

# 物 理 I

(全 問 必 答)

第1問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 30)

図1のように、一辺の長さ  $a$  の正方形の一様な板が、3点 A, B, E で鉛直な細い棒の上に置かれ、水平に支えられている。A, B は板の左側の両隅で、C, D は右側の両隅であり、E は辺 CD 上で D から距離  $\frac{a}{4}$  の点である。板の質量を  $M$  とし、さらに板の右側の一隅 C の上に、質量  $m$  の質点 P を置いたが、板は水平のままであった。なお、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

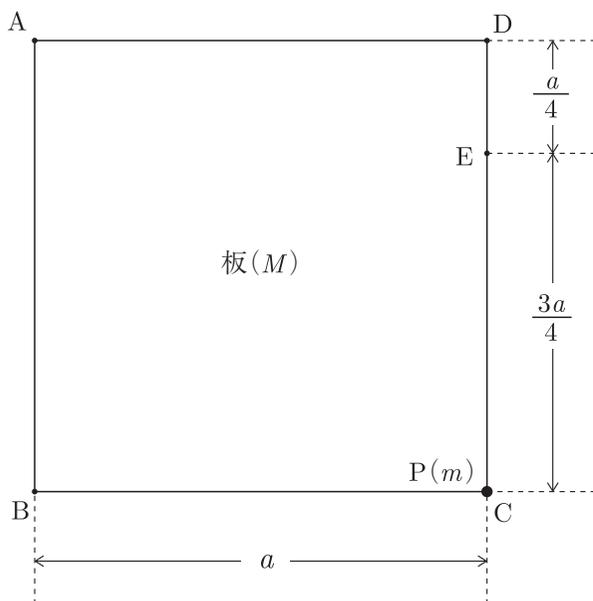


図 1

問1 A, B, Eの各点で、板が棒から受ける垂直抗力の大きさをそれぞれ  $N_A$ ,  $N_B$  および  $N_E$  とする。直線 AC を回転軸とする板にはたらく力のモーメントのつりあいの式はどうか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$N_B \times \frac{a}{\sqrt{2}} = N_E \times \boxed{1}$$

- ①  $\frac{3a}{\sqrt{2}}$       ②  $\frac{3a}{2\sqrt{2}}$       ③  $\frac{a}{\sqrt{2}}$       ④  $\frac{3a}{4\sqrt{2}}$

問2 直線 CD を回転軸とする板にはたらく力のモーメントのつりあいの式はどうか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$(N_A + N_B) \times a = Mg \times \boxed{2}$$

- ①  $\frac{a}{\sqrt{2}}$       ②  $\frac{a}{2}$       ③  $\frac{a}{2\sqrt{2}}$       ④  $\frac{a}{4}$

問3  $N_A$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$N_A = \boxed{3}$$

- ①  $\frac{1}{8}(M - 2m)g$       ②  $\frac{1}{8}(M - 4m)g$   
 ③  $\frac{1}{8}(M - 6m)g$       ④  $\frac{1}{8}(M - 8m)g$

問4  $N_B$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$N_B = \boxed{4}$$

- ①  $\frac{3}{8}(M + 2m)g$       ②  $\frac{1}{2}(M + 2m)g$   
 ③  $\frac{5}{8}(M + 2m)g$       ④  $\frac{3}{4}(M + 2m)g$

物理 I

問5  $N_E$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$N_E = \boxed{5}$$

①  $\frac{3}{8}(M+2m)g$

②  $\frac{1}{2}(M+2m)g$

③  $\frac{5}{8}(M+2m)g$

④  $\frac{3}{4}(M+2m)g$

問6 一隅 C に質点 P を置いても、板が傾かないための条件はどうなるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $M \geq \boxed{6}$

①  $2m$

②  $4m$

③  $6m$

④  $8m$

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 30)

図1のように、水平でなめらかな床面の一部に、一定の深さのみぞが設けてある。みぞの中には、みぞの深さと同じ高さで、長さ  $\ell$ 、質量  $m$  の台があり、台はみぞの中を摩擦なしで動くことができる。台ははじめみぞの左端と接して静止しており、台の上面は水平な床面となめらかに接続している。みぞの左側の床上を、台と同じ質量  $m$  をもつ大きさの無視できる物体 P が、一定の速さ  $v_0$  で右向きにすべってきて、台の上に移った。P と台の間には動摩擦係数  $\mu$  の摩擦があり、P は台上である距離すべった後、台に対して静止し、その後一体となって等速のみぞの中をすべっていった。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

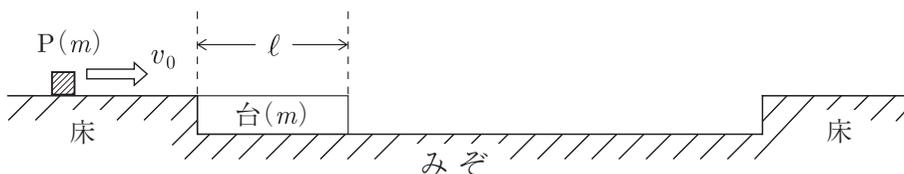


図 1

問1 P が台上に移ってから、台に対して静止するまでの時間はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

①  $\frac{v_0}{4\mu g}$

②  $\frac{v_0}{2\mu g}$

③  $\frac{v_0}{\mu g}$

④  $\frac{2v_0}{\mu g}$

問2 P と台が一体となったときの速さ  $U_0$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $U_0 = \boxed{2}$

- ①  $2v_0$                       ②  $v_0$                       ③  $\frac{v_0}{2}$                       ④  $\frac{v_0}{4}$

問3 P が台上をすべった距離はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{3}$

- ①  $\frac{v_0^2}{4\mu g}$                       ②  $\frac{v_0^2}{2\mu g}$                       ③  $\frac{v_0^2}{\mu g}$                       ④  $\frac{2v_0^2}{\mu g}$

問4 P が台上を通り越してしまわないための、 $v_0$  に対する条件はどうなるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $v_0 \leq \boxed{4}$

- ①  $\sqrt{\frac{1}{2}\mu g l}$                       ②  $\sqrt{\mu g l}$                       ③  $\sqrt{2\mu g l}$                       ④  $2\sqrt{\mu g l}$

問5 台はみぞの右端に達し、みぞの縁と衝突して瞬時に静止した。一方 P は、衝突の瞬間から初速  $U_0$  で静止している台上をすべり、ついにはみぞの右側の床上を一定の速さですべっていった。その速さはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{5}$

- ①  $\sqrt{\frac{3v_0^2}{4} - 2\mu g l}$                       ②  $\sqrt{v_0^2 - 2\mu g l}$                       ③  $\sqrt{\frac{5v_0^2}{4} - 2\mu g l}$                       ④  $\sqrt{\frac{3v_0^2}{2} - 2\mu g l}$

問6 P がみぞの右側の床上に達しうるための、 $v_0$  に対する条件はどうなるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $v_0 \geq \boxed{6}$

- ①  $\sqrt{2\mu g l}$                       ②  $\sqrt{\frac{7}{3}\mu g l}$                       ③  $\sqrt{\frac{8}{3}\mu g l}$                       ④  $\sqrt{3\mu g l}$

**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

図1のように、焦点距離 10 cm の薄い凸レンズ L の光軸上左方に点光源 P を置き、L の右方に光軸を一致させて他の薄いレンズ X を置いて、P から出た光が二つのレンズを通過した後に光軸と平行な光線となるようにしたい。

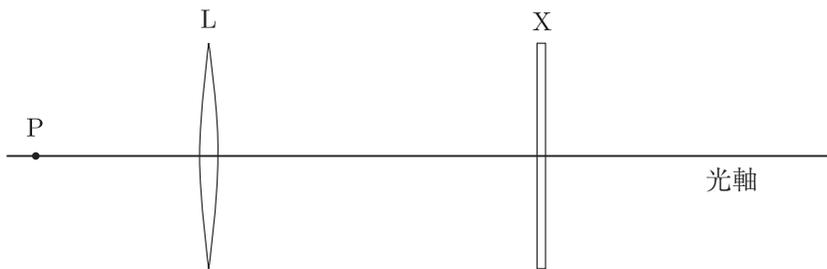


図 1

**問1** P, L間の距離を 30 cm にした。このとき、Lのみによる P の像と L との距離はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  cm

- ① 10                      ② 15                      ③ 20                      ④ 25

**問2** 問1において、X を L から 10 cm のところにおけばよかった。このとき、X はどのようなレンズか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 焦点距離 10 cm の凸レンズ  
 ② 焦点距離 10 cm の凹レンズ  
 ③ 焦点距離 5 cm の凸レンズ  
 ④ 焦点距離 5 cm の凹レンズ

問3 問1において、XをLから30cmのところにおけばよかった。このとき、Xはどのようなレンズか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

3

- ① 焦点距離 15cm の凸レンズ
- ② 焦点距離 15cm の凹レンズ
- ③ 焦点距離 20cm の凸レンズ
- ④ 焦点距離 20cm の凹レンズ

問4 P, L間の距離を20cmにした。このとき、Xとして焦点距離20cmの凸レンズを使うとすると、L, X間の距離をいくりにすればよいか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4 cm

- ① 20
- ② 30
- ③ 40
- ④ 50

問5 P, L間の距離を5cmにした。このとき、Xとして焦点距離20cmの凸レンズを使うとすると、L, X間の距離をいくりにすればよいか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5 cm

- ① 5
- ② 10
- ③ 15
- ④ 20

**第4問** 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 15)

図1のように、 $R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗4個と起電力  $E$  [V] と  $2E$  [V] の直流電源と切り替えスイッチ  $S$  とを接続した。4個の電気抵抗以外の回路の抵抗は、すべて無視できるものとする。

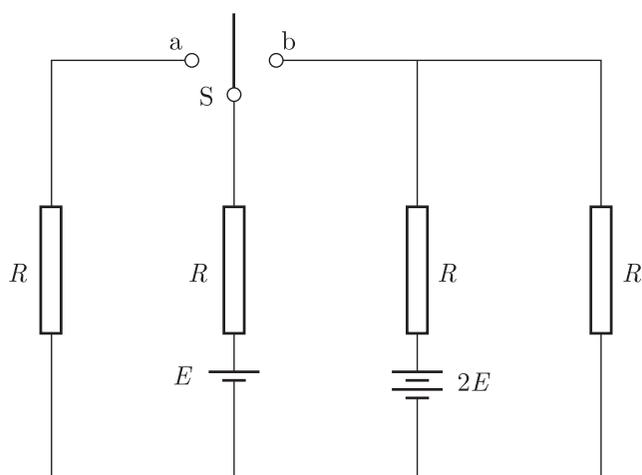


図 1

問1 切り替えスイッチ S を端子 a に入れたとき,  $E$  [V] の直流電源が供給する電力はいくらか。正しいものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。 1 [W]

- ①  $\frac{4E^2}{R}$       ②  $\frac{2E^2}{R}$       ③  $\frac{E^2}{R}$       ④  $\frac{E^2}{2R}$

問2 切り替えスイッチ S を端子 b に入れたとき,  $E$  [V] の直流電源を流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。

2 [A]

- ①  $\frac{2E}{R}$       ②  $\frac{E}{R}$       ③  $\frac{E}{2R}$       ④ 0

問3 問2において,  $R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗 4 個での消費電力の和はいくらか。正しいものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。 3 [W]

- ①  $\frac{4E^2}{R}$       ②  $\frac{2E^2}{R}$       ③  $\frac{E^2}{R}$       ④  $\frac{E^2}{2R}$