

41 仕事とエネルギー

中1 中2 中3

イントロダクション

- ◆ **仕事の原理** → 道具を使っても使わなくても仕事の大きさは変わらないよ。
- ◆ **力学的エネルギー** → 力学的エネルギーは一定に保たれることがあるよ。
- ◆ **エネルギー変換** → 具体例を使って、何エネルギーから何エネルギーに変換されたのかを答えられるようにしよう。

仕事

理科では、**物体に力を加えてその力の向きに動かしたときに、その力は物体に「仕事」をしたというんだ。**

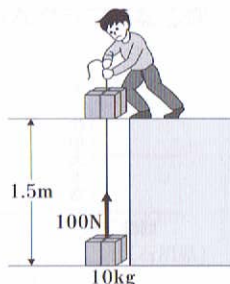
仕事の大きさは、力の大きさと動かした距離の積で求められて、単位はJ(ジュール)になるんだ。単位は電力量や熱量と同じということだね。

$$\text{仕事(J)} = \text{力の大きさ(N)} \times \text{動かした距離(m)}$$

ここでのポイントは、「物体に力を加えてその力の向きに動かしたとき」ということ。だから、力の向きに物体が動いていない場合は仕事をしたことにな



らないんだ。例えば、「持ち上げたままじっとしている」、「力を加えても動かない」、「物体を持ったまま水平に動いた(力の向きと動かした向きが垂直)」などは、仕事をしたことにはならないよ。



【重力に逆らってする仕事】

$$\text{仕事} = \text{重力の大きさ} \times \text{持ち上げた高さ}$$

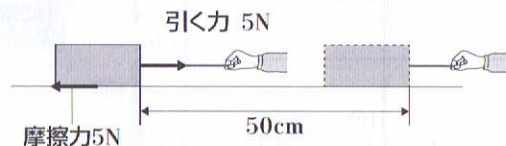
右の図のように、質量10kgの物体を1.5mの高さまで持ち上げるとき、物体にはたらく重力に逆らって仕事をしているよね。質量100gの物体に

はたらく重力を1Nとすると、質量10kgの物体にはたらく重力は100Nとなる。だから、このときの仕事は、 $100\text{N} \times 1.5\text{m} = 150\text{J}$ となるんだ。

【摩擦に逆らってする仕事】

$$\text{仕事(J)} = \text{摩擦力の大きさ(N)} \times \text{水平に引いた距離(m)}$$

右の図のように、摩擦のある水平面にある物体に、はたらく摩擦力とつり合う力を加え続けて、50cm動かしたときの仕事を考える。このときは、摩擦力の大きさと引く力の大きさは等しくなる。だから、このときの仕事は、 $5\text{N} \times 0.5\text{m} = 2.5\text{J}$ となるんだ。

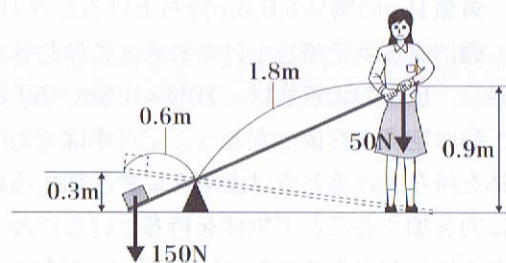


仕事の原理

てこや動滑車などの道具を使って物体を持ち上げると、使わないときと比べて楽に持ち上げることができるんだ。ただ、道具を使っても使わなくても仕事の量は変わらないんだ。これを**仕事の原理**と呼んでいるよ。

【てこを使ったときの仕事】

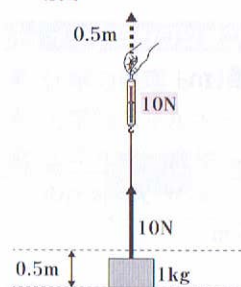
右の図のように、重力150Nの物体をてこを使って動かしたときの仕事を考えよう。このときは、支点から力点までの距離と支点から作用点までの距離の比が3:1になっているよね。だから、重力の $\frac{1}{3}$ の50Nで押せばいいんだ。ただ、そのときにてこを押す距離は、持ち上がる距離の3倍の0.9mになるんだ。



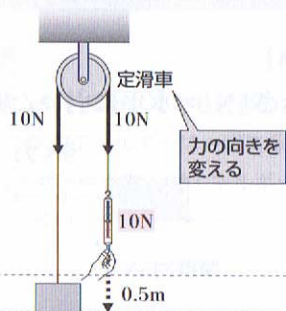
このときの仕事を求めると、 $50\text{N} \times 0.9\text{m} = 45\text{J}$ となるんだ。一方で、この物体を道具を使わずに0.3m持ち上げたとき、そのときの仕事は、 $150\text{N} \times 0.3\text{m} = 45\text{J}$ となる。てこを使っても使わなくても仕事は45Jとなるよね。これが仕事の原理だよ。

【滑車を使ったときの仕事】

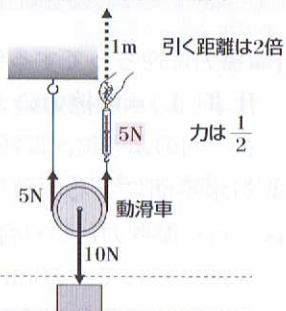
①直接手で持ち上げた場合



②定滑車を使った場合



③動滑車を使った場合



滑車を使った問題はよく出題されるから、しっかり学習していこう。
滑車には**定滑車**と**動滑車**があって、それぞれ役割が異なるんだ。

定滑車：力の向きを変えられるが、

力の大きさは変えられない。固定されている。

動滑車：力の大きさは $\frac{1}{2}$ になるが、引く距離が2倍になる。

固定されていない。

ポイント
整理

質量1kgの物体を0.5m持ち上げるときの仕事について考えていこう。

①は直接手で持ち上げたとき。このとき、物体にはたらく重力は10Nだから、仕事の大きさは、 $10\text{N} \times 0.5\text{m} = 5\text{J}$ となる。

②は定滑車を使ったとき。定滑車は、力の向きを変えるもの。通常、物体を持ち上げるときは上向きに力を加えるけれど、定滑車を使うと下向きに力を加えることで物体を持ち上げることができるんだ。このときは、下向きに10Nの力で0.5mひもを引く。だから、仕事の大きさは、 $10\text{N} \times 0.5\text{m} = 5\text{J}$ となる。つまり、①と同じ式になる。

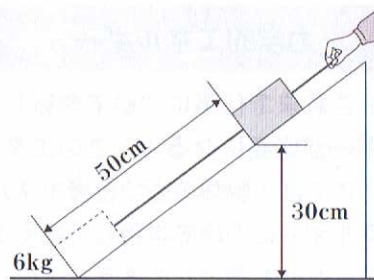
③は動滑車を使ったとき。動滑車を1つ使うと力の大きさは $\frac{1}{2}$ になるので、5Nの力で物体を持ち上げることができる。ただ、ひもを引く距離は通常の2倍になるので、ひもを1m引くと物体は0.5m持ち上がるんだ。このときの仕事は、 $5\text{N} \times 1\text{m} = 5\text{J}$ となる。

ここでも、どれも5Jの仕事をしているので、仕事の原理が成り立っているね。

【斜面を使ったときの仕事】

次は、斜面に沿って物体を引き上げたときの仕事を考えていこう。

図のように質量6kgの物体を斜面に沿って50cm引き上げるときは、物体にはたらく重力の斜面に平行な分力の大きさで物体を引き上げるんだよ。



このときは、何Nの力で引き上げればいんでしょう？

引き上げる力の大きさは、次の式で求められるんだ。

$$\text{斜面に沿って引く力(N)} = \text{重力(N)} \times \frac{\text{高さ}}{\text{斜辺}}$$

だから、この場合は $60\text{N} \times \frac{30}{50} = 36\text{N}$ となるんだ。

この力で50cm引き上げるから、このときの仕事の大きさは、 $36\text{N} \times 0.5\text{m} = 18\text{J}$ となるんだ。もちろん、この場合も仕事の原理が成り立つんだ。

仕事率

1秒間にする仕事の大きさを**仕事率**（しごとりつ）^{しごとりつ}といって、単位は**W(ワット)**を使うんだ。1秒間に1Jの仕事をしたときの仕事率が1Wだよ。

$$\text{仕事率(W)} = \frac{\text{仕事の大きさ(J)}}{\text{かかった時間(s)}}$$

重力40Nの物体を3m持ち上げるのに10秒かかったとすると、そのときの仕事は

$$40\text{N} \times 3\text{m} = 120\text{J}$$

だから、仕事率は $120\text{J} \div 10\text{s} = 12\text{W}$ となるんだ。

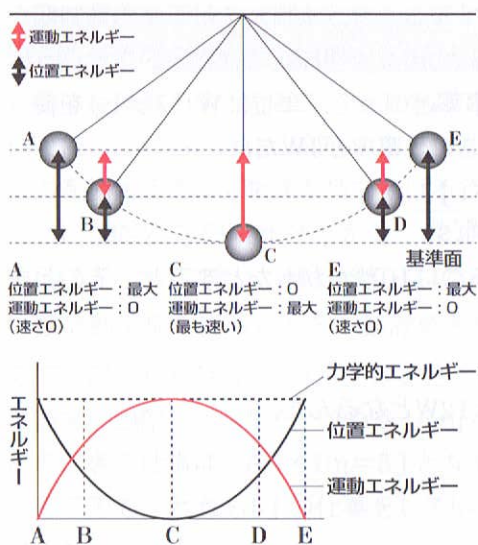
力学的エネルギー

これまで仕事について学習してきたけれど、仕事をするには、**エネルギー**が必要になるよ。このエネルギーとは、**仕事をする能力**のことだ。ここでは、物体のもつ位置エネルギーと運動エネルギー、そして力学的エネルギーについて学習していくよ。特に断りがない限り、摩擦や空気の抵抗はないものとして考えるよ。

位置エネルギーは、高い位置にある物体のもつエネルギーのことだよ。高いところにある物体は、手をはなすと重力によって落下していき、杭を打ち込んだり、ものを動かしたりすることができるよね。だから、高い位置にある物体は位置エネルギーをもっているといえるんだ。**位置エネルギーは、物体の高さと質量に比例する**んだ。

また、高い位置から手をはなすと、落下していく物体の速さはだんだん速くなるよね。このように、**運動している物体もエネルギーをもっている**、このエネルギーを**運動エネルギー**というよ。**運動エネルギーは質量と速さの2乗に比例する**んだ。そして、この位置エネルギーと運動エネルギーの和を**力学的エネルギー**というんだよ。

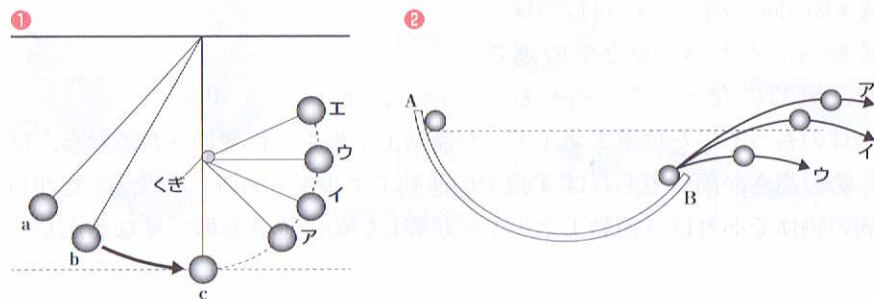
【振り子の運動と力学的エネルギー】



摩擦や空気の抵抗はないものとして振り子の運動を考えていくよ。A点までおもりを持ち上げて手をはなすと、A→B→C→D→Eと運動していくね。図の矢印は、そのときおもりがもつエネルギーを表しているよ。位置エネルギーは基準面からの高さで決まるんだ。A点では、位置エネルギーが最大だけど、物体は運動していないから運動エネルギーは0。A→Bと運動し

ていくと、位置エネルギーは減少するけれど、おもりは運動をしているので、運動エネルギーが増加する。この**運動エネルギーは、減少した位置エネルギーと等しくなる**。つまり、A点でおもりがもっていた位置エネルギーの一部が運動エネルギーに変換されたんだよ。そして、C点では、位置エネルギーが0となり、すべて運動エネルギーに変換される。

そして、C→D→Eと運動するときは、反対にC点での運動エネルギーが位置エネルギーに変換されていき、E点ではA点と同じで、位置エネルギーが最大になり、運動エネルギーが0になるんだ。このように、振り子では位置エネルギーと運動エネルギーは互いに変換されるけれど、その総和は一定なんだ。つまり、振り子では**力学的エネルギーは一定に保たれる**んだ。これを**力学的エネルギーの保存**というよ。



①は、a点から手をはなしたおもりがc点まできたときに糸の途中にくぎを置いて糸の長さを変えた場合を表したものだ。c点を通過後、おもりはア～エのどの高さまで上がるかという問題。ここでは、おもりのもつ力学的エネルギーに注目するんだ。力学的エネルギーは一定に保たれるので、どの点でも等しくなる。a点では、運動エネルギーが0なので、力学的エネルギー＝位置エネルギーとなるんだ。c点を通過したおもりが、もっとも高い位置にきたとき、おもりは一瞬静止するので、そのときの運動エネルギーも0になる。だから、おもりは糸の長さに関係なくa点と同じ高さまで上がるんだ。



ということは、①の答えはイになるということですね。

そうですね。では②を考えていこう。

②はどうか分かるかな。

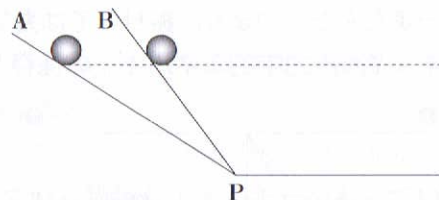


①と同じように考えると、答えはイですか？

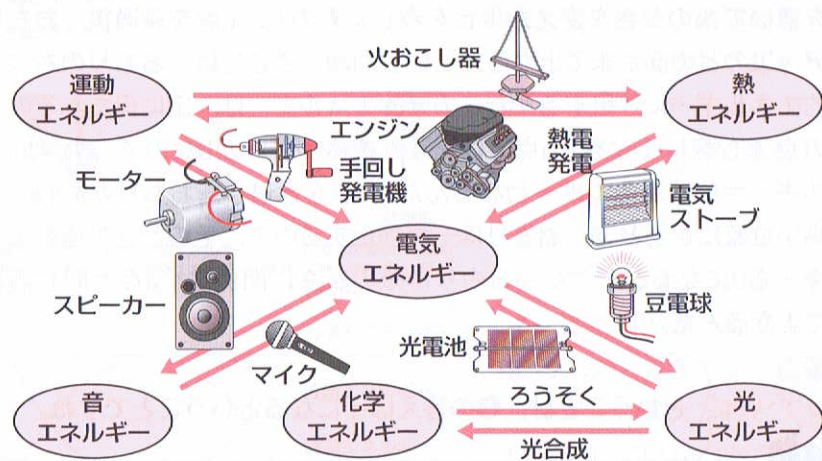
残念だけど不正解なんだ。②でも力学的エネルギーの保存は成り立つけれど、②では、B点を飛び出したあとの小球は、もっとも高い位置にきても静止しないんだ。つまり、運動エネルギーをもっているんだ。ここが①と②の違いだよ。だから、答えはウになるんだよ。

【力学的エネルギーと速さ】

図のように、角度の異なる斜面A、Bの同じ高さから同じ小球を運動させたときのP点での速さは、同じになるんだ。もともと小球のもっていた位置エネルギーが運動エネルギーに変換されるから、はじめの高さが同じであれば、P点での運動エネルギーも等しくなる。だから、同じ物体であれば、運動エネルギーが等しいので速さも等しくなるんだ。



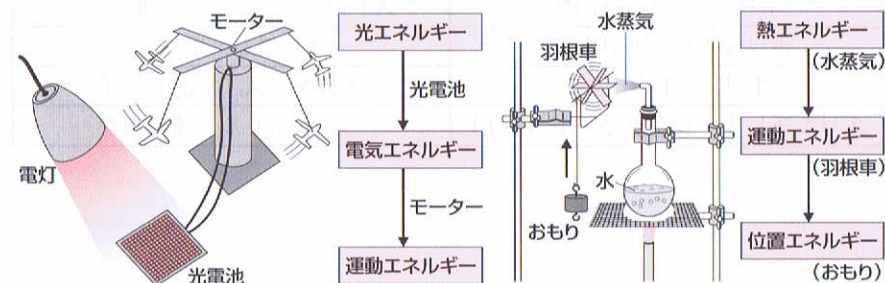
エネルギーの移り変わり



エネルギーには、熱エネルギー、電気エネルギー、光エネルギー、運動エネルギー、音エネルギー、化学エネルギー、弾性エネルギーなどさまざまなものがある。

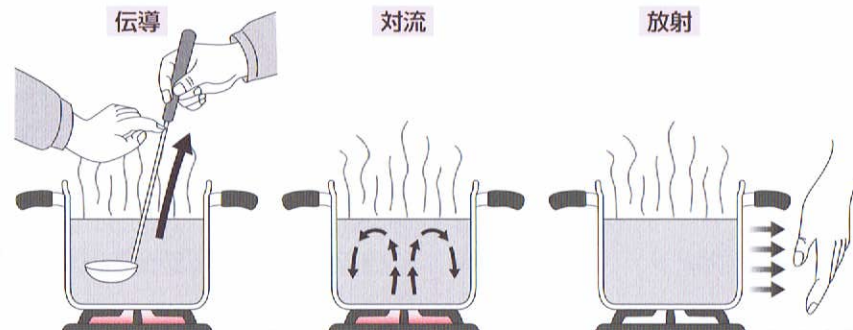
わたしたちの生活では、エネルギーを変換しながらさまざまなものを利用している。例えば、ガソリンで走る自動車は、ガソリンのもつ化学エネルギーを熱エネルギーに変換し、さらにエンジンによって運動エネルギーに変換して走っている。また、蛍光灯などの照明器具は、電気エネルギーを光エネルギーに変換させているんだ。

このようにエネルギーは、互いに移り変わっていくけれど、エネルギーの総和は常に一定に保たれるんだ。これを**エネルギーの保存**というよ。



【熱の伝わり方】

熱は湿度の高い部分から低い部分へと伝わっていく。熱の伝わり方には、**伝導**、**対流**、**放射**の3つがあるよ。伝導はふれ合っている物体の間での伝わり方。対流は温度差によって物質が循環することによって伝わる伝わり方。放射は赤外線や光などによって離れているもの間で伝わる伝わり方だよ。



プラスチック

プラスチックは、石油などを原料としてつくられた物質で、ごみ袋や消しゴム、ペットボトルなど私たちの生活には欠かせないものだよね。プラスチックは**炭素を含む有機物の一種**なんだよ。プラスチックには、**電気を通しにくい、加工しやすい、薬品に対して性質が変わりにくい、軽い**などの特徴があるんだよ。

種類	主な用途
ポリエチレン(PE)	バケツ、シャンプーの容器
ポリプロピレン(PP)	ストロー、ペットボトルのふた
ポリ塩化ビニル(PVC)	消しゴム、ホース
ポリスチレン(PS)	CDケース、食品トレイ
ポリエチレンテレフタレート(PET)	ペットボトル、卵パック

MEMO