

2022 年度
大学院入学試験問題
物理学 1
力学

解答時間 60 分

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 本冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 日本語の問題文は 2-4 ページ、英語の問題文は 8-10 ページにある。
4. すべての問題に解答すること。
5. 解答用紙は 1 枚渡される。必要があれば、解答用紙の裏面を用いてもよい。
6. 解答用紙左上の枠には何も記入してはならない。
7. 解答用紙上方の指定された箇所に受験番号を記入すること。
8. 日本語または英語で解答すること。
9. 草稿用白紙は本冊子から切り離さないこと。
10. 解答に関係のない記号、符号などを記入した答案は無効とする。
11. 解答用紙および問題冊子は持ち帰らないこと。

受験番号	No.
------	-----

上欄に受験番号を記入すること。

Instructions in English are on the back cover.

草稿用白紙
BLANK PAGE

物理学 1 (力学)

問I, II, IIIのすべてに答えよ。

質量 m 、長さ L で太さを無視できる一様な棒がある。この棒の一方の端点を支点として鉛直面内で滑らかに振れる剛体振子を考える。振子の支点を O 、棒のもう一方の端点を E とする。重力加速度を g とする。空気抵抗は無視せよ。

1. 棒の端点 E を支点 O と同じ高さになるまで持ち上げてから、静かに放したところ、振子は運動を始めた。図 1.1 のように振子の鉛直からの振れ角を θ とする。また、その角速度、角加速度をそれぞれ $\dot{\theta}$ 、 $\ddot{\theta}$ とする。

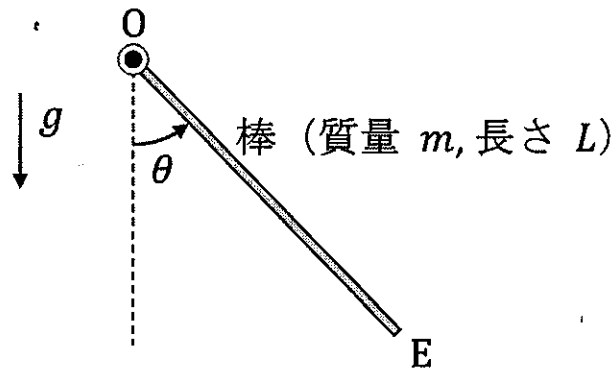


図 1.1

1. 支点 O まわりの棒の慣性モーメント I_0 を求めよ。
2. 振子に関する運動方程式を表せ。
3. 振れ角の角速度の二乗 $\dot{\theta}^2$ を θ の関数として表せ。
4. 振子が運動を始めた直後に支点 O から棒が受ける力を求めよ。
5. 棒の端点 E が最下点に達した瞬間に支点 O から棒が受ける力を求めよ。

あとのページに続く。

II. 図 1.2 のように，振り子の支点 O から距離 x ($0 < x \leq L$) の棒上の点に棒と同じ質量 m の物体 P を取り付け固定した。ただし，物体 P の大きさは無視せよ。

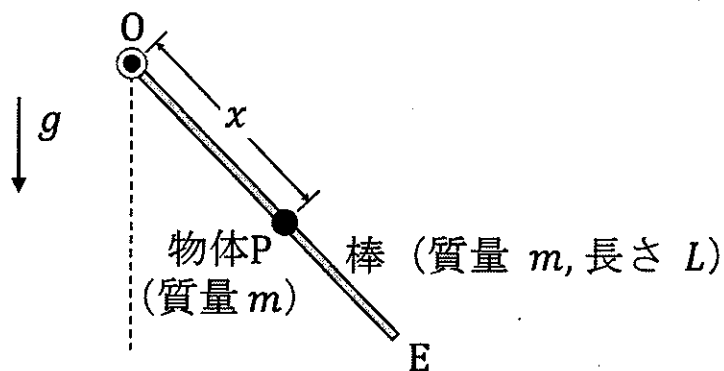


図 1.2

1. 棒の端点 E が最下点の周りで微小振動するとき，その振動周期を求めよ。
2. 棒の端点 E を支点 O と同じ高さまで持ち上げてから静かに放した。その後，端点 E が最下点に最初に到達するまでの時間が最小となる x を求めよ。

あとのページに続く。

III. 図 1.3 のように、棒と同じ質量 m の物体 Q が、端点 E が最下点となるように静止している振子の棒に対して速さ v で垂直に衝突する。衝突点と支点 O との距離を y ($0 < y \leq L$) とする。ただし、物体 Q の大きさは無視し、また、物体 Q および振子は同一の鉛直面内を運動するものとする。

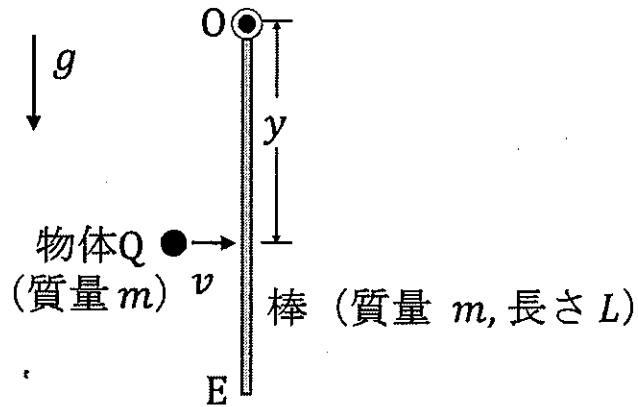


図 1.3

1. 衝突の前後で物体 Q と振子の運動エネルギーの和が保存されるものとする。衝突後に物体 Q が支点 O の真下に落下するときの y を求めよ。
2. 衝突点に物体 Q が貼り付き、棒と一体になって運動する場合を考える。棒の端点 E がちょうど支点 O と同じ高さまで達する場合の v の値を v_0 とする。 v_0 を y を用いて表せ。

草稿用白紙
BLANK PAGE

草稿用白紙
BLANK PAGE

草稿用白紙
BLANK PAGE

Physics 1 (Mechanics)

Answer all Questions I, II, and III.

There is a uniform rod with mass m and length L whose thickness can be ignored. Consider a rigid body pendulum which swings smoothly on a vertical plane with one end of the rod as a pivot point. Let O and E denote the pivot point of the pendulum and the other end of the rod, respectively. The gravitational acceleration is denoted by g . Ignore the air resistance.

- I. The pendulum starts to move when the end point E of the rod is lifted to the same height as that of the pivot point O and then gently released. Let θ be the angle made by the swing of the pendulum from the vertical, as shown in Fig. 1.1. Let $\dot{\theta}$ and $\ddot{\theta}$ be the angular velocity and the angular acceleration, respectively.

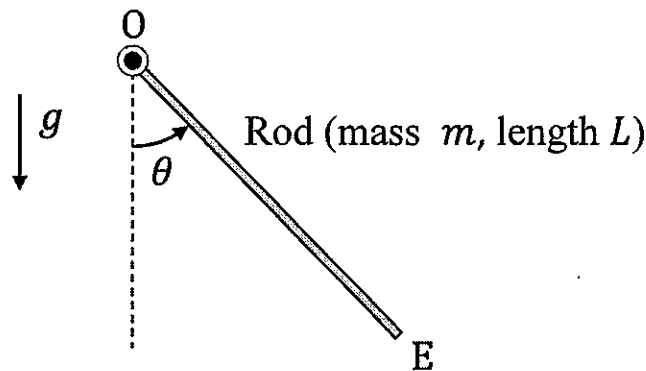


Figure 1.1

1. Determine the moment of inertia I_O of the rod around the pivot point O .
2. Derive the equation of motion for the pendulum.
3. Derive the square of the angular velocity $\dot{\theta}^2$ as a function of θ .
4. Determine the force exerted on the rod by the pivot point O immediately after the pendulum starts to move.
5. Determine the force exerted on the rod by the pivot point O at the moment when the end point E of the rod reaches the lowest point.

Continued on a later page.

II. As shown in Fig. 1.2, an object P with the same mass m as that of the rod is attached and fixed at a point on the rod at a distance x ($0 < x \leq L$) from the pivot point O of the pendulum. Ignore the size of object P.

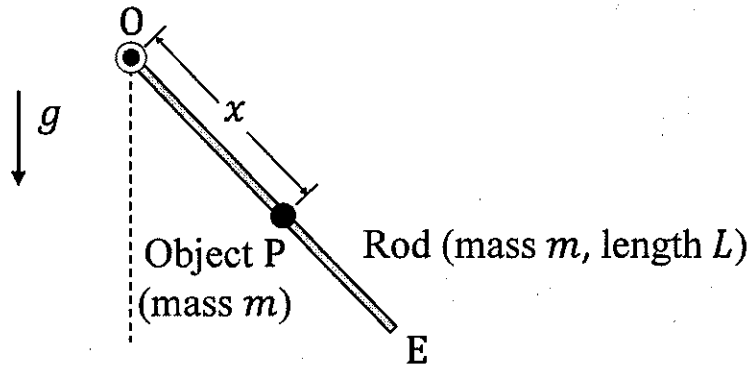


Figure 1.2

1. When the end point E of the rod oscillates with a small amplitude around the lowest point, determine the period of oscillation.
2. The end point E of the rod is lifted to the same height as that of the pivot point O and then gently released. Determine x so that the time for the end point E to reach the lowest point for the first time is minimized.

Continued on a later page.

III. As shown in Fig. 1.3, an object Q with the same mass m as that of the rod collides perpendicularly at a speed v with the stationary rod whose end point E is at the lowest point. Let y ($0 < y \leq L$) be the distance between the collision point and the pivot point O . Ignore the size of object Q . Note that the object Q and the pendulum move on the same vertical plane.

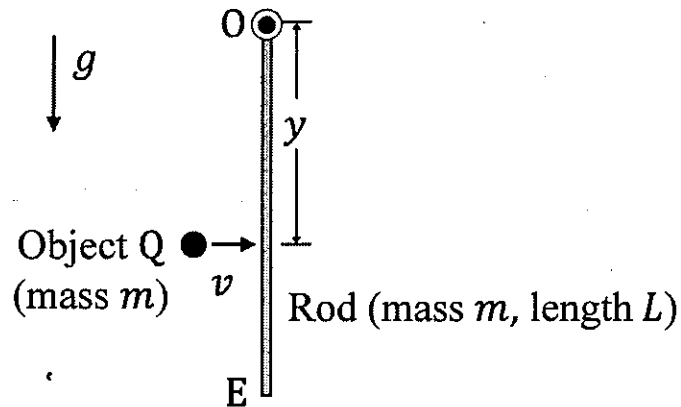


Figure 1.3

1. Assume that the sum of kinetic energies of the object Q and the pendulum is conserved before and after the collision. Determine y when the object Q falls just below the pivot point O after the collision.
2. Consider the case where the object Q sticks to the collision point and moves together with the rod after the collision. Let v_0 be the value of v in the case where the end point E of the rod reaches exactly the same height as that of the pivot point O . Express v_0 using y .

草稿用白紙
BLANK PAGE

草稿用白紙
BLANK PAGE

2022

The Graduate School Entrance Examination

Physics 1

Mechanics

Answer Time 60 minutes

GENERAL INSTRUCTIONS

1. Do not open the problem booklet until the start of the examination is announced.
2. Notify your proctor if you find any printing or production errors.
3. The problems are described in Japanese on pages 2-4 and in English on pages 8-10.
4. Answer all questions.
5. 1 answer sheet is given. You may use the reverse side if necessary.
6. Do not write anything in the box at the upper left of the answer sheet.
7. Fill in your examinee number in the designated place at the top of the answer sheet.
8. Answers must be written in Japanese or English.
9. You may use the blank pages of the problem booklet for drafts without detaching them.
10. Any answer sheet with marks or symbols irrelevant to your answers is considered to be invalid.
11. You may not take the booklet or answer sheet with you after the examination.

Examinee Number	No.
-----------------	-----

Write your examinee number in the space provided above.

日本語の注意事項はおもて表紙にある。
