

進研ゼミ 東大特講 \sqrt{K} 進研ゼミ 京大特講 \sqrt{K}

<http://tk.benesse.co.jp>

京大特講 \sqrt{K} 紹介

京大入試での合格ライン突破に向けた3か月完成集中講座。
京大入試ならではの問題の正しい「解法ルート」が身につく、今までになかった京大合格の確実がある。

開始月自由 3か月完成 1講座から



「現象簡約」で攻略する京大物理

【受講期間】

3か月(3回)完成・毎月添削課題つき

【受講費】

15,000円(3回分一括払い・消費税込)

【お届け教材】

1巻:テキストB5版約114P、解答解説約23P

2巻:テキストB5版約110P、解答解説約30P

3巻:テキストB5版約110P、解答解説約30P

添削課題：3回

※各月(各回)テキスト1冊、添削課題1回をお届け。

【制作チーム】

四天王寺中・高等学校 川内 正先生

広島大学附属福山高等学校 山下 雅文先生

大阪教育大学附属高等学校池田校舎 筒井 和幸先生

帝塚山中・高等学校 堀内 直代先生 ほか

※所属は2008年4月現在

一見ただけでは捉えにくい複雑な物理現象を読み解き、既知の現象や解法に落とし込む力を3か月(3回)で身につける。

京大物理は、穴埋め形式で思考誘導させる出題形式。問題文が長く、与えられる設定や条件が多く複雑なため、物理現象をイメージしづらい。このような問題を解くのに必要なのが、複雑な物理現象を読み解き、既知の現象や解法に落とし込むという「現象簡約」の攻略法である。そうすることで、適用すべき物理法則が明らかになり、初めて見た問題でも正答にたどりつくことができる。この「現象簡約」の手法を学び、徹底してトレーニングすることで京大物理を攻略していく。

特長

●確実に「現象簡約」できるようになるための“5つの視点”を伝授・練成

複雑な物理現象を既知の現象や解法に落とし込む「現象簡約」のためには“5つの視点”が有効である。これらの(例えば「原因と結果の因果関係を探る」などの)視点をを用いて、現象がなぜ起こるのかを探ることにより、複雑でイメージしにくい現象を、既知の現象にひきつけて捉える＝「現象簡約」することができる。つまり、京大物理の問題を解ける人が無意識に行っていることを「視点」として講義で顕在化させ、難解な問題の突破口として使いこなせるまでに繰り返し訓練していく。

●「視点」を多角的・多面的に演習できる問題を厳選

「視点」は、特定の分野や問題に1対1対応したものではない。また、ある問題を解くのに用いることができる「視点」は1つとは限らない。このような「視点」を自在に使えるようにするには、問題演習を通して帰納法的に学ぶしかない。京大特講では、1題の中に習得すべきテーマ内容、問題を難解にする要素を多数含む問題を厳選し、多量の問題をこなさずとも効率よく「視点」の用い方を体得し「現象簡約」できるようにしている。

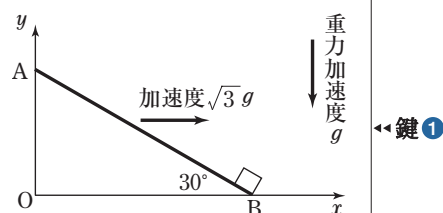
第2章 慣性力，相対運動，座標系

視点演習 1

視点演習で，複雑な現象を簡約化するための視点を学んでいこう。

以下の文章の①～⑤の空欄にはいる数式を答えよ。

水平な地面から 30° 傾けた長さ L の板 AB の下端に，大きさの無視できる質量 M の物体が静止している。いま，傾きを保ったまま，重力加速度 g の $\sqrt{3}$ 倍の一定加速度で板が水平右向きに動き始めた。静止状態のときに上端 A から地面に降ろした垂線の足を原点 O とし，水平右向きに x 軸，垂直上向きに y 軸をとる。板と物体との間に摩擦はないものとする。



板の上端 A を飛び出した物体が地面に落下する位置を求めたい。板が動き始めてから物体が板の上端 A に達するまでの時間は①であり，このときの上端 A と原点 O との水平距離は②である。物体が上端 A を飛び出すときの速度ベクトルを x , y 成分表示すると③となる。物体が，上端 A を飛び出して地面に落下するまでの時間は④であるから，物体は原点 O から⑤離れた地点に落下することがわかる。

原本は「原点 O」ではなく，「原点 o」
(2005 慶應大 医)

考え方の鍵

鍵①②▶▶ 板は一定の加速度で動いている。この板の上に観測者がいると考えてみよう。その場合，物体にはどのような力がはたらいているだろうか。

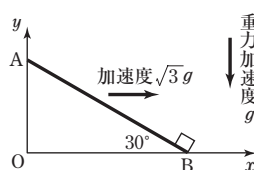
鍵③▶▶ 上端 A を飛び出した後は，物体には重力しかはたらかない。

・ 解説講義 ・

PART 1

問題文

水平な地面から 30° 傾けた長さ L の板 AB の下端に、大きさの無視できる質量 M の物体が静止している。いま、傾きを保ったまま、重力加速度 g の $\sqrt{3}$ 倍の一定加速度で板が水平右向きに動き始めた。静止状態のときに上端 A から地面に降ろした垂線の足を原点 O とし、水平右向きに x 軸、垂直上向きに y 軸をとる。板と物体との間に摩擦はないものとする。



板の上端 A を飛び出した物体が地面に落下する位置を求めたい。板が動き始めてから物体が板の上端 A に達するまでの時間は ① であり、このときの上端 A と原点 O との水平距離は ② である。

解釈

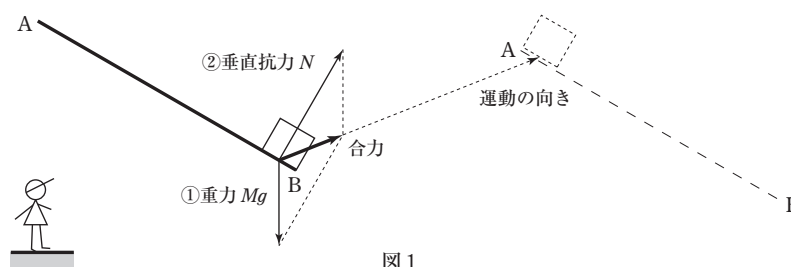
視点1 原因と結果の因果関係を探る より、物体の運動の原因となる力は、重力と板からの垂直抗力となる。このとき、物体は板の上を運動するという束縛を受ける。この条件から、物体の運動はどのようになるだろうか。**視点3** 観測者の立場を工夫する で具体的に運動を考察しよう。

現象簡約のための

視点3

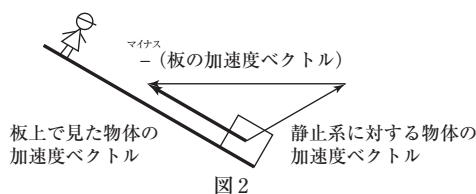
観測者の立場を工夫する

視点1 原因と結果の因果関係を探る にしたがって物体にはたらく力を分析すると①重力、②板からの垂直抗力 となる。この2力を受けて物体は斜面を上るのだが、静止した観測者がこの運動を見た場合について、図1に示す。



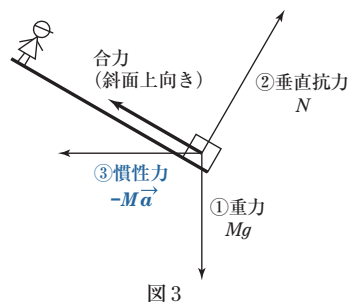
垂直抗力が、鉛直より右に傾いてはたらくので物体は必ず水平方向正の向きに運動している点に注意しよう。このように物体は 2 力の合力の向きに等加速度直線運動をすることになる。しかし、実際には物体は板の上を動くので、板上の観測者の立場で運動を考えることで現象簡約できることを見ていこう。

ここで、「板の上を運動する」という束縛条件は、「板の上の観測者」から見ると「角度 30° の斜面を上っている」と見なすことができる。これは、相対加速度の考え方を導入し、図 2



のように加速度ベクトルの合成が角度 30° の斜面上向きとなっていると考える。このように非慣性系から運動を見て、束縛条件をうまく使うことでも運動を考察することができる。

しかし、この問題では、さらに図 3 のように考えることが有効である。板の加速度を \vec{a} とすると、板上の観測者から見た物体の運動が、物体に①重力、②垂直抗力に加えて③慣性力 $-M\vec{a}$ が加わったものになるという慣性力の考え方をすると運動をイメージしやすくなり、 30° 傾いた斜面を上る物体の運動に落とし込むことができる。このように慣性力の考え方を取り入れることで、板上の観測者から見た斜面上向きの物体の運動を記述することができる。この慣性力の考え方は図 2 の加速度の関係性を力に置き換えたものであり、この慣性力は観測者の運動に伴って考慮した「見かけ上の力」なので、「 $\bigcirc\bigcirc$ から受ける力」と表現することはできず、反作用の関係となる力もない。



P.14でこの視点については詳しく学ぶ →

構築

板上の観測者から物体を見ると、物体には図 1 のように重力、垂直抗力に加えて、慣性力がはたらき、斜面上方へ運動するように見える。ここで、物体の加速度を斜面上向きに α とすると、物体の運動方程式は以下の式で示される。

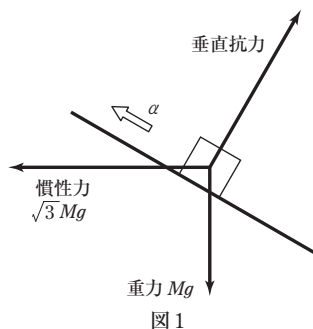
$$M\alpha = \sqrt{3} Mg \cos 30^\circ - Mg \sin 30^\circ$$

よって、 $\alpha = g$

また、物体が斜面を上端 A まで L の距離を上る時間を t_1 とすると、等加速度直線運動の式より、

$$L = \frac{1}{2} g t_1^2$$

よって、 $t_1 = \sqrt{\frac{2L}{g}}$ …(答①)



・ 視点応用講義 ・

現象簡約のための

視点3

観測者の立場を工夫する

この章の問題のように加速度運動をする斜面上の物体の運動は、慣性力を考慮して斜面方向の加速度を求め考察した。一方、この慣性力は見かけ上の力なので、静止系で考えるときには考慮しないで運動を記述できるはずだ。列車内で投げ上げられた物体の運動を例に、静止系（慣性系）と加速度運動する観測者（非慣性系）から見た運動をそれぞれ対比させて考察してみよう。

直線運動をしている列車の中で質量 m の物体を初速度 v_0 で投げ上げる運動を考察しよう。

①列車が速度 V で等速直線運動をしているとき

地面にいる人から見ると(図1)

ボールは前方へ斜方投射したように見える。列車も前方へ移動するので、落下点は、移動した列車の中のボールを投げ上げた位置。

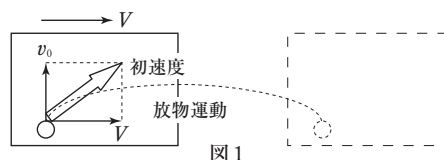


図1

列車の中にいる人から見ると(図2)

列車が等速直線運動なので、慣性力は0。列車が静止しているときと全く同じ初速度 v_0 での鉛直投げ上げ運動である。



図2

②列車が加速度 a で減速しているとき

地面にいる人から見ると(図3)

列車が V の速度のときに投げ上げられたので列車の外にいる人から見たボールの運動は、①の図1と同じ。ただし、列車は減速しているので、①の距離は進めない。そのため、ボールは列車の前方に着地する。

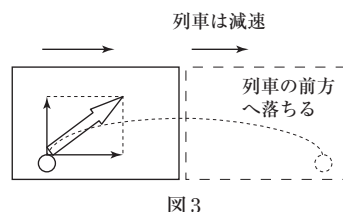


図3

列車の中にいる人から見ると(図4)

ボールには重力以外に前方に向かう ma の慣性力がはたらき、この合力による運動を行う。ここで、合力の方向に y 軸、それに垂直に x 軸をとると、図4の y 軸の方向に、重力加速度の大きさが $\sqrt{g^2+a^2}$ になった空間ができており、その中を物体が放物運動するとして考察することができる。

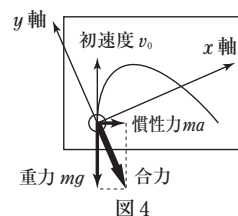


図4

このように、慣性力を考えても考えなくても考察することはできるが、非慣性系で慣性力を考え、見かけの重力などを考慮して考察の方が、運動をイメージしやすい場合が多い。いろいろな運動での慣性力の考え方をマスターしよう。