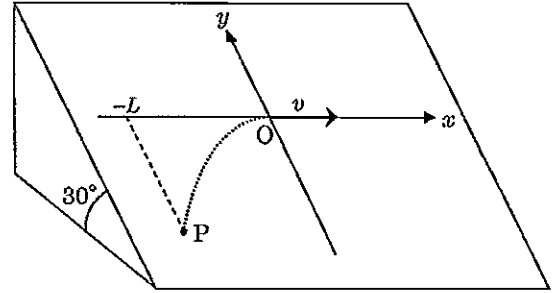


物

物 理

物理 問題 I

図のように、水平面に対して 30° 傾いた十分広いなめらかな斜面があり、この斜面上の水平方向の右向きに x 軸、斜面の最大傾斜方向の上向きに y 軸をとる。質量 $3m$ の物体 A が、ある初速度で点 P から斜面上を動き始め、原点 $O(0, 0)$ に達したときの速度は x 軸の正の向きに v であった。点 P の x 座標を $-L$ 、重力加速度を g とし、重力による位置エネルギーの基準面は x 軸を含む水平面とする。



- 問 1. 斜面上を運動する物体 A の加速度の x 成分と y 成分を求めよ。
 問 2. 物体 A が動き始めたときの速度の x 成分と y 成分を求めよ。
 問 3. 点 P の y 座標を求めよ。

原点 O に達した物体 A は、質量 $2m$ の物体 B と質量 m の物体 C に分裂し、それぞれ斜面上を運動した。物体 C から見た物体 B の分裂直後の相対速度の x 成分は $-3v$ 、 y 成分は $3u$ ($u > 0$) であった。分裂の際にはたらく力は斜面に平行で、はたらく時間は短いものとする。

- 問 4. 分裂した直後の物体 B の速度の x 成分と y 成分を求めよ。
 問 5. 分裂した直後の物体 C の速度の x 成分と y 成分を求めよ。
 問 6. 分裂したときに、物体 B が受けた力積の x 成分と y 成分を求めよ。
 問 7. 物体 B が達した最高点を Q とする。点 Q の x 座標と y 座標を求めよ。
 問 8. 物体 B が点 Q に達したときの、2つの物体 B と C の重心の x 座標と y 座標を求めよ。
 問 9. 分裂してから時間が t だけ経過した後の、2つの物体 B と C の重力による位置エネルギーの和を求めよ。
 問 10. 分裂してから時間が t だけ経過した後の、2つの物体 B と C の力学的エネルギーの和を求めよ。

物理 問題 II

図1のように、 x 軸と y 軸をとり、原点を $O(0, 0)$ とする。この平面に垂直に平面鏡 AO と OB があり、点 S には単色光の光源がある。点 S の座標を $(0, s)$ とする。また、平面に垂直で y 軸に平行なスクリーンがあり、このスクリーンの x 座標を L とする。以下では、光源から出た光線の平面鏡 AO と OB によるこの平面内での反射について考える。なお、座標を表す s, L, a, l, d, p はいずれも正とする。

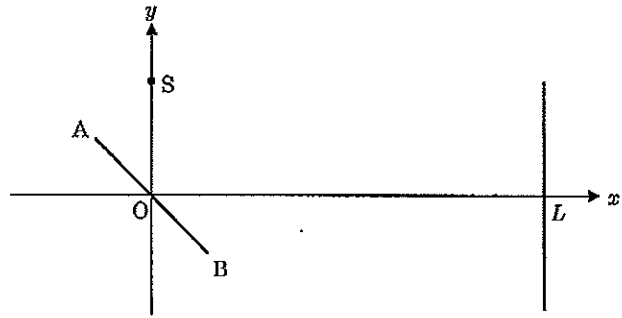


図 1

はじめに、鏡 AO と OB の A と B の位置はそれぞれ $(-a, a)$, $(a, -a)$ であった。このとき鏡 AO と OB は1枚の平面鏡 AOB と考えられる。

問1. 平面鏡 AOB による光源の像 S' の座標を求めよ。

問2. 光源が x 軸に平行に速さ v で $+x$ 方向に移動するとき、平面鏡の点 O で反射した光がスクリーンを照らす点の y 軸方向に移動する速さを求めよ。

図2のように、鏡 AO と鏡 OB をはじめの位置から点 O を中心として、鏡 AO は時計回りに、鏡 OB は反時計回りにそれぞれ少し回転させたところ、鏡 AO と鏡 OB による反射光でスクリーン上に明暗のしま模様ができた。点 S にある光源の鏡 AO による像 S_1 の座標を $(-l, d)$ 、鏡 OB による像 S_2 の座標を $(-l, -d)$ とする。

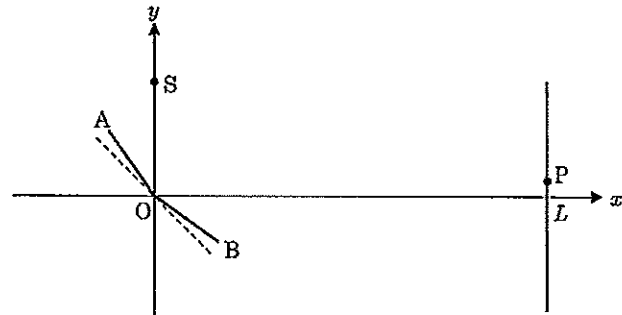


図 2

問3. 点 S の y 座標 s を l と d を用いて表せ。

問4. 鏡 AO と鏡 OB が回転した角度(rad)の大きさを l と d を用いて表せ。ただし、それぞれの鏡が回転した角度は小さく、小さな角度 θ [rad] に対する近似式 $\tan\theta \approx \theta$ を用いよ。

問5. 点 S にある光源から出て、鏡 AO によって反射した後、スクリーン上の点 $P(L, p)$ を照らす光線の経路の長さを求めよ。

問6. 点 S にある光源から出て、鏡 AO または鏡 OB によって反射した後、スクリーン上の点 $P(L, p)$ を照らす2つの光線の経路の差を求めよ。ただし、 L および l は、 d および p より十分大きいものとし、 $|\varepsilon| \ll 1$ のときに成立する近似式 $(1+\varepsilon)^n \approx 1+n\varepsilon$ を用いよ。

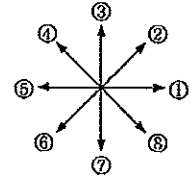
問7. 光源の波長を λ とする。スクリーン上の隣り合う明線の間隔を求めよ。

物

物 理

物理 問題 III

次の問いに答えよ。ただし、クーロンの法則の比例定数を k_0 、電位 0 の基準点を無限遠にとり、重力の影響は無視できるものとする。向きを問う問題については、右の解答群の番号①～⑧（ $+x$ 方向を①、 $+y$ 方向を③、隣り合う矢印の間の角度はすべて 45° とする）の中から選び、答えること。答えが①～⑧以外の向きになった場合は⑨と答えよ。



向きの解答群

問1. 図1のように、 x 軸上の点 P ($x=-a$) に質量 m 、電荷 q ($q>0$) を持つ小物体 A が固定されている。この状態で、質量 m 、電荷 $2q$ を持つ小物体 B を無限遠 ($x=+\infty$) から点 R ($x=a$) までゆっくりと移動させた。

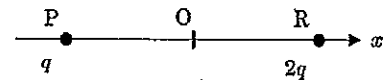


図1

- (1) 点 R において、小物体 B にはたらく電気力の大きさを求め、向きを解答群から選び、番号で答えよ。
- (2) 原点 O ($x=0$) における電場（電界）の大きさを求め、向きを解答群から選び、番号で答えよ。
- (3) 小物体 A の影響だけを考えてとき、点 R の電位を求めよ。
- (4) 小物体 B を無限遠から点 R まで移動させるのに必要な仕事を求めよ。
- (5) 小物体 A, B がそれぞれ点 P, R で静止した状態から、 x 軸方向に同時に自由に動けるようにしたところ、2つの小物体は動き始めた。小物体間の距離が $3a$ になったときの、小物体 B の位置と速さを求めよ。

問2. 次に図2のような x - y 平面を考え、原点 $O(0, 0)$ に電荷 q の小物体 C を、点 $S(a, 0)$ に負の電荷 $-\sqrt{2}q$ の小物体 D を置き固定する。

- (1) 点 T($0, a$) と点 U(a, a) における電位をそれぞれ求めよ。

点 T に質量 M 、負の電荷 $-Q$ を持つ小物体 E を置き、E にはたらく合力が 0 となるように x - y 平面上に一様な電場を加えた。

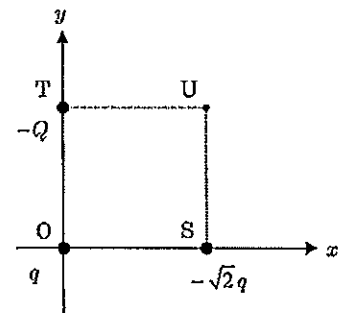


図2

- (2) 加えた一様な電場の大きさを求め、向きを解答群から選び、番号で答えよ。
- (3) 一様な電場の影響だけを考えてとき、点 T と点 U の間に生じる電位差の大きさを求めよ。
- (4) 小物体 E に外から力を加えて、点 T から点 U まで線分 TU 上をゆっくり移動させた。一様な電場と小物体 C, D による電場の影響を考えたとき、加えた力のする仕事を求めよ。