

前期日程

平成 28 年度入学試験（前期日程）

理 科（物理・化学）

（ 医 学 部 ）

―― 解答上の注意事項 ――

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で 7 ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙 4 枚と計算紙 1 枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は **1** から **4** まで 4 問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。
5. 解答しない問題がある場合でも、解答紙 4 枚すべてを提出しなさい。
6. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

1

図1のように、水平で滑らかな床の上に、半径 r の滑らかな半円筒の内面をもつ質量 M の台があり、その上に質量 m の小球を置く。この小球は、半円 C (半円筒と鉛直面の交線) 上を運動する。半円 C の最下点を P、最高点を A と B とし、線分 AB の中点を O とする。重力加速度の大きさを g として、以下の問い合わせよ。

まず台が床に固定されている場合を考える。

- (1) 小球を点 A から静かにはなすと、半円 C 上を運動した。図1のように、 $\angle POQ = \alpha$ となる C 上の点を Q とする。小球が点 Q に達したときの速さを求めよ。
- (2) このとき、点 Qにおいて、小球が半円筒の内面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
- (3) 小球を点 P からわずかにはなれた半円 C 上の位置で静かにはなす。図2のように、小球が C 上の $\angle POR = \theta$ となる点 R にあるとき、小球にはたらく円弧 PR の接線方向の力の大きさ F は、 m, g, θ を用いて $F = \boxed{\text{(a)}}$ と表される。一方、点 R から線分 OP におろした垂線の長さを x とすると、 $\sin \theta = \frac{x}{r}$ である。 θ が十分に小さいとき、小球は点 P を中心として水平方向に単振動しているとみなせる。その周期を m, g, r, θ のうち必要なものを用いて表すと $\boxed{\text{(b)}}$ となる。空欄 (a), (b) を埋めよ。

次に台が床の上を運動できる場合を考える。図3のように、小球を最下点 P に静止させ、半円 C を含む鉛直面内で、水平な方向の衝撃力を台に加え、台のみに大きさ V_0 の初速度を与えた。その結果、台は水平方向に運動し、小球は半円 C 上を運動した。その後、小球は点 A に達し、台から飛び出ることなく、再び C にそって落下した。

- (4) 小球が点 A に達したときの、小球の床に対する水平方向の速さを、 M, m, V_0 を用いて表せ。
- (5) 台の初速度の大きさ V_0 を、 M, m, g, r を用いて表せ。

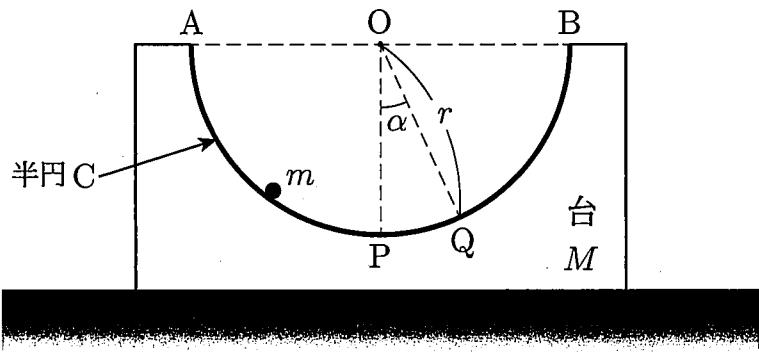


図1

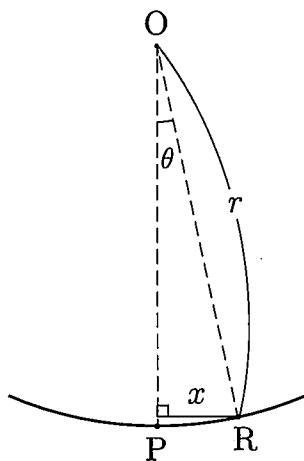


図2

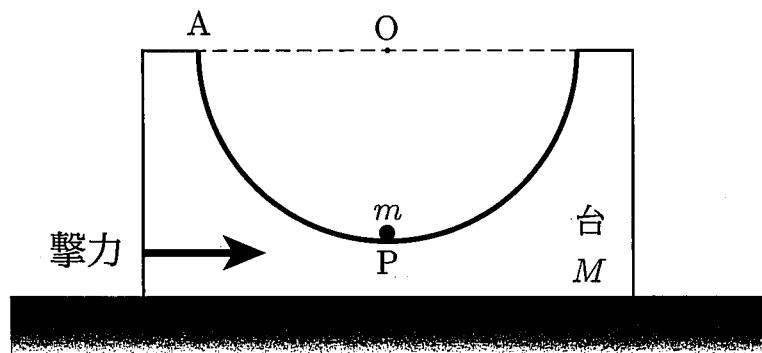


図3

2

図のように真空のガラス管の中に金属の電極 A と B があり、端子 C が抵抗線 PQ と接する位置を変えることで 2 つの電極間の電位差を制御できるようにしている。電極 B の電位は 0 であり、電極 A の電位 V_A は、端子 C が点 O で接するときに $V_A = 0$ になるものとする。電子の電荷を $-e$ 、プランク定数を \hbar として、以下の問いに答えよ。

- (1) 図の ①, ② は電圧計または電流計を表す。電極 A の電位と電極 A から電極 B に流れる電流（光電流）を測定するには、電圧計と電流計をそれぞれ ①, ② のどちらに選べばよいか。また、電極 A の電位を負 ($V_A < 0$) とするには端子 C を OP 間、OQ 間のどちらに接すれば良いか。下の表のア, イ, ウ, エから正しい組み合わせを選択せよ。ただし、端子 C の電位は光電流の影響を受けないものとする。

	電圧計	電流計	端子 C
ア	①	②	OP 間
イ	①	②	OQ 間
ウ	②	①	OP 間
エ	②	①	OQ 間

- (2) 電極 B に振動数が f_1 の単色光を当てる。はじめ V_A を負で $|V_A|$ を十分大きくし、電子が電極 A に到達しないようにしておく。次に V_A を負にしたまま $|V_A|$ の値をしだいに小さくしていくと、 $|V_A|$ が V_1 より小さくなるときにはじめて電流が流れた。このとき、電極 B を飛び出した瞬間に電子が持つ最大の運動エネルギーを求めよ。

- (3) 電極 B の仕事関数を求めよ。

- (4) (2) と同じ実験で f_1 より大きな振動数 f_2 の単色光を当てる。 V_A を負のまま $|V_A|$ をしだいに小さくしていくと、 $|V_A|$ が V_2 より小さくなるときにはじめて電流が流れた。このとき、プランク定数と電子の電荷の大きさとの比 $\frac{\hbar}{e}$ を、 V_1 , V_2 , f_1 , f_2 を用いて表せ。

- (5) ある波長の単色光を電極 B に当て、 V_A を正で大きくしていくと回路に流れる電流が一定になった。このとき、次の文章の [] の中で正しいものをア, イ, ウから選択せよ。

V_A と光の強度を変えずに、光の波長を小さくするとき、単位時間に電極 B に到達する光子の数は [a) ア. 増加する イ. 変わらない ウ. 減少する]。ここで光の強度とは、光が単位時間に電極 B に与えるエネルギーのことである。

このとき、回路に流れる光電流は [b) ア. 増加する イ. 変わらない ウ. 減少する]。

