

2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《物理》（1 / 3）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

I 水平面と 30° をなす斜面を持つ台を固定し、質量を無視できるばねを斜面の下端の壁に固定した。斜面に沿って上向きに x 軸をとり、このときのばねの上端を原点 O とする。図1のように、ばねの上端に厚さを無視できる質量 M [kg] の板 A を取り付け、その上に質量 m [kg] の小球 B を置いた。重力加速度の大きさを g [m/s²]、ばねのばね定数を k [N/m] とし、斜面上の摩擦や空気抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。導出過程も記すこと。

(配点：50点)

(1) 板 A の上に小球 B が置かれた状態で静止した。このときのばねの自然長からの縮みを求めよ。

この状態から小球 B を押してばねをさらに r [m] 縮め、静かに手をはなすと、板 A と小球 B は一体となり単振動を始めた。

(2) 板 A と小球 B の原点 O からの変位を x [m]、加速度を a [m/s²]、板 A が小球 B を押す力を N [N] として、このときの板 A 、小球 B それぞれの運動方程式を示せ。

(3) この単振動の周期を求めよ。

(4) 板 A と小球 B が一体となって単振動するための r の最大値 R [m] を求めよ。

次に、(1)の状態から、図2のように板 A と斜面上端との距離が R となるように斜面の長さを変えた。小球 B を押してばねを $\sqrt{3}R$ 縮め、静かに手をはなした。すると板 A と小球 B は斜面を上昇し、小球 B は斜面上端で板 A から離れた。

(5) 小球 B が達する最高点 C の斜面上端からの高さ h [m] を k , M , m , g を用いて表せ。

2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《物理》（2 / 3）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

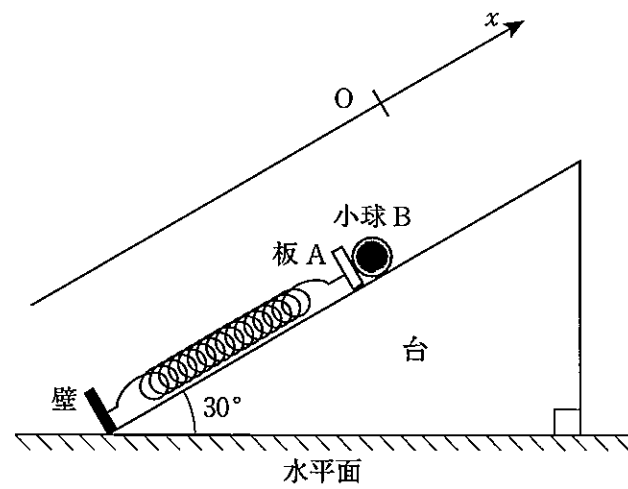


図1

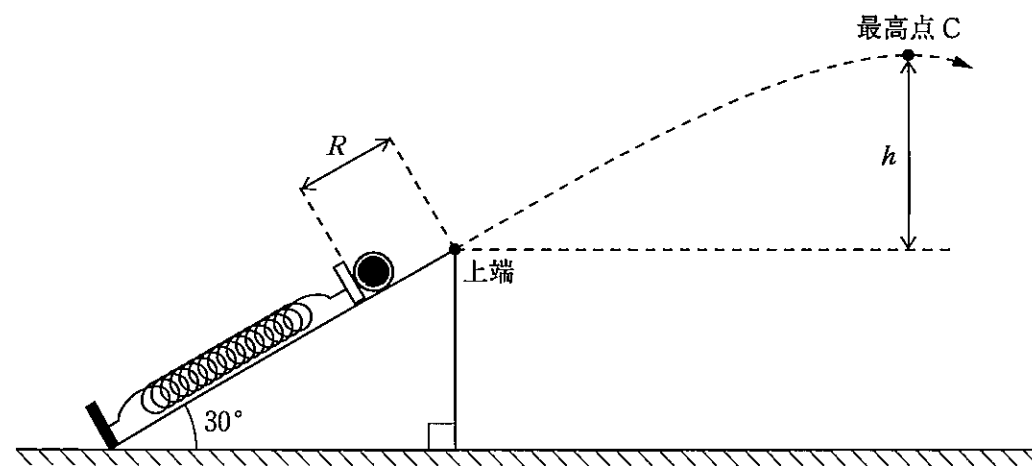


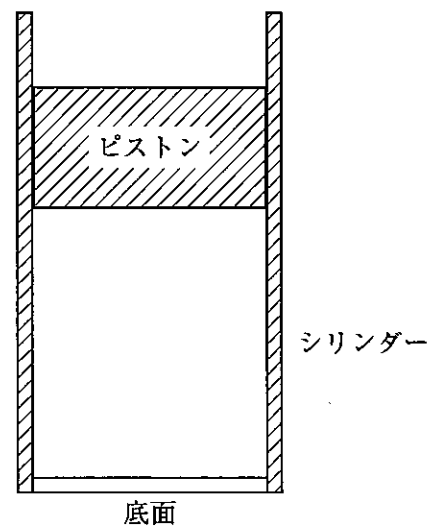
図2

2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《物理》（3 / 3）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

Ⅱ 図のように、垂直に立てられた断面積 A [m²] のシリンダー内に、ピストンによって n [mol] の単原子分子理想気体が封じ込められている。ピストンはシリンダー内を滑らかに動けるが、すき間から気体が漏れることはない。シリンダーおよびピストンの質量と熱容量は無視できるものとし、シリンダー底面以外は熱を通さないものとする。重力加速度の大きさを g [m/s²]、気体定数を R [J/(mol·K)]、大気圧を p_0 [Pa]、大気温度を T [K] として、以下の問いに答えよ。導出過程も記すこと。 (配点：50点)

- (1) シリンダーとピストンを大気中に置いて十分な時間が経過した。これを状態1とする。このときの気体の圧力、体積、温度を求めよ。
- (2) 状態1のピストンの上に質量 M [kg] のおもりを置き、十分な時間が経過した。これを状態2とする。このときの気体の圧力、体積、温度を求めよ。
- (3) 状態2のシリンダー底面に高温の熱源物体を接触させて、中の気体を加熱したところ、ピストンがゆっくりと上昇し、体積が状態2の2倍になった。これを状態3とする。このときの気体の圧力、温度を求めよ。また、状態2から状態3に変わる過程で熱源から気体に与えられた熱量と、気体が外部にした仕事を求めよ。
- (4) 状態3において熱源物体を取り去り、すばやく温度 T 、質量 m [kg]、比熱 c [J/(kg·K)] を持つ固体状物体をシリンダー底面に接触させた後、十分な時間が経過した。これを状態4とする。このときの気体の圧力、体積、温度を求めよ。なお、物体の側面および下部は断熱されており、シリンダー、ピストン、物体からなる系は、外部と熱のやり取りをしないものとする。



図