる時間を t_{slip} 、摩擦が十分にあり円柱が滑らずに転がり落ちる場合にかかる時間を t とする。比 t_{slip}/t を求めよ。
- (6) 十分に摩擦のある斜面上で、円柱と同様に球および薄い円筒が滑らずに転がり落ちる場合を考える。円柱、球、薄い円筒、それぞれの斜面方向の加速度を g 、 θ を用いて表せ。また、円柱、球、薄い円筒が距離 L を進むのにかかる時間の短い順に並べよ。ただし、球の慣性モーメントは $\frac{2}{5}Mr^2$ 、薄い円筒の慣性モーメントは Mr^2 とする。

キーワード Keyword

質量：mass, 半径：radius, 一様な：solid, 円柱：cylinder, 傾斜角：angle of slope, 粗い斜面：rough slope, 静止した状態から：from rest, 斜面方向：direction along the slope, 滑らずに転がり落ちた：rolled down without slipping, 並進速度：translational velocity, 角速度：angular velocity, 重力加速度：gravitational acceleration, 静止摩擦力：static frictional force, 十分に大きく：sufficiently large, 空気抵抗は無視できる：air resistance is negligible, 距離：distance, 並進運動エネルギー：translational kinetic energy, 回転運動エネルギー：rotational kinetic energy, 慣性モーメント：moment of inertia, 並進運動方程式：translational equation of motion, 回転運動方程式：rotational equation of motion, 摩擦がない：no friction, 回転せずに滑り落ちる：slide down without rotating, 進むのにかかる時間：time required to travel, 比：ratio, 十分に摩擦のある斜面：slope with sufficient friction, 球：sphere, 薄い円筒：thin-walled cylinder, 加速度：acceleration, 短い順：in order of increasing time

【次ページへ続く】

必須問題（物理学）

機械知能システム学専攻

物理学基礎

【前ページから続く】

問 2

以下の設問に答えよ。下記の補足 1 や補足 2 を用いても良い。

(1) とあるモバイル充電器に 10000 mAh なる表記があった。10000 mAh をクーロン (C) に変換せよ。

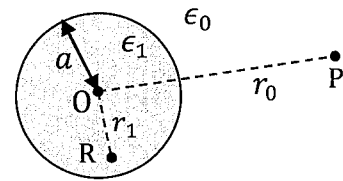
(2) 真空の誘電率を ϵ_0 と記す。真空中に、半径が a (m) かつ誘電率が ϵ_1 の誘電体球が配置されている (図 2.1)。この誘電体球は全電荷 Q (C) で一様に帯電されている。誘電体球の中心位置を O と記すとき、次の問いに答えよ。(ア) 誘電体球外の位置 P と位置 O の距離を r_0 (m) としたとき ($r_0 > a$)、位置 P における電位 $V(r_0)$ を求めよ。(イ) 誘電体球内部の位置 R と位置 O の距離を r_1 (m) としたとき ($r_1 \leq a$)、位置 R における電位 $V(r_1)$ を求めよ。

図 2.1

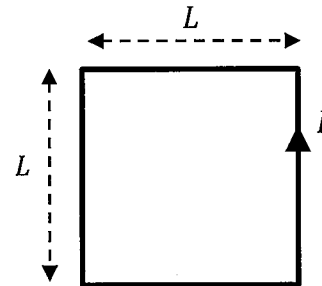
(3) 真空中に配置した、各辺の長さが L (m) である正方形の導線回路について考察する。各辺は同一平面上に配置されている (図 2.2)。この導線回路に I (A) の電流が流れているとき、回路の中心に生じる磁界の強さ $H > 0$ を求めよ。ただし磁場を \vec{H} と記したとき、 $|\vec{H}| = H$ とする。

図 2.2

補足 1：磁界に関するビオ・サバルの法則。 \vec{x} は観測点の位置ベクトル、 \vec{r} は電流素片 $I d\vec{s}$ の位置ベクトルである。

$$d\vec{H} = \frac{1}{4\pi} \frac{I d\vec{s} \times (\vec{x} - \vec{r})}{|\vec{x} - \vec{r}|^3}$$

補足 2：ガウスの法則：

$$\iint_S \vec{E} \cdot \vec{n} dS = \frac{(\text{閉曲面 } S \text{ 内の電荷量})}{\epsilon}$$

キーワード：keywords

モバイル充電器:portable charger, 真空:vacuum, 誘電率:permittivity, 誘電体球:dielectric sphere, 電荷:electric charge, 帯電:charged, 電位:electric potential, 各辺:each side, 正方形:square, 導線:wire, 回路:circuit, 同一平面上:coplanar, 電流:current, 磁界の強さ:magnetic field strength, 磁場:magnetic field, 観測点:point of observation, 位置ベクトル:position vector, 電流素片:current element