

6：運動方程式と力のつり合い

○原則

①力のつり合いの式、運動方程式などは、基本的に1つの物体ごとに立てる。

*しかし、複数の物体が同時に動いていたり（加速度、速度がすべて同じ）、複数の物体が全く動かずにいるときは、それらの物体をまとめて式を立てられる。

②物理においてどのようなグラフとなるか選ばせる問題では、数式的に解かず、状況をイメージして解く。

○解答の方針

I

・問1では、解説のように解くこともできますが、式を3つ立てるので面倒です。A, B はどちらも動いていないので原則①*を使うと、立てるべき式は2つに減り、A, B 間に働く垂直効力を考える必要もなくなるのでより簡単に解けます。

・問3は、物体Bがx方向には力を受けないのでy方向の速度しか発生せず、 $v =$ （物体Aのy方向の速度）であることに気づきましょう。

II

・問4もAとBは一体となって動く場合を考えるので、原則①*を使います。

斜面に平行な方向で運動方程式を立てると、斜面から物体にはたらく垂直抗力を考えなくてよくなります。

・問6はBの運動の様子を選ぶ問題ですが、数式を立てて解こうとするのは極めて困難です。

解説のように、x、y軸方向でそれぞれどのような運動をするのかを考えて解きます。

7：運動方程式と慣性力

○原則

①複数の物体に対して外力が働かない時は、運動量保存則を使う。

②力が働いた物体に対してはエネルギー保存則がなりたたない。

○解答の方針

II

・問5では小物体と三角台が一体となって運動していますが、このような状況になる前は、水平方向の外からの力は働いていません。このときは原則①を使って、水平方向の運動量保存則の式を立てます。

このとき、物体には重力という外力が働いているので、鉛直方向の運動量は保存しません。

また、2物体には互いに摩擦力が働いていますが、これは外力ではなく、2物体が及ぼしあう内力です。

・問6では、問5で求めた速さを用いて求めます。

運動量保存則は、外力が働かなければ成り立っていましたが、原則②よりエネルギー保存則は、外力、内力ともに働かない場合にのみ成り立ちます。この2式の区別をしっかりとしましょう。

8：放物運動

○原則

①物体の運動の時には、計算しやすい方向に分解して考える。

②放物運動において、もっとも遠くまで投げられるのは、水平面と45度をなす方向に投げたときである。

○解答の方針

I.

・この問題では、原則①を使い、運動を x, y 方向に分けて考えます。ここではもともと x, y 方向に分けて考えるように誘導がありますが、誘導がない場合にもこのように考えると計算しやすくなることが多いです。

また、斜面上の運動では、斜面に平行、垂直な方向に運動を分解すると良い場合が多いので、問題ごとにどの方向だと計算が簡単になるかを常に考えましょう。

・(3)は解説のように計算してももちろん求められますが、原則②は覚えておいても損はありません。頻出の問題です。

9：斜面上での放物運動

○原則

①非弾性衝突をした後は、衝突面に垂直な方向の速度が変わる。衝突面に平行な速度は衝突前後で変化することはない。

②物体の運動の時には、計算しやすい方向に分解して考える。

③反発係数 e の壁や床と物体が衝突するとき、衝突面と垂直な方向の衝突後の速度は、衝突前の e 倍になり、最高到達点は衝突前の e^2 倍になる。

④物体を斜めに投げたとき、物体は放物線を描いて運動する。

⑤等加速度運動のとき、 $v-t$ グラフは直線になる。

←(加速度) = $\frac{(\text{速度})}{(\text{時間})}$ なので、加速度は $v-t$ グラフの傾きになります。

○解答の原則

・問2(1)では、非弾性衝突をした後の速度を求めるので、原則①を使います。質点は衝突面に対して斜めに進んでくるので、 x, y 軸方向に分解してから速度を求めます。

・斜面に平行、垂直な方向に分けて考えると、質点は斜面から離れることはないので、鉛直投げ上げと同じように考えることができます。すると、問2 (2) なども等加速度運動の公式に当てはめて解けばよいことになります。

・n回目など、具体的でない事象を考えるとときには、原則③を用いて数学の数列のように解きます。

原則③は覚える必要はありません。

壁や床など固定されたものと物体との衝突では、問2 (1) より反発係数の定義 $e = \left| \frac{v_{y1}'}{v_{y1}} \right|$ だから、衝突後の速度は衝突前の速度の e 倍であることが自然と分かります。これは、公比 e の等比数列になり、n回目の速度なども求められます。

・問2 (4) のグラフの書き方について

この問題では途中までグラフが書いてあるので、グラフがどのような形になるのか考えなくてすみましたが、初めからグラフを描くときにはどのような形になるのかまで考えます。

図3は、原則④を使って放物線のグラフになります。

質点が斜面上を転がっているとき、質点の x 軸方向の速さは変わりません。よって図4の横軸は、 x 軸方向の原点からの距離であると同時に時間 t を表した軸であるともいえます。(v_y - x グラフは、 v_y - t グラフでもあるということです。)

この問題は等加速度直線運動なので、図3は原則⑤を使って直線のグラフになります。

10 : 放物運動と非弾性衝突

○原則

①非弾性衝突をした後は、衝突面に垂直な方向の速度が変わる。衝突面に平行な速度は衝突前後で変化することはない。

②固定されたものと物体との衝突では、物体の速度や最高到達点、衝突までの時間は衝突前後で比例関係にある。

○解答の方針

・問2では原則①に基づいて、直線 AC に平行な方向と垂直な方向に分解して、衝突後の速さを求めます。

その後に、 u_0, v_0 を求めるために x, y 軸方向にそれぞれ分解します。

速度を2回分解しなければならないので、混乱しないように状況をよく考えましょう。

・問3では原則②に基づいて解きます。9 : 斜面上での放物運動 の原則③と同じ考えです。

・ $t=0$ でボールが点 C を通り過ぎた後、しばらくボールは点 C の右側にいます。次に点 C を通り過ぎて点 C の左側に行くと、その後は点 C を通ることはありません。この事実を使って問5の式を導きます。