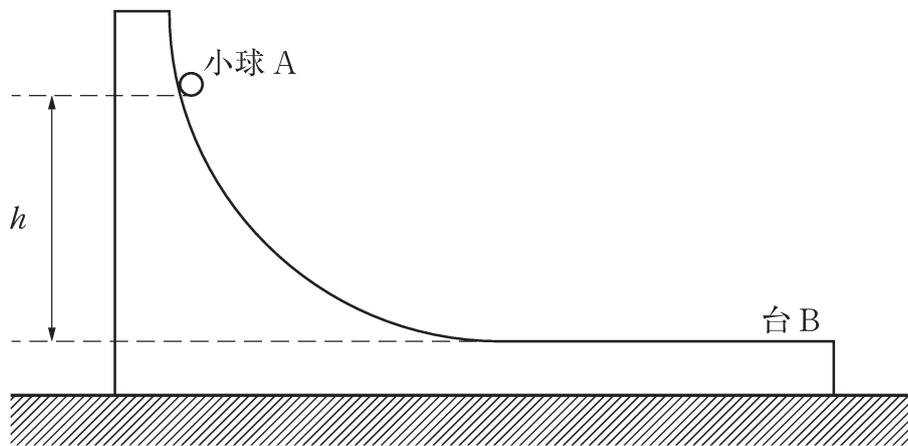


I 次の文章を読み，下の問い(問1～問5)について最も適当なものを，それぞれの選択肢から選べ。(40点)

図のように，なめらかにつながった曲面と水平面からなる質量 $4m$ の台 B が，水平な床の上に固定されている。台 B の水平面から高さ h の曲面上から，質量 m の小球 A を静かにすべらせた。小球 A と台 B の間に摩擦はなく，運動の前後で力学的エネルギーが保存されているものとする。重力加速度の大きさを g とする。



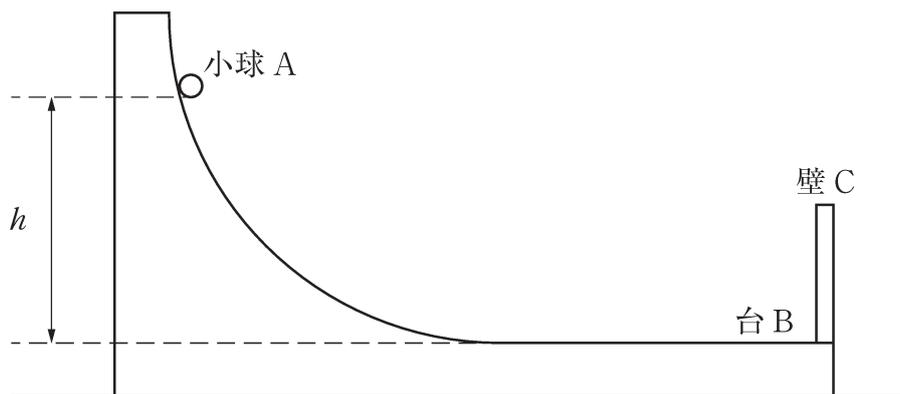
問1 小球 A をすべらせる直前の位置における，台 B の水平面上を基準とした重力による位置エネルギーの大きさはいくらか。 1

- ① $\frac{mgh}{4}$ ② $\frac{mgh}{2}$ ③ mgh
 ④ $2mgh$ ⑤ $3mgh$ ⑥ $4mgh$

問2 小球 A が台 B の水平面上を動いているときの速さはいくらか。 2

- ① $\frac{\sqrt{gh}}{2}$ ② $\frac{\sqrt{2gh}}{2}$ ③ \sqrt{gh}
 ④ $\sqrt{2gh}$ ⑤ $\sqrt{3gh}$ ⑥ $2\sqrt{gh}$

次に、図のように、台 B の右端に軽い壁 C を鉛直に固定し、なめらかで水平な床の上に置く。台 B の水平面から高さ h の曲面上から、小球 A を静かにすべらせた。小球 A と台 B の間および台 B と床の間に摩擦はなく、小球 A と壁 C の衝突をのぞく運動の前後で力学的エネルギーが保存されているものとする。重力加速度の大きさを g 、小球 A と壁 C の間の反発係数を $e(0 < e < 1)$ とする。



問3 小球 A が台 B の水平面上を右向きに動いているときの小球 A と台 B の速さはそれぞれいくらか。

小球 A の速さ

3

- | | | |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| ① $\frac{\sqrt{5gh}}{10}$ | ② $\frac{\sqrt{10gh}}{10}$ | ③ $\frac{\sqrt{5gh}}{5}$ |
| ④ $\frac{\sqrt{10gh}}{5}$ | ⑤ $\frac{2\sqrt{10gh}}{5}$ | ⑥ $\frac{4\sqrt{5gh}}{5}$ |

台 B の速さ

4

- | | | |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| ① $\frac{\sqrt{5gh}}{10}$ | ② $\frac{\sqrt{10gh}}{10}$ | ③ $\frac{\sqrt{5gh}}{5}$ |
| ④ $\frac{\sqrt{10gh}}{5}$ | ⑤ $\frac{2\sqrt{10gh}}{5}$ | ⑥ $\frac{4\sqrt{5gh}}{5}$ |

問4 小球 A が壁 C に衝突した直後の小球 A と台 B の速さはそれぞれいくらか。

小球 A の速さ

5

① $\frac{e\sqrt{5gh}}{10}$

② $\frac{e\sqrt{10gh}}{10}$

③ $\frac{e\sqrt{5gh}}{5}$

④ $\frac{e\sqrt{10gh}}{5}$

⑤ $\frac{2e\sqrt{10gh}}{5}$

⑥ $\frac{4e\sqrt{5gh}}{5}$

台 B の速さ

6

① $\frac{e\sqrt{5gh}}{10}$

② $\frac{e\sqrt{10gh}}{10}$

③ $\frac{e\sqrt{5gh}}{5}$

④ $\frac{e\sqrt{10gh}}{5}$

⑤ $\frac{2e\sqrt{10gh}}{5}$

⑥ $\frac{4e\sqrt{5gh}}{5}$

問5 小球 A は壁 C に衝突したあとに台 B の曲面上を上昇した。小球 A が到達する台 B の水平面からの最大の高さはいくらか。

7

① h

② eh

③ e^2h

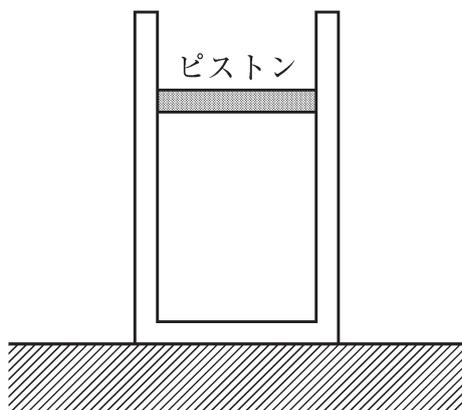
④ $\frac{h}{2}$

⑤ $\frac{eh}{2}$

⑥ $\frac{e^2h}{2}$

II 次の文章を読み，下の問い(問1～問6)について最も適当なものを，それぞれの解答群から選べ。(30点)

図のように，鉛直方向になめらかに動くピストンがついた容器が水平な台の上に固定され，容器には加熱器が内蔵されている。容器内に単原子分子理想気体を閉じ込めたところ，気体の体積は $V[\text{m}^3]$ ，温度は $T[\text{K}]$ になった。ピストンの断面積を $S[\text{m}^2]$ ，大気圧を $p_0[\text{Pa}]$ ，重力加速度の大きさを $g[\text{m}/\text{s}^2]$ とする。ピストンの重さは無視でき，容器およびピストンは熱を通さないものとする。



はじめに，気体の温度を $T[\text{K}]$ に保ったままピストンの上に $M[\text{kg}]$ のおもりを静かにのせた。

問1 容器内の気体の圧力 $p_1[\text{Pa}]$ はいくらか。 8 $[\text{Pa}]$

- ① $\frac{M}{S} + p_0$ ② $\frac{Mg}{S} + p_0$ ③ $M + p_0$ ④ $Mg + p_0$ ⑤ $\frac{M + p_0}{S}$
 ⑥ $\frac{Mg + p_0}{S}$ ⑦ $\frac{M}{S}$ ⑧ $\frac{Mg}{S}$ ⑨ M ⑩ p_0

問2 容器内の気体の体積 $V_1[\text{m}^3]$ はいくらか。 9 $[\text{m}^3]$

- ① V ② $2V$ ③ $\frac{p_1 V}{p_0}$ ④ $\frac{2p_1 V}{p_0}$
 ⑤ $\frac{p_1 V}{2p_0}$ ⑥ $\frac{p_0 V}{p_1}$ ⑦ $\frac{2p_0 V}{p_1}$ ⑧ $\frac{p_0 V}{2p_1}$

次に、容器内の気体を加熱したところ、温度が $2T$ [K] になった。

問 3 容器内の気体の体積 V_2 [m³] はいくらか。 10 [m³]

- ① V ② $2V$ ③ $\frac{p_1 V}{p_0}$ ④ $\frac{2p_1 V}{p_0}$
⑤ $\frac{p_1 V}{2p_0}$ ⑥ $\frac{p_0 V}{p_1}$ ⑦ $\frac{2p_0 V}{p_1}$ ⑧ $\frac{p_0 V}{2p_1}$

次に、気体の温度を $2T$ [K] に保ったままピストンの上の M [kg] のおもりを静かに外した。この状態を状態 A とする。

問 4 容器内の気体の体積 V_3 [m³] はいくらか。 11 [m³]

- ① V ② $2V$ ③ $\frac{p_1 V}{p_0}$ ④ $\frac{2p_1 V}{p_0}$
⑤ $\frac{p_1 V}{2p_0}$ ⑥ $\frac{p_0 V}{p_1}$ ⑦ $\frac{2p_0 V}{p_1}$ ⑧ $\frac{p_0 V}{2p_1}$

問 5 容器内の気体の圧力 p_2 [Pa] はいくらか。 12 [Pa]

- ① $\frac{M}{S} + p_0$ ② $\frac{Mg}{S} + p_0$ ③ $M + p_0$ ④ $Mg + p_0$ ⑤ $\frac{M + p_0}{S}$
⑥ $\frac{Mg + p_0}{S}$ ⑦ $\frac{M}{S}$ ⑧ $\frac{Mg}{S}$ ⑨ M ⑩ p_0

最後に、ピストンをゆっくりと上に動かすと、温度が T [K] となった。この状態を状態 B とする。

問 6 次の文中の空欄 **ア**・**イ** に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを①～⑥のうちから 1 つ選べ。

13

状態 A から状態 B への変化では、気体は **ア**，気体の内部エネルギーは **イ**。

| | ア | イ |
|---|-----------|-------|
| ① | 外部に仕事をし | 増加する |
| ② | 外部に仕事をし | 変化しない |
| ③ | 外部に仕事をし | 減少する |
| ④ | 外部から仕事をされ | 増加する |
| ⑤ | 外部から仕事をされ | 変化しない |
| ⑥ | 外部から仕事をされ | 減少する |

問3 点Cにおける電位を求めよ。

18

- ① 0 ② $\frac{kQ}{25a}$ ③ $\frac{16kQ}{225a}$ ④ $\frac{kQ}{15a}$ ⑤ $\frac{2kQ}{15a}$

問4 点Dにおける電位を求めよ。

19

- ① 0 ② $\frac{kQ}{25a}$ ③ $\frac{16kQ}{225a}$ ④ $\frac{kQ}{15a}$ ⑤ $\frac{2kQ}{15a}$

問5 電気量 $+q$ の正の点電荷に外力を加え、点Cから点Dまでゆっくりと運ぶとき、外力がする仕事を求めよ。

20

- ① 0 ② $\frac{kQq}{225a}$ ③ $\frac{kQq}{25a}$ ④ $\frac{16kQq}{225a}$ ⑤ $\frac{2kQq}{15a}$