

物理基礎・物理

(全問必答)

第1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、水平な粗い台の上に置いた質量 M の物体 A に、軽くて伸びない糸の一端を取り付け、滑らかな滑車を通して糸の他端に物体 B を静かにつり下げると、物体 A、B は動かなかった。

物体 A と台の間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。

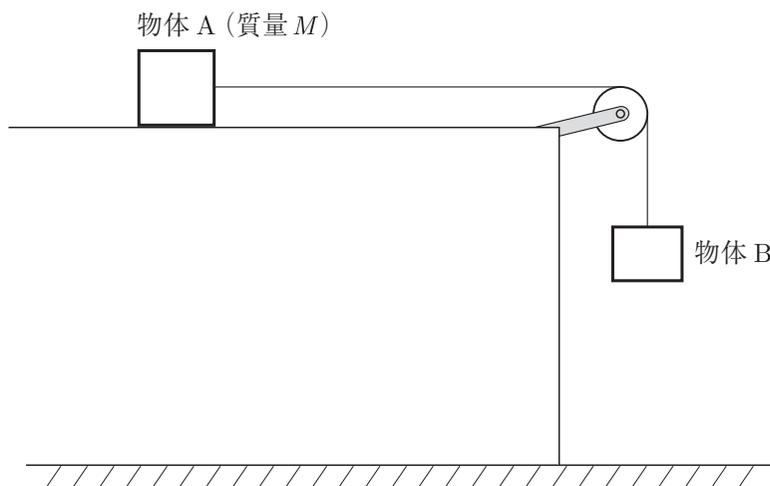


図 1

問1 物体Bの質量を次第に大きくしていくと、質量 m_0 を超えたところで、物体A、Bは動きはじめた。 m_0 の値はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $m_0 = \boxed{1}$

- ① M ② μM ③ $\mu' M$ ④ $(\mu - \mu') M$

問2 物体Bの質量が m ($m > m_0$) のとき、物体Aは台上を運動する。糸が物体Aを引く力(張力)の大きさを T とし、物体Aの加速度の大きさを a とする。右向きを正として物体Aの運動方程式はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\boxed{2}$

- ① $Ma = T - \mu' Mg$ ② $Ma = T - (\mu + \mu') Mg$
 ③ $Ma = T + \mu' Mg$ ④ $Ma = T + (\mu + \mu') Mg$

問3 さらに、鉛直下向きを正として、物体Bの運動方程式はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\boxed{3}$

- ① $ma = (m + M)g + T$ ② $ma = mg + T$
 ③ $ma = (m + M)g - T$ ④ $ma = mg - T$

問4 問2・問3のとき、糸の張力の大きさ T はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $T = \boxed{4}$

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

物理基礎・物理

問5 問2・問3の運動で、物体Bは高さ h だけ落下して床に当たった(この間、物体Aは台上にあった)。床に当たる直前の物体Bの運動エネルギーはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① mgh ② $\frac{mM}{m+M}gh$ ③ $\frac{\mu' mM}{m+M}gh$ ④ $\frac{(m-\mu'M)m}{m+M}gh$

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

図1のように、 $R[\Omega]$ の電気抵抗2個(A・B)と $2R[\Omega]$ の電気抵抗1個(C)と $3R[\Omega]$ の電気抵抗1個(D)、さらに、起電力 $E[V]$ の直流電源1個と切り替えスイッチ2個(X・Y)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。

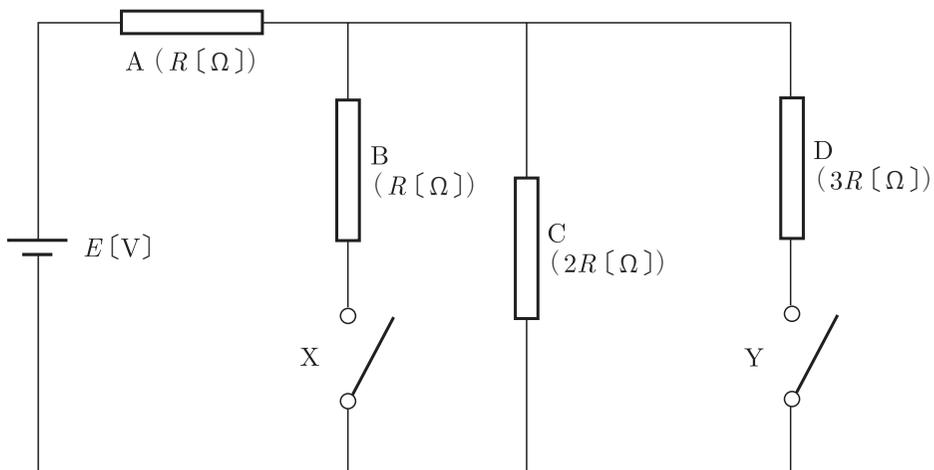


図 1

問1 スイッチが両方とも閉じているとき，4個の電気抵抗のうち最も小さい電流が流れるのはどれか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

- ① A ② B ③ A と B
 ④ C ⑤ D ⑥ B と C と D

問2 スイッチが両方とも閉じているとき，4個の電気抵抗のうち最も大きい電流が流れるのはどれか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

- ① A ② B ③ A と B
 ④ C ⑤ D ⑥ B と C と D

問3 スイッチ X を閉じ，スイッチ Y を開いた状態で，電気抵抗 C を流れる電流は電気抵抗 A を流れる電流の何倍か。正しいものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3 倍

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

問4 両方のスイッチを開いた状態で，この回路に含まれる電気抵抗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。 4

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

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、平面のガラスの上に半径 R [m] の平凸レンズをのせて、真上から波長 λ [m] の単色光を当てた。反射光を上から観察すると、中心点 O を中心とした同心円状の明暗の縞模様が見えた。

ここで、中心点 O から x [m] 離れた点 P における、空気の層の厚さを d [m] とする。

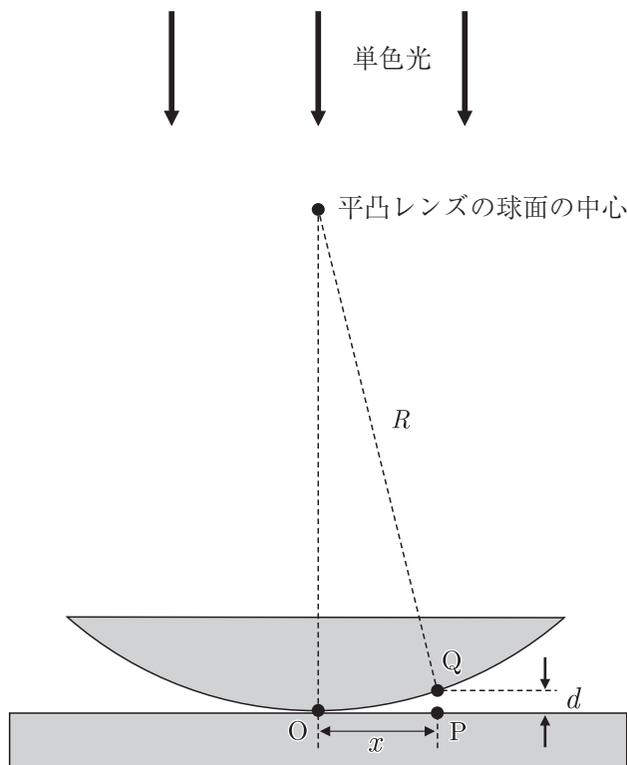


図 1

問1 図2のように、平凸レンズの下の面で反射する光Aが、図1の点Qで反射する際の位相の変化はaで、平凸レンズを通過して平面ガラスの上面で反射する光Bが、図1の点Pで反射する際の位相の変化はbである。位相の変化a, bの組合せとして正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。(a, b) = 1

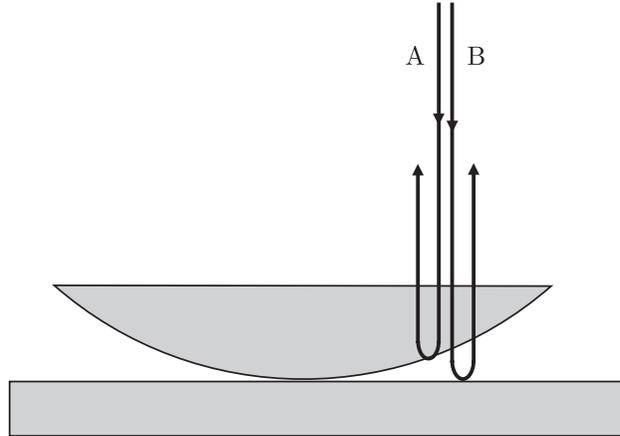


図 2

- ① (0, 0) ② (0, π) ③ ($-\frac{\pi}{2}$, 0) ④ (π , 0)

問2 明暗の縞模様が点Pにおいて暗くなるための条件式は、 d , λ , m ($m=0, 1, 2, \dots$)を使って表わすとどのようなになるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① $\lambda d = m$ ② $2\lambda d = m$ ③ $d = m\lambda$ ④ $2d = m\lambda$

第4問 次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 1 ~ 5] (配点 25)

A 図1, 図2のように, 質量 M の一様でない細い棒 AB を2本の軽い糸で天井から吊るし, 棒 AB が水平を保つように糸の長さを調節する。棒 AB の重心 G は $a : b$ に内分するところにある。図1の場合, 糸はどちらも鉛直方向に張っている。図2の場合, 棒の A 端側, B 端側の糸は鉛直方向から, それぞれ角度 θ_1, θ_2 だけ外側に傾いて張っており, 2本の糸は同一平面内にある。重力加速度を g とする。

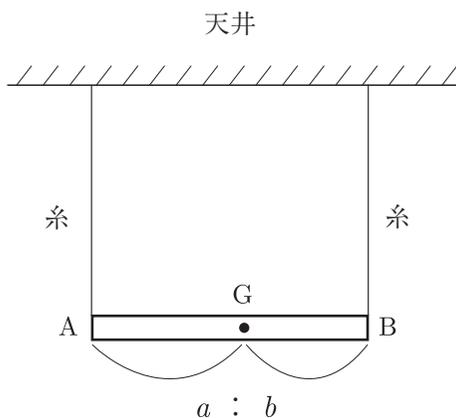


図 1

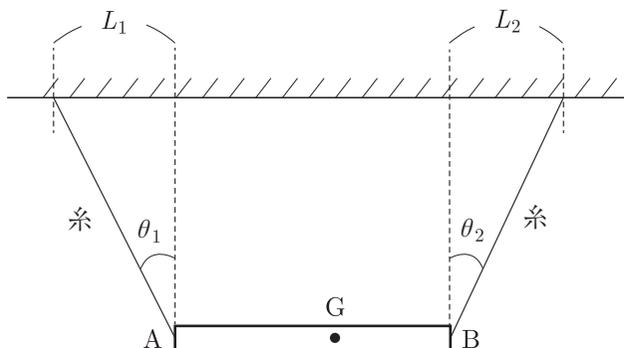


図 2

問1 図1において、棒のA端側の糸の張力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。 1

① $\frac{a}{a+b}Mg$ ② $\frac{b}{a+b}Mg$ ③ $\frac{a}{b}Mg$ ④ $\frac{b}{a}Mg$

問2 図2において、棒のA端側、B端側の糸の張力の大きさを、それぞれ T_1 、 T_2 とすると、重心Gまわりの力のモーメントのつり合いから、 T_1 と T_2 の間にどのような関係があるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

① $aT_1 \sin\theta_1 = bT_2 \sin\theta_2$ ② $bT_1 \sin\theta_1 = aT_2 \sin\theta_2$
 ③ $aT_1 \cos\theta_1 = bT_2 \cos\theta_2$ ④ $bT_1 \cos\theta_1 = aT_2 \cos\theta_2$

問3 図2において、棒のA端側の糸を天井に固定している点と、棒のA端を鉛直に伸ばして天井と交わる点との間の距離を L_1 とし、同様に、棒のB端側の糸を天井に固定している点と、棒のB端を鉛直に伸ばして天井と交わる点との間の距離を L_2 とすると、それらの比 $L_2 : L_1$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 $L_2 : L_1 =$ 3 $: 1$

① $\frac{a}{b}$ ② $\frac{b}{a}$ ③ $\frac{a}{a+b}$ ④ $\frac{b}{a+b}$ ⑤ 1

B 図3のように、大気圧 P_0 下に置かれた U 字管に密度 ρ の液体が入れてある。U 字管の左腕、右腕の断面積は、それぞれ一定の値、 S_1 、 S_2 であり、液面の高さは左右で等しくなっている。液面から左腕の口までの距離は L であった。この左腕に、重さの無視できるピストンを差し込んで空気を密閉し、図4のように、左右の液面の差が h となるまでピストンを押し込み、その状態を維持するように力 F をかけ続けた。このとき、左腕内の空気の高さは x であった。空気は理想気体とみなせるとし、温度は操作の間ずっと一定のままであり、また、重力加速度を g とする。

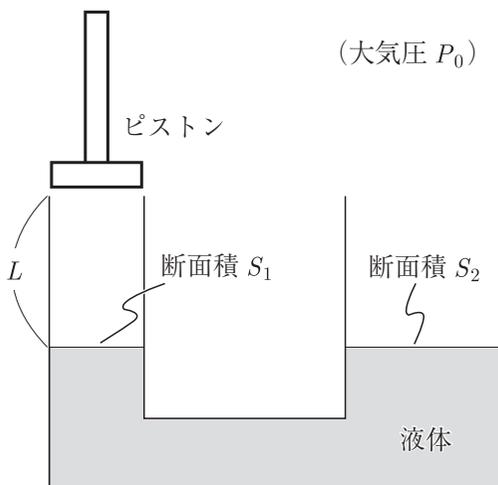


図 3

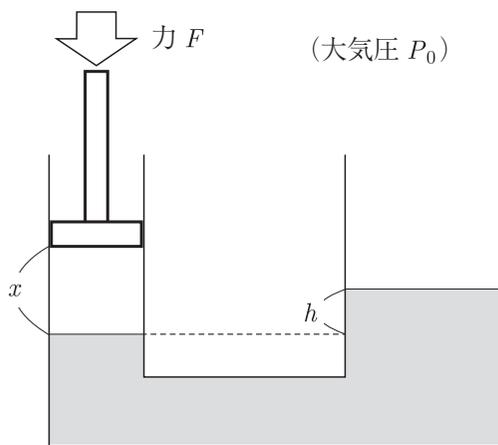


図 4

問4 力 F はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$F = \boxed{4}$$

- ① ρhgS_1 ② ρhgS_2 ③ $\rho hg(S_2 - S_1)$ ④ $\rho hg \frac{S_1 + S_2}{2}$

問5 左腕内の空気の高さ x はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $x = \boxed{5}$

- ① $\frac{P_0 L}{P_0 + \rho hg}$ ② $\frac{\rho hg L}{P_0 + \rho hg}$ ③ $\frac{(P_0 - \rho hg) L}{P_0}$ ④ $\frac{(P_0 - \rho hg) L}{P_0 + \rho hg}$