

学力検査問題 [物理] (その 1)

(2022 - 般 I B)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

1 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

図1のように、質量 m [kg] の直方体が、表面が粗い斜面上に置かれている。直方体の長さ b [m] の底辺は斜面に沿う向きに平行である。直方体の高さ a [m] は $a > b$ であり、直方体の密度は一様である。直方体と斜面との静摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

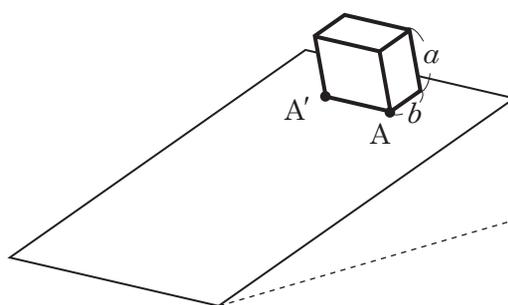


図 1

図2は斜面と直方体を横から見た図である。はじめ直方体は静止していた。斜面と水平面とのなす角を徐々に大きくしたところ、図3のように、角 θ に達したときに直方体は辺 AA' を軸に転倒し、静止した。直方体が転倒した後、斜面と水平面とのなす角を更に徐々に大きくしたところ、図4のように、角 θ' に達したときに直方体は斜面上を回転せずに滑り始めた。以後、斜面と水平面とのなす角は、 θ' のまま変化させなかったものとする。

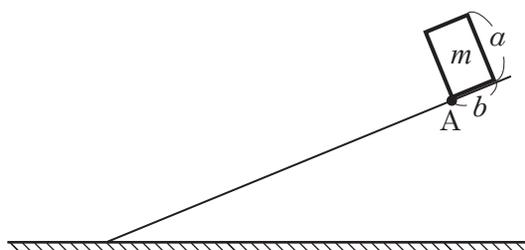


図 2

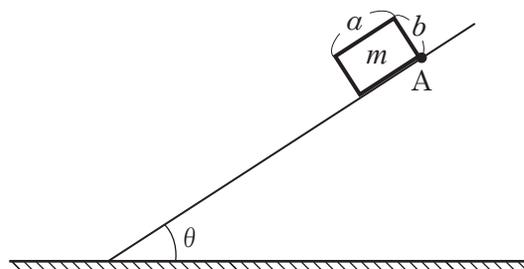


図 3

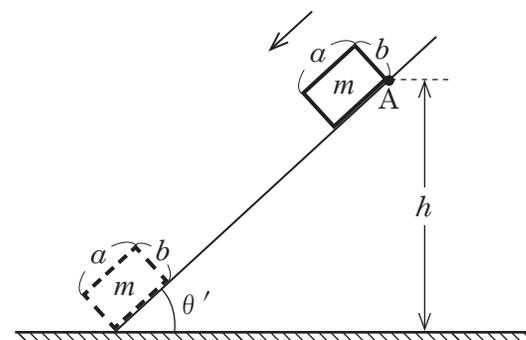


図 4

- (1) 直方体が転倒したときの $\sin \theta$ を求めよ。
- (2) 直方体が滑り始める前に転倒するための、静摩擦係数 μ の条件を a 、 b を用いて表せ。
- (3) 静摩擦係数 μ を θ' を用いて表せ。
- (4) 直方体が滑り始めた後の直方体の加速度の大きさを求めよ。
- (5) 直方体が滑り始めたときの点 A の水平面から高さが h [m] であった。滑り始めた時刻を $t = 0$ s とするとき、直方体の先端が床に達する時刻を求めよ。ただし、直方体の大きさは無視できないものとする。

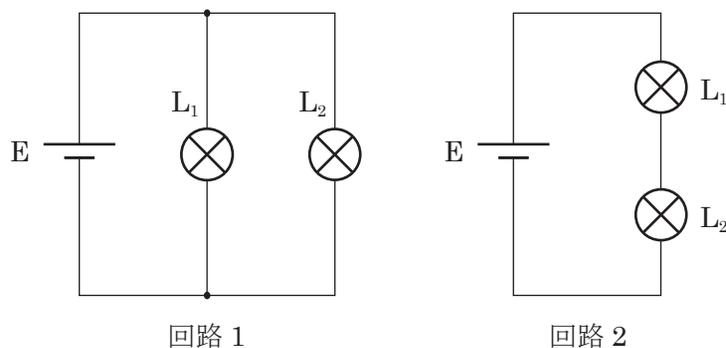
学力検査問題 [物理] (その 2)

(2022 - 般 I B)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

2 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

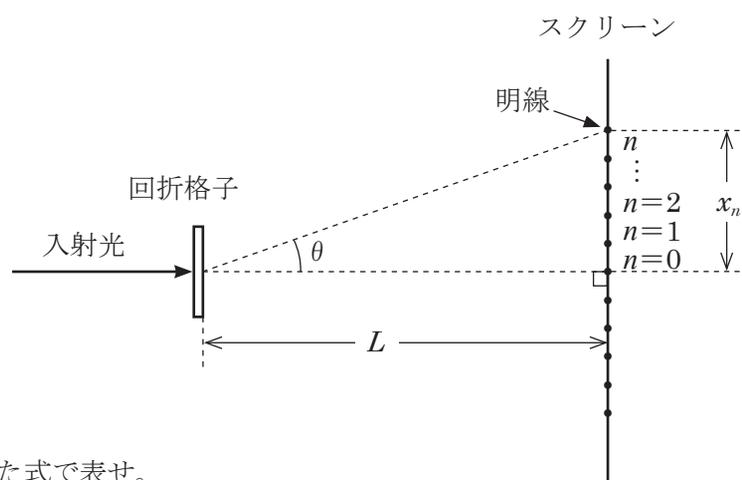
図のように、電圧 100 V をかけたとき、 80.0 W の電力となる電球 L_1 と 20.0 W の電力となる電球 L_2 、および 100 V の電源 E を用いて、回路 1、回路 2 を組んだ。各電球の抵抗は、流す電流によって変化しないものとする。



- (1) L_1 の抵抗を求めよ。
- (2) 回路 2 の L_1 の消費電力を求めよ。
- (3) それぞれの回路で、明るい電球は L_1 、 L_2 のどちらか。また、その電球の消費電力を求めよ。
- (4) 回路 1、回路 2 の 4 つの電球の中で、最も明るい電球はどれか。
- (5) 全体の消費電力が大きいのはどちらの回路か。また、その消費電力を求めよ。

3 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

図のように、格子定数（隣りあうすじの間隔）が $d\text{ [m]}$ の回折格子に波長 $\lambda\text{ [m]}$ の単色光を垂直に入射させ、距離 $L\text{ [m]}$ 離れたスクリーン上の明線を観察した。スクリーン中央の最も明るい明線から n 番目 ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$) の明線までの距離を $x_n\text{ [m]}$ とし、 n 番目の明線が得られる方向と入射光のなす角を θ とする。



- (1) θ 方向に回折した光が強めあう条件を、 θ 、 d 、 λ 、 n を用いた式で表せ。
- (2) x_n を、 L 、 λ 、 d 、 n を用いて表せ。ただし、 θ は十分小さいので、 $\sin \theta \cong \tan \theta$ としてよい。
- (3) スクリーン中央付近の隣り合う明線の間隔を、 L 、 λ 、 d を用いて表せ。
- (4) 1.0 cm あたり 200 本の溝が刻まれた回折格子を用い、 $L = 1.0\text{ m}$ の位置に置かれたスクリーン上の隣り合う明線の間隔は 1.2 cm であった。回折格子に入射した単色光の波長を求めよ。
- (5) 回折格子への入射光を白色光にすると、それぞれの明線は色づいて見える。図の $n = 1$ の明線で、赤、紫、黄、緑の並ぶ順番はどうなるか。スクリーン中央の最も明るい明線に近い方から順番に並べよ。

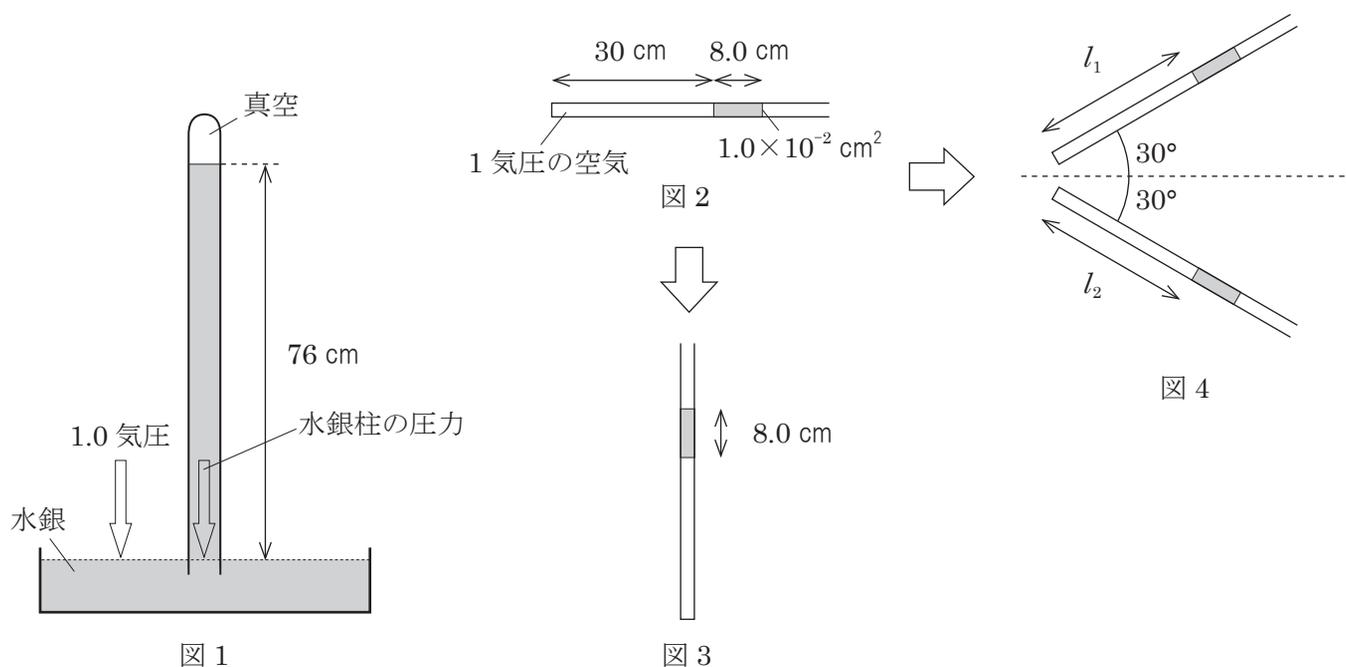
解答はすべて解答用紙に記入せよ。

4 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

ガリレオ(伊 1564～1642)のもとで研究したトリチェリ(伊 1608～1647)は、1643年に大気圧を水銀柱で求めた。図1は、1.0気圧が垂直に立てた一端を閉じたガラス管内の76 cmの水銀柱の圧力と等しいことを示したものである。

図2のように、気温27℃、1.0気圧の下で断面積が $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$ のガラス管に長さ8.0 cmの水銀柱で空気を閉じ込めた。この水銀柱は、形状を保ったままガラス管内をなめらかに動くことができる。ガラス管が水平のときは、閉じ込められた空気柱は30 cmであった。ガラス管内の空気と水銀の形状は円筒形としてよい。このガラス管を垂直に立てたものが図3である。

図3のガラス管内の空気の圧力は、図1のように垂直に立てた一端を閉じたガラス管内の水銀柱では84 cmの水銀柱の圧力に相当する(1.0気圧+8.0 cmの水銀柱=76 cm+8.0 cm=84 cm)。



- (1) 図4のように、ガラス管の右端を水平から 30° 上に傾けたときと 30° 下に傾けたときのガラス管内の空気の圧力は、図1のように垂直に立てた何 cmの水銀柱の圧力に相当するかをそれぞれ求めよ。
- (2) 図4のように、ガラス管を水平から 30° 傾けたときのガラス管内の空気柱の長さ l_1 、 l_2 を求めよ。ただし、管内の空気の温度は気温と同じとする。
- (3) ガラス管が水平のとき、ガラス管内の空気の温度を27℃から77℃にすると、水銀柱は何 cm移動するか。ただし、水銀の密度は一定とする。
- (4) 水銀の密度を ρ [kg/m³]、重力加速度の大きさを g [m/s²]とすると、1.0気圧は何 Paか。 ρ と g を用いて表せ。
- (5) 水銀の密度は $13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ である。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とするとき、1気圧は何 Paか求めよ。

解答用紙 [物理]

2022
般IB

受験
番号

1	(1)	$\frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}$	(2)	$\mu > \frac{b}{a}$	(3)	$\tan\theta'$
	(4)	$g(\sin\theta' - \mu'\cos\theta')$	[m/s ²]	(5)	$\sqrt{\frac{h - a\sin\theta'}{g(\sin\theta' - \mu'\cos\theta')\sin\theta'}}$	[s]

2	(1)	125	Ω	(2)	3.20	W				
	(3)	回路1	電球	L_1	消費電力	80.0 W				
		回路2	電球	L_2	消費電力	12.8 W				
	(4)	回路	1	電球	L_1	(5)	回路	1	消費電力	100 W

3	(1)	$d\sin\theta = n\lambda$	(2)	$\frac{nL\lambda}{d}$	[m]	(3)	$\frac{L\lambda}{d}$	[m]
	(4)	6.0×10^{-7}	[m]	(5)	紫・緑・黄・赤			

4	(1)	30°上	80	cm	30°下	72	cm		
	(2)	l_1	29	cm	l_2	32	cm		
	(3)	5.0	cm	(4)	$0.76 \rho g$	[Pa]	(5)	1.0×10^5	Pa