

強者の戦略

2026 年度 京大物理 第 1 問 [問題編]

今回は 2026 年度の京大の第 1 問を解説します。完答可能な問題です（問の記述での減点はあるかもしれませんが）。是非チャレンジしてみてください。

物理問題 I

次の文章を読んで、に適した式または数値を、{ }からは適切なものを一つ選びその番号を、それぞれの解答欄に記入せよ。また、問 1～問 4 では、指示に従って、解答を解答欄に記入せよ。設問においては、水平な床を高さの原点とし、床面の摩擦は無視できるものとする。斜面と床とのなす角は θ (90° 未満の正の角)であり、斜面が床と接する微小な部分は滑らかに水平な床に接続しているものとする。また、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視してよい。

(1) 図 1 のように、床の上に質量 M の斜面状の台（斜面台と呼ぶ）を静止させ、斜面上の高さ h の位置に質量 m の物体 A を静かに置く。物体 A の大きさは無視できるものとする。物体 A は、斜面から床の上にすべり落ちたのち、水平運動に移行した。以下では、条件が異なる(a), (b), (c)の場合について、それぞれ考える。なお、物体 A の斜面から床への運動の変化はなめらかになされ、その際に全体の力学的エネルギーは保存されるものとする。また、速度については、右向きを正とし、符号にも注意せよ。

(a) 斜面台が床に固定されていて、物体 A と斜面との摩擦が無視できる場合を考える。物体 A にかかる合力の鉛直方向成分は、上向きを正とすると アであり、物体 A が斜面に置かれてから床に到達するまでの時間は、イである。

また、水平運動に移行したあとの物体 A の速さは、ウになる。なお、斜面台の斜面から水平に移行する微小な部分の大きさは無視できるものとする。

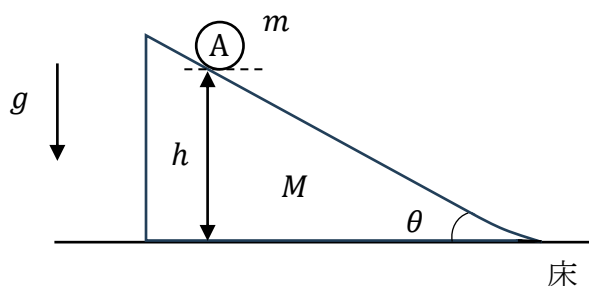


図 1

- (b) 斜面台が床に固定されておらず、物体Aと斜面に一定の動摩擦力がはたらく場合、静止した斜面台の上に物体Aを静かに置くと、物体Aは斜面をすべり落ちたのち、床の上で速度 v_1 の水平運動をおこなった。このとき、物体Aが離れたあとの斜面台の速度を u_1 とすると、 $u_1 = \boxed{\text{エ}} \times v_1$ である。なお、斜面台と床の摩擦は無視できるものとする。
- (c) 斜面台が床に固定されておらず、物体Aと斜面との摩擦が無視できる場合、静止した斜面台の上に物体Aを静かに置くと、物体Aは斜面をすべり落ちたのち、床の上で速度 $\boxed{\text{オ}}$ の水平運動をおこなう。このとき、物体Aが離れたあとの、斜面台の水平運動の速度は $\boxed{\text{カ}}$ になる。なお、斜面台と床の摩擦は無視できるものとする。

問1 図2のように、質量 M の同じ斜面台を逆向きにもう1つ配置する。2つの斜面台は、いずれも摩擦なく床を左右にすべり、物体Aと斜面との摩擦も無視できるものとする。2つの斜面台が静止した状態から、左側の斜面台の高さ h の位置に、質量 m の物体Aを静かに置くと、物体Aは右に移動し、右側の斜面台を登る。このとき物体Aは、右側の斜面台を最大でどの高さまで登るか。その高さ h' を、導出過程も含めて答えよ。なお、物体Aは右側の斜面台と接する際に、なめらかに登り、力学的エネルギーは保存されるものとする。

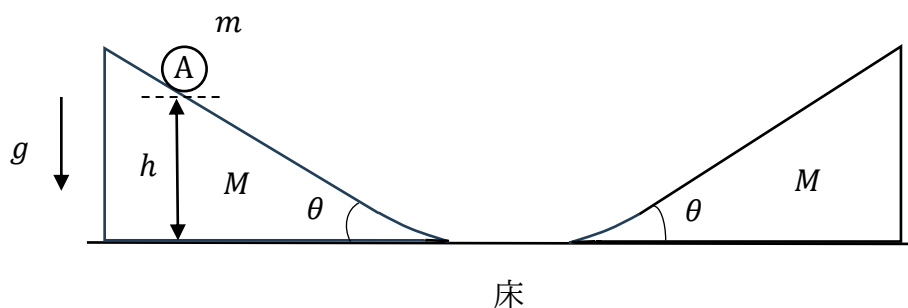


図2

強者の戦略

- (2) 次に、図3のような、水平な床の上での、帯電した物体Cの磁場中の運動を考える。物体Cの大きさは無視できるものとする。なお、図3の下図は、真上から見た図である。鉛直上向きに一様な磁束密度 $B(>0)$ の磁場の中で、質量 m 、電荷 Q の物体Cは、上から見て時計回り、半径 R の円運動をしている。電荷 Q は{キ:①正, ②0, ③負}であり、物体Cの速さを V とすると、物体Cが磁場から受ける力の大きさは ク であり、これが向心力の大きさ ケ に一致することから、 V と R の関係は、 $V = \frac{\text{コ}}{\text{ク}}$ となる。

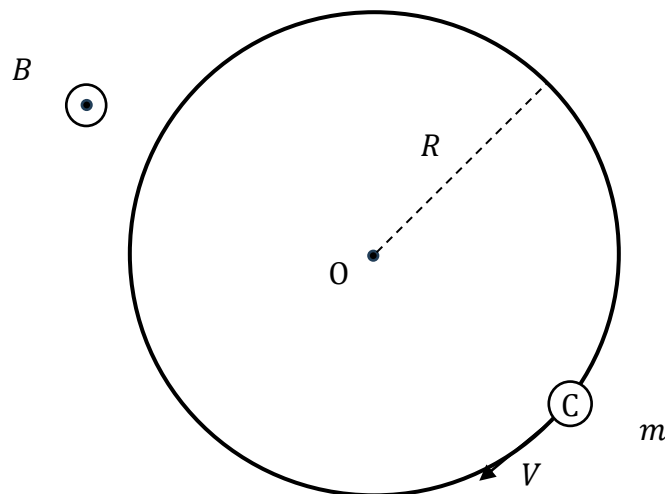
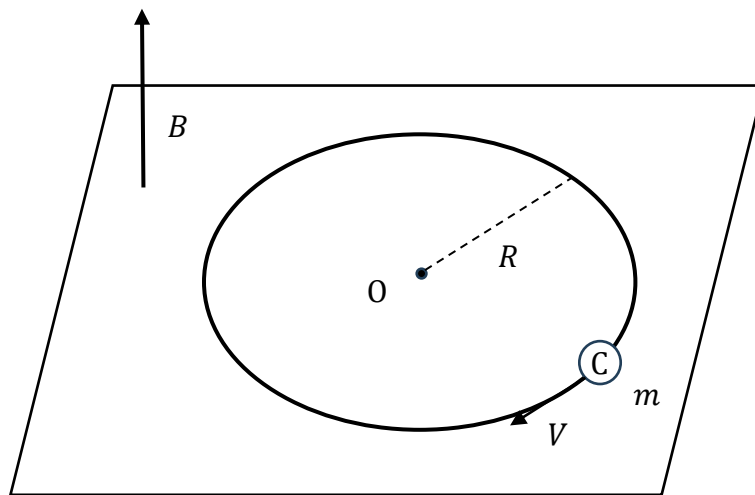


図3

強者の戦略

- (3) 図4は、図1の斜面台と図3の水平面上の円運動を組み合わせ、真上から見た図である。(1)の(c)の状態のように、斜面台と水平面の摩擦も、物体Aと斜面との摩擦も無視できる場合を考える。物体A(質量 m)を斜面上の高さ h の位置に静かに置くと、物体Aは斜面台(質量 M)からすべり落ちたのち、速さ v の水平運動をおこない、斜面台は反対の向きに一定の速さ u の水平運動をおこなった。タイミングをうまく調節した結果、斜面台からすべり出た物体Aが、速さ V で円運動中の物体C(質量 m)と点Pで正面衝突した。なお、磁場は、鉛直上向きに、十分範囲に様にかかっているものとする。以下、条件が異なる(a), (b)の場合について考える。

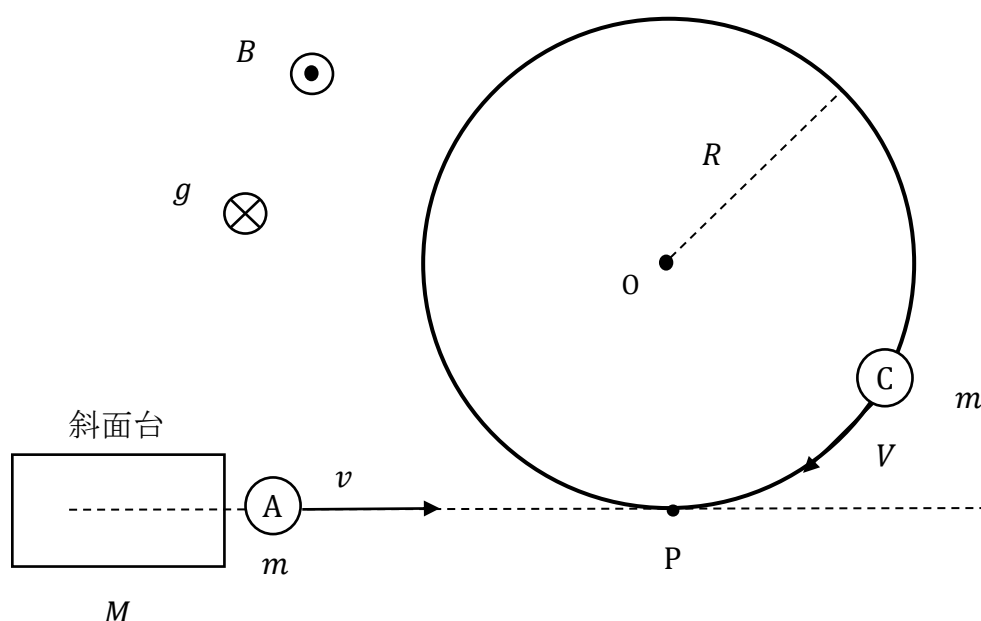


図4

- (a) 物体Aと物体Cが弾性衝突したのち、それぞれ、衝突直前と 180° 反対の向きにはねかえった場合を考える。衝突直後の物体Aの速さを w 、物体Cの速さを V_1 とする。なお、斜面台および物体Aの電荷は常に0であり、衝突過程で物体Cの電荷は変化しないものとする。この衝突ののち、物体Aは、左に進む斜面台(速さ u)に追いついて斜面を最大 H の高さまで登り、物体Cは半径 サ (R, V, V_1 で表すこと)の円運動をした。なお、物体Aは斜面台と接する際に、なめらかに登り、力学的エネルギーは保存され、また、物体Aは、斜面台を飛び越えないものとする。

強者の戦略

問2 衝突直後の物体Aの速さ w と物体Cの速さ V_1 を、それぞれ、衝突前の速さ v 、 V を用いて表せ。その導出過程も書くこと。

問3 物体Aが斜面を登る高さ H を、 m 、 M 、 g 、 u 、 w を用いて表せ。その導出過程も書くこと。

(b) 物体Aと物体Cが衝突後合体し物体Fとなった場合を考える。物体Fの大きさは無視できるものとする。このとき衝突直後の物体Fの速度は、右向きを正とすると シ となる。物体Fの運動エネルギーは、衝突直後の物体Aと物体Cの運動エネルギーの総和の ス 倍となる。つまり、衝突前の運動エネルギーと比較して、{セ: ①増加, ②保存, ③半分以上だが減少, ④半分より減少} する。

問4 解答用紙に図5を描き写し、 $v = \frac{3}{2}V$ の場合の、

真上から見た物体Fの軌道を図示し、運動の向きを矢印で示せ。なお、解答の際は、右の例（衝突前の物体Cの軌道の特徴を表した図）にならって、軌道の特徴がわかるように表すこと。

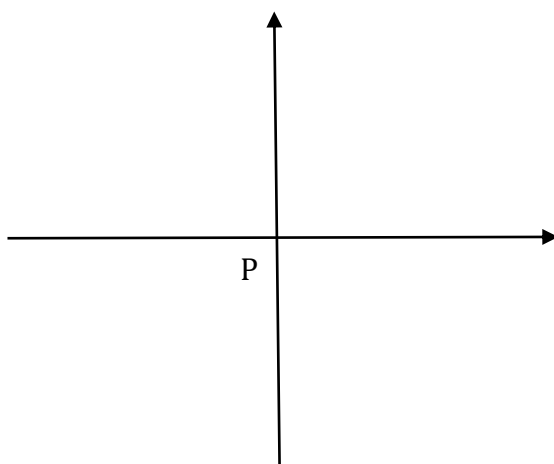
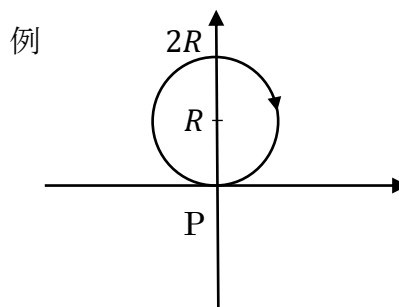


図5

強者の戦略

2026 年度 京大物理 第 1 問 [解答解説編]

【解答】

(1)

$$\boxed{\text{ア}} : -mg\sin^2\theta \quad \boxed{\text{イ}} : \frac{1}{\sin\theta} \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \boxed{\text{ウ}} : \sqrt{2gh}$$

$$\boxed{\text{エ}} : -\frac{m}{M} \quad \boxed{\text{オ}} : \sqrt{\frac{M}{m+M}2gh} \quad \boxed{\text{カ}} : -\frac{m}{M} \sqrt{\frac{M}{m+M}2gh}$$

問 1 物体 A が右側の斜面台の斜面上で最大の高さに到達したとき、床から見た物体 A, 斜面台の速度は一致するので、その床から見た物体 A, 斜面台の速度を共に水平方向に u とおく。

物体 A と斜面台の水平方向についての運動量保存

$$mv_2 + M \cdot 0 = mu + Mu$$

物体 A と斜面台の系全体での力学的エネルギー保存

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}M \cdot 0^2 + mg \cdot 0 = \frac{1}{2}mu^2 + \frac{1}{2}Mu^2 + mgh'$$

これらに $v_2 = \sqrt{\frac{M}{m+M}2gh}$ を代入して解くと

$$\begin{cases} u = \frac{m}{m+M} \sqrt{\frac{M}{m+M}2gh} \\ h' = \left(\frac{M}{m+M}\right)^2 h \end{cases}$$

(2)

$$\{ \text{キ} \} : \text{①} \quad \boxed{\text{ク}} : QVB \quad \boxed{\text{ケ}} : m \frac{V^2}{R} \quad \boxed{\text{コ}} : \frac{QBR}{m}$$

(3)

$$\boxed{\text{サ}} : \frac{V_1}{V} R \quad \boxed{\text{シ}} : \frac{1}{2}(v - V) \quad \boxed{\text{ス}} : \frac{(v - V)^2}{2(v^2 + V^2)} \quad \{ \text{セ} \} : \text{④}$$

強者の戦略

問2 運動量保存

$$mv + m(-V) = m(-w) + mV_1 \quad \therefore w - V_1 = V - v$$

反発係数の式（弾性衝突）

$$1 = -\frac{(-w) - V_1}{v - (-V)} \quad \therefore w + V_1 = v + V$$

これらより

$$\begin{cases} w = V \\ V_1 = v \end{cases}$$

問3 物体Aが斜面台の斜面上で最大の高さに到達したとき、床から見た物体A、斜面台の速度を共に水平方向に U とする。

物体Aと斜面台の水平方向についての運動量保存

$$m(-w) + M(-u) = mU + MU$$

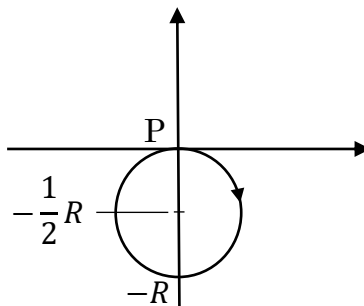
物体Aと斜面台の系全体での力学的エネルギー保存

$$\frac{1}{2}m(-w)^2 + \frac{1}{2}M(-u)^2 + mg \cdot 0 = \frac{1}{2}mU^2 + \frac{1}{2}MU^2 + mgH$$

これらより

$$\begin{cases} U = -\frac{mw + Mu}{m + M} \\ H = \frac{M(u - w)^2}{2(m + M)g} \end{cases}$$

問4



強者の戦略

【解説】

では、2026 年度の京都大学の第 1 問の解説です。

(1)

- (a) 内容は簡単ですが、珍しい誘導で少し戸惑った人がいたかもしれません。斜面台上の物体の運動を斜面に沿った方向ではなく鉛直方向の等加速度運動で考えるような誘導になっています。

物体 A と斜面がおよぼしあう垂直抗力の大きさを N とすると、物体 A にかかる合力の鉛直方向成分 F は、上向きを正として

$$F = N \cos \theta - mg$$

となります。斜面に垂直な方向の力のつりあいを考えると

$$N = mg \cos \theta$$

となるので

$$F = (mg \cos \theta) \cos \theta - mg = -mg(1 - \cos^2 \theta) = -mg \sin^2 \theta$$

です。物体 A の鉛直方向の加速度を下向きを正として a とすると、運動方程式は

$$ma = mg \sin^2 \theta \quad \therefore a = g \sin^2 \theta \text{ (一定)}$$

となります。物体 A が斜面に置かれてから床に到達するまでの時間を T とします。物体 A についての鉛直方向の等加速度運動の式を考えると

$$h = 0 \cdot T + \frac{1}{2}(g \sin^2 \theta)T^2 \quad \therefore T = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

となります。もちろん斜面に沿った方向（加速度 $g \sin \theta$ ，距離 $\frac{h}{\sin \theta}$ ）について等加速度運動の式を立てても同じ答えが得られます。多くの人がそのように考えたのではないかと思います。物体 A にかかる合力の鉛直方向成分が問われていることから、出題者は物体 A についての鉛直方向の等加速度運動から考えるように誘導したと思われます。水平面に移動したあとの物体 A の速さ v_0 については、物体 A についての力学的エネルギー保存の式を考えると

$$\frac{1}{2}m \cdot 0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 + mg \cdot 0 \quad \therefore v_0 = \sqrt{2gh}$$

となります。やはり斜面に沿った方向について等加速度運動の式を立てても同じ答えが得られます。

強者の戦略

- (b) 斜面台が床に固定されておらず、物体 A と斜面に一定の動摩擦力がはたらく場合、物体 A と斜面に働く力の水平成分は、物体 A と斜面が及ぼしあう垂直抗力と動摩擦力の水平成分のみでいずれも逆向きで同じ大きさ（作用・反作用）となります。よって、物体 A と斜面台の水平方向について運動量保存が成立し

$$m \cdot 0 + M \cdot 0 = mv_1 + Mu_1 \quad \therefore u_1 = -\frac{m}{M}v_1$$

となります。文章の最後に「斜面台と床の摩擦は無視できるものとする」とありますが、もし斜面台と床の摩擦が無視できない場合は、この摩擦力が斜面台のみに働き、物体 A には働かないことから、物体 A と斜面に働く力の水平成分が逆向きで同じ大きさ（作用・反作用）のもののみではなくなり、物体 A と斜面台の水平方向について運動量保存は成立しません。そして、京大の頻出内容である「重心運動」について、「運動量保存が成立する→重心速度一定である」、「運動量保存が成立しない→重心速度一定ではない」ということも確認しておきましょう。

- (c) 物体 A が床の上で水平運動をおこなうとき（物体 A が斜面台から離れたあと）の物体 A、斜面台の水平運動の速度をそれぞれ v_2 、 u_2 とします。斜面台と床の摩擦が無視できるので、(b)と同様に、物体 A と斜面台の水平方向について運動量保存が成立し

$$m \cdot 0 + M \cdot 0 = mv_2 + Mu_2$$

となります。また、物体 A と斜面との摩擦が無視できるので、物体 A と斜面台の系全体で力学的エネルギー保存が成立し

$$\frac{1}{2}m \cdot 0^2 + \frac{1}{2}M \cdot 0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}Mu_2^2 + mg \cdot 0$$

となり、これらを $v_2 > 0$ 、 $u_2 < 0$ に注意して解くと

$$\begin{cases} v_2 = \sqrt{\frac{M}{m+M}2gh} \\ u_2 = -\frac{m}{M}\sqrt{\frac{M}{m+M}2gh} \end{cases}$$

となります。ちなみに、(b)のような物体 A と斜面との摩擦が無視できない場合は、物体 A と斜面台の系全体で力学的エネルギー保存は成立せず

(物体 A と斜面台の系全体の力学的エネルギー変化)=(相対変位分の摩擦力の仕事)という形でエネルギーの原理を用いて解きます。ここで、「相対変位分の摩擦力の仕事」というのは要するに「斜面上の物体 A の変位分の摩擦力の仕事」ということです。このエネルギーの原理の導出は、運動方程式と束縛条件を用いてできますが、やや面倒です。斜面に摩擦がある場合の斜面上の物体と斜面台のエネルギーの原理を用いる問題の出題例として 1999 年の東京工業大学の前期の問題が挙げられますが、あまり多くはありません。

強者の戦略

問1 物体Aが右側の斜面台の斜面上で最大の高さに到達したとき、斜面台から見た物体Aの相対速度は0になり、床から見た物体A、斜面台の速度は一致します。斜面台が水平方向にのみ運動することから、その床から見た物体A、斜面台の速度を共に水平方向にuとします。(1)(c)と同様にして、物体Aと斜面台の水平方向について運動量保存、物体Aと斜面台の系全体で力学的エネルギー保存が成立します。物体Aと斜面台の水平方向について運動量保存は

$$mv_2 + M \cdot 0 = mu + Mu$$

となり、物体Aと斜面台の系全体で力学的エネルギー保存は

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}M \cdot 0^2 + mg \cdot 0 = \frac{1}{2}mu^2 + \frac{1}{2}Mu^2 + mgh'$$

となります。これらに $v_2 = \sqrt{\frac{M}{m+M}2gh}$ を代入して解くと

$$\begin{cases} u = \frac{m}{m+M} \sqrt{\frac{M}{m+M}2gh} \\ h' = \left(\frac{M}{m+M}\right)^2 h \end{cases}$$

となります。

(2) まず、物体Cの電荷Qの正負については、図3の下の方のように物体Cは上から見て時計回りに円運動をしていることとフレミング左手の法則より、「正」となることがわかります(→①)。この後は問題文の流れに沿って解答すると以下の通りになります。物体Cの速さをVとすると、物体Cが磁場から受ける力の大きさはQVBであり、これが向心力の大きさ $m\frac{V^2}{R}$ に一致することから

$$m\frac{V^2}{R} = QVB \quad \therefore V = \frac{QBR}{m} \dots \textcircled{1}$$

となります。個人的には「向心力は円の中心方向の力の成分」として円の中心方向の運動方程式を立てる方が好きなので、その流れで解答してみます。向心力は物体Cが磁場から受ける力QVBとなり、円の中心方向の運動方程式より

$$m\frac{V^2}{R} = QVB \quad \therefore V = \frac{QBR}{m} \dots \textcircled{1}$$

となります。もちろん同じ答えになります。

強者の戦略

(3)

(a) 物体 A と物体 C が弾性衝突したのちの物体 C の円運動の半径を R_1 とします。(2)の①の関係式より

$$V_1 = \frac{QBR_1}{m} \dots \textcircled{2}$$

となるので、② ÷ ① より

$$\frac{V_1}{V} = \frac{R_1}{R} \quad \therefore R_1 = \frac{V_1}{V} R$$

となります。

問 2 同一質量の弾性衝突なので「速度交換」となりますが、導出過程を書く必要があります。まずは運動量保存の式を立てると

$$mv + m(-V) = m(-w) + mV_1 \quad \therefore w - V_1 = V - v$$

となり、次にこの衝突が弾性衝突であることから反発係数の式を立てると

$$1 = -\frac{(-w) - V_1}{v - (-V)} \quad \therefore w + V_1 = v + V$$

となります。これらより

$$\begin{cases} w = V \\ V_1 = v \end{cases}$$

となります。

問 3 問 1 と同様にして求めることができます。物体 A が斜面台の斜面上で最大の高さに到達したとき、床から見た物体 A、斜面台の速度を共に水平方向に U とします。物体 A と斜面台の水平方向について運動量保存は

$$m(-w) + M(-u) = mU + MU$$

となり、物体 A と斜面台の系全体で力学的エネルギー保存は

$$\frac{1}{2}m(-w)^2 + \frac{1}{2}M(-u)^2 + mg \cdot 0 = \frac{1}{2}mU^2 + \frac{1}{2}MU^2 + mgH$$

となります。これらより

$$\begin{cases} U = -\frac{mw + Mu}{m + M} \\ H = \frac{M(u - w)^2}{2(m + M)g} \end{cases}$$

となります。

強者の戦略

(b) 衝突直後の物体 F の速度を右向きを正として V' とします。運動量保存の式を立てると

$$mv + m(-V) = 2mV' \quad \therefore V' = \frac{1}{2}(v - V)$$

となります。これより物体 F の運動エネルギー K ，衝突直後の物体 A と物体 C の運動エネルギーの総和 K' は

$$\begin{cases} K = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}m(v^2 + V^2) \\ K' = \frac{1}{2}(2m)V'^2 = \frac{1}{4}m(v - V)^2 \end{cases}$$

となるので

$$\frac{K'}{K} = \frac{(v - V)^2}{2(v^2 + V^2)}$$

です。この式を変形すると

$$\frac{K'}{K} = \frac{v^2 + V^2 - 2vV}{2(v^2 + V^2)} = \frac{1}{2} - \frac{vV}{v^2 + V^2}$$

となりますが、 $v > 0$ ， $V > 0$ より

$$\frac{K'}{K} < \frac{1}{2}$$

となって、物体 F の運動エネルギーは衝突前の運動エネルギーと比較して半分より減少することがわかります（→④）。

問 4 $v = \frac{3}{2}V$ の場合、(3)(b) より、物体 F の速度は

$$V' = \frac{1}{2}(v - V) = \frac{1}{2}\left(\frac{3}{2}V - V\right) = \frac{1}{4}V$$

となります。そして、 $v = \frac{3}{2}V$ の場合の物体 F の円運動の半径を R' とすると、(2)の①の関係式より

$$V' = \frac{QBR'}{2m} \dots \textcircled{3}$$

となるので、③ ÷ ① より

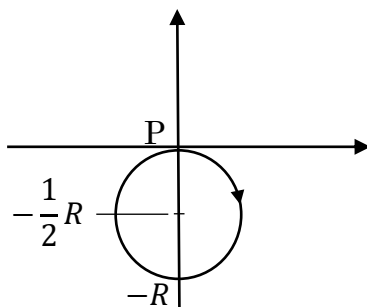
$$\frac{V'}{V} = \frac{1}{2} \frac{R'}{R} \quad \therefore R' = \frac{2V'}{V} R$$

となります。これらより V' を消去すると

$$R' = \frac{1}{2}R$$

強者の戦略

であることがわかります。あとは物体 F の速度の向きが反対になることも考慮すると、真上から見た物体 F の軌道を図示すると以下の通りになります。



問題の解説は以上になります。いかがでしょうか。前半の「物体と斜面台の運動」と後半の「磁場中の荷電粒子の運動」のそれぞれは典型的ですが、これらを組み合わせたところが目新しいですね。ただ、組み合わせは目新しいですが、京大物理らしい目新しさとは違った印象です。何か問題作成の基になる現象や実験のようなものがあるのか、それともいつもの分量を保つために組み合わせただけなのか。謎です笑。本当は最後に背景の話をしたいところなのですが、今回は正直よく分かりません…。

そのかわりという訳ではありませんが、昨年、解答解説を書いた 2025 年の京大物理について、その時に書ききれなかったことや書いた後に分かったことがあるので、少しだけコメントします。第 2 問の電磁気のソレノイドについての問題です。まずは書ききれなかったことについて。この問題はソレノイドを用いて磁場について考察した問題ですが、類似内容でコンデンサーを用いて電場について考察した問題があります。2004 年の京大後期の第 2 問です。研伸館の「高 3 東大京大特選物理」, 「高 3 京大阪大・医学部物理」のテキストにはこの問題を掲載しています（後期の問題なので、手に入れるのは難しいかもしれませんが）。そして、書いた後に分かったことですが、この問題は

「マクスウェルの応力テンソル (Maxwell stress tensor)」を背景とした問題です。中野先生からご指摘をいただきました。「マクスウェルの応力テンソル」には $\frac{1}{2}\epsilon E^2$, $\frac{1}{2\mu}B^2$

となる項が現れるのですが、実際、2004 年京大後期第 2 問には $\frac{1}{2}\epsilon E^2$, 2025 年京大前

期第 2 問には $\frac{1}{2\mu}B^2$ が答えの一つとして現れています。これ以上説明すると、長くなり

ますし、大学レベルの内容になりますので、今回はやめておきます。気になる人は、是非大学に入ってから勉強してみてください！

それでは、次回は 2026 年の京大第 2 問の解説でお会いしましょう。