

熊本大学

物理

問題

2015年度入試

【学部】 理学部、医学部、薬学部、工学部

【入試名】 前期日程

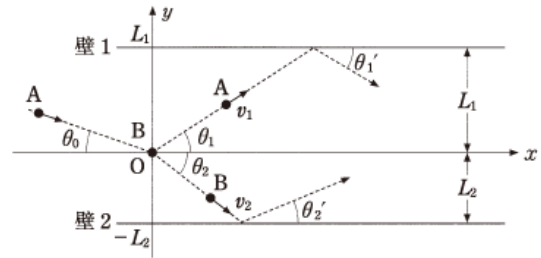
【試験日】 2月25日



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

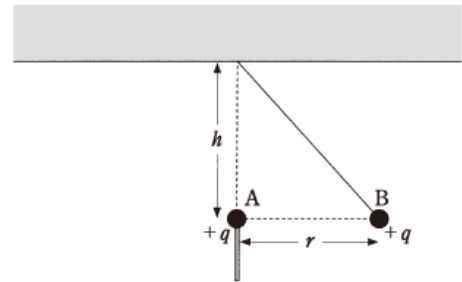
1 図のように、なめらかな水平面 (xy 平面) 上の原点 O に静止した小球 B に、 x 軸に対する角度 θ_0 ($0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2}$) で小球 A を衝突させたところ、小球 A は x 軸に対して $y > 0$ の方向へ θ_1 ($0 < \theta_1 < \frac{\pi}{2}$)、小球 B は x 軸に対して $y < 0$ の方向へ θ_2 ($0 < \theta_2 < \frac{\pi}{2}$) の角度



に進んだ。また、2つのなめらかな壁 (壁 1, 壁 2) が $y = L_1$ および $y = -L_2$ の直線上に鉛直に立てられており、原点 O での衝突後、小球 A は壁 1 に、小球 B は壁 2 に衝突した。壁 1 と小球 A の間の反発係数 (はね返り係数) は 1、壁 2 と小球 B の間の反発係数は e ($0 < e \leq 1$) とする。原点 O での衝突時刻を $t = 0$ 、衝突直後の小球 A, B の速さをそれぞれ v_1, v_2 として、以下の問いに答えよ。ただし、空気抵抗は無視でき、小球の運動は xy 平面内に限られているものとする。

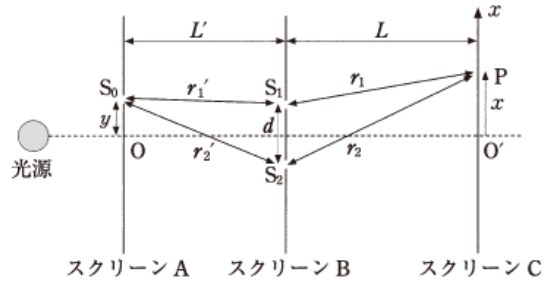
- (問 1) 図のように、小球 A, B が最初に壁に衝突した後の進行方向と壁のなす角をそれぞれ θ_1' ($0 < \theta_1' < \frac{\pi}{2}$)、 θ_2' ($0 < \theta_2' < \frac{\pi}{2}$) とする。 $\tan \theta_1'$ および $\tan \theta_2'$ を $\tan \theta_1, \tan \theta_2, e$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (問 2) $t > 0$ で小球 A, B が最初に x 軸に到達する時刻をそれぞれ t_1, t_2 とする。 t_1 および t_2 を $L_1, L_2, v_1, v_2, \theta_1, \theta_2, e$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (問 3) $t > 0$ で小球 A, B が最初に x 軸に到達したときの座標をそれぞれ $(x_1, 0), (x_2, 0)$ とする。 x_1 および x_2 を $L_1, L_2, \tan \theta_1, \tan \theta_2, e$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (問 4) $t > 0$ で小球 A, B が最初に x 軸に達したとき、両球が再び衝突したという。このとき $\frac{v_1}{v_2}$ および $\frac{L_1}{L_2}$ を θ_1, θ_2, e のうち必要なものを用いて表せ。
- (問 5) (問 4) のとき、 $\tan \theta_0$ を $\tan \theta_1, \tan \theta_2$ を用いて表せ。ただし、小球 A, B の質量は等しいとする。

2 図のように、水平な天井から距離 h [m] だけ離れた位置に、正の電荷 $+q$ [C] をもつ小球 A を固定した。次に正の電荷 $+q$ [C] をもつ質量 m [kg] の小球 B を天井から細い糸でつるした。ここで、糸の一端は小球 A の真上の位置に固定されており、糸の長さは調整できるものとする。クーロンの法則の比例定数を k [$N \cdot m^2/C^2$]、重力加速度の大きさを g [m/s^2] とし、以下の問いに答えよ。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。



- (問 1) 小球 A と小球 B の距離を r [m] とし、小球 A と小球 B の間に働くクーロン力の大きさ F [N] を求めよ。
- (問 2) 糸の長さを調節し、小球 B を静かに離したとき、小球 B は小球 A と同じ高さで距離 r_0 [m] だけ離れた位置に静止した。距離 r_0 を求めよ。
- (問 3) 糸の長さを調節し、小球 B を動かしたところ、小球 B は小球 A と同じ高さで距離 r_1 [m] を保って速度 v_1 [m/s] で等速円運動した。小球 B の速度 v_1 を求めよ。
- (問 4) (問 2) と同じ糸の長さで、磁束密度 B [T] の一様磁場を鉛直上向きに加え、小球 B を動かしたところ、小球 B は小球 A と同じ高さで等速円運動した。円運動の周期 T [s] を m, q, B を用いて表せ。

3 図のように、3枚の平行なスクリーンA, B, Cを間隔 L' , L で置き、スクリーンAには単スリット S_0 が、スクリーンBには複スリット S_1, S_2 がある。スクリーンAの左側にある単色光源から出た光(波長 λ)は S_0 と S_1, S_2 を通ってスクリーンCに到達し干渉縞をつくる。スリット S_1, S_2 の中点を通り、スクリーンに垂直な直線とスクリーンA, Cとの交点をそれぞれ O, O' とする。また、スクリーンCに、 O' を原点とした x 軸を上向きにとり、 x 軸上の点Pの位置を x とする。距離 $OS_0, S_0S_1, S_1P, S_0S_2, S_2P, S_1S_2$ をそれぞれ $y, r_1', r_1, r_2', r_2, d$ とすると、以下の問いに答えよ。



(問1) $y=0$ のとき、点Pに明線ができるための条件を r_1, r_2, λ と整数 m を用いて表せ。

(問2) (問1)の場合、 x を d, L, m, λ を用いて表せ。ここで、 $|x|, d$ は L より十分小さいものとする。必要であれば、 $|\delta| \ll 1$ の場合の近似式 $\sqrt{1+\delta} \doteq 1 + \frac{\delta}{2}$ を用いよ。

(問3) $y > 0$ のとき、点Pに明線ができるための条件を $r_1, r_2, r_1', r_2', \lambda$ と整数 m' を用いて表せ。

(問4) (問3)の場合、 x を y, d, L', L, m', λ を用いて表せ。ここで、 $|x|, y, d$ は L', L より十分小さいものとする。

(問5) スリット S_0 を一定の速さ v_0 で上方に移動させるとき、明線の動く速度 v_1 を符号も含めて求めよ。

(問6) (問5)において、透明で屈折率 n をもつ物質をスクリーンA, B間に満たしたときの明線の速度 v_2 と、スクリーンB, C間に満たしたときの明線の速度 v_3 を、それぞれ符号も含めて求めよ。