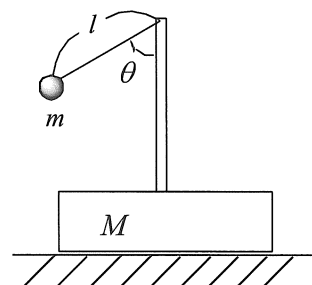


物理学 A I

古典力学に関する、以下の設問に答えなさい。

I - a

図のように、支柱のある質量 M の台を、滑らかな水平の床の上におく。支柱には、長さ l の糸に質量 m の小さなおもりがついており、振り子になっている。振り子の鉛直方向に対する角度を θ 、おもりの速さを v 、台の速さを V で表す。重力加速度を g として次の問いに答えよ。ただし、台は傾くことはなく、振り子は床に垂直な面内で糸が伸びた状態で運動するものとする。また、支柱と糸の重さは無視でき、振り子は支柱に当たることがないものとする。



まず、台を床に固定して振り子の角度を $\theta = 60^\circ$ の位置で静かに放した。

- (1) 振り子の角度が θ の位置における、おもりのエネルギー保存則を示せ。
- (2) 振り子の角度が $\theta = 0^\circ$ の位置における、おもりの速さを求めよ。また、そのときの糸の張力を求めよ。

次に、台を床に固定せず、自由にして静止させ、振り子の角度を $\theta = 60^\circ$ の位置とし、台と振り子を同時に静かに放した。このとき台と床には摩擦が無いものとする。

- (3) 振り子の角度が θ の位置における、おもりと台の運動量保存則とエネルギー保存則を示せ。
- (4) 振り子の角度が $\theta = 0^\circ$ の位置における、おもりと台の速さをそれぞれ求めよ。

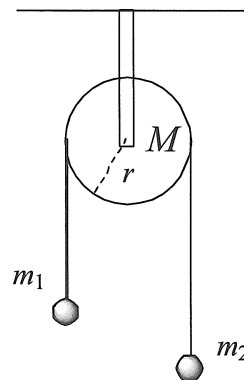
I - b

図のように、質量 M 、半径 r の一様な円板の滑車に、質量がそれぞれ m_1 、 m_2 ($m_2 > m_1$) のおもり 1 とおもり 2 を両端につけた糸をつりさげ、静かに放す。重力加速度を g として次の問いに答えよ。滑車と糸は滑らないものとし、糸の重さは無視できるものとする。

(1) おもり 1 に働く糸の張力を T_1 、おもり 2 に働く糸の張力を T_2 、おもり 1 の上昇する加速度を a として、おもり 1 とおもり 2 の運動方程式を T_1 、 T_2 を含む式でそれぞれ示せ。

(2) 滑車の慣性モーメントを $I = Mr^2/2$ 、回転の角加速度を $d\omega/dt$ として、滑車の回転運動の運動方程式を T_1 、 T_2 を含む式で示せ。

(3) おもり 1 の加速度 a を、 T_1 、 T_2 を含まない表式として示せ。



物理学 A II

II. 以下の設問に答えなさい。

図1、図2のように、太線で示す線分上に線密度 ρ で電荷が真空中に一様に分布している系を考える。ここで、図において P 点から線分または線分の延長上に下した垂線の足を O とし、PO の長さを a とする。図1において、O から線分の下端までの距離は l_1 、上端までの距離は l_2 である。図2では O を線分の中点とし、O から線分の上端、下端までの距離はそれぞれ l である。真空中の誘電率は ϵ_0 とする。

- (1) 図1における直線外の P 点に生ずる電位を求めなさい。
- (2) 図2における直線外の P 点に生ずる電位と電場の大きさをそれぞれ求めなさい。

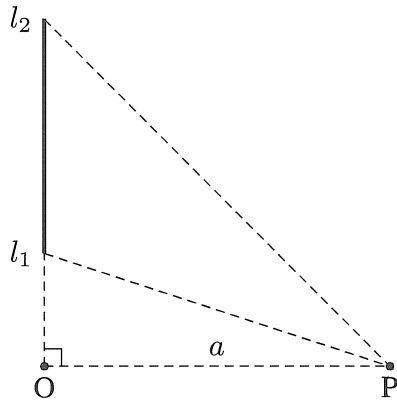


図1

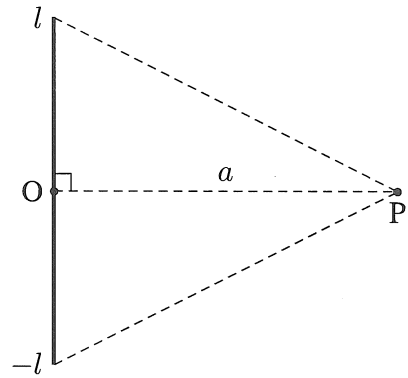


図2

- (3) 図3に示す円板に面密度 σ で電荷が真空中に一様に分布している系を考える。ここで円板の半径を l 、円板中心 O から P 点までの距離を a とするとき、円板の中心軸上の P 点に生じる電場の大きさを求めなさい。

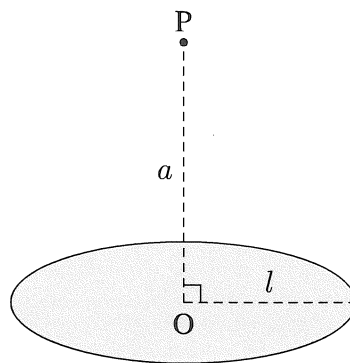


図3

* 積分の公式 $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2+1}} = \ln(x + \sqrt{x^2+1})$ を使ってもよい。