

Q: 力積を出したら単位を $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ にして「運動量の変化」としてよいということですか？

A: そうです。ある物体に力が作用していたとき、その力の力積は、その物体の運動量の変化です。運動量の単位は、 $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ でも $\text{N}\cdot\text{s}$ でもどちらでもかまいません。

Q: 炎は高温ほど青いと習ったことがある気がするのですが、すすを燃やしている部分の方が温度が低いということですか？

A: 物体は温度は高くなるにつれて、放射する電磁波の波長が短くなっていきます。私たちの身体も遠赤外線を出しています。さらに温度が高くなると赤外線、さらに高温になると、右の図のような目に見える光となってきます。この図は火色表といって鍛冶屋さんが使っているもので、鉄の温度を色で判断するためのものです。この図とろうそくの炎の色を比べてみたら 1100°C くらいとなりました。これらの光は連続的なスペクトルを持っています。それに対し、ガスコンロ等の青っぽい炎は、 C_2 や CH 分子の線スペクトルの色で、発光のしくみが異なります。温度は 1500°C くらいで、ろうそくの炎よりは多少温度が高いです。

Q: アメリカで地球ごまを買いました。アレのしくみはどうなのでしょう。

Q: 地球ごまのことをいつか取り上げてほしい。

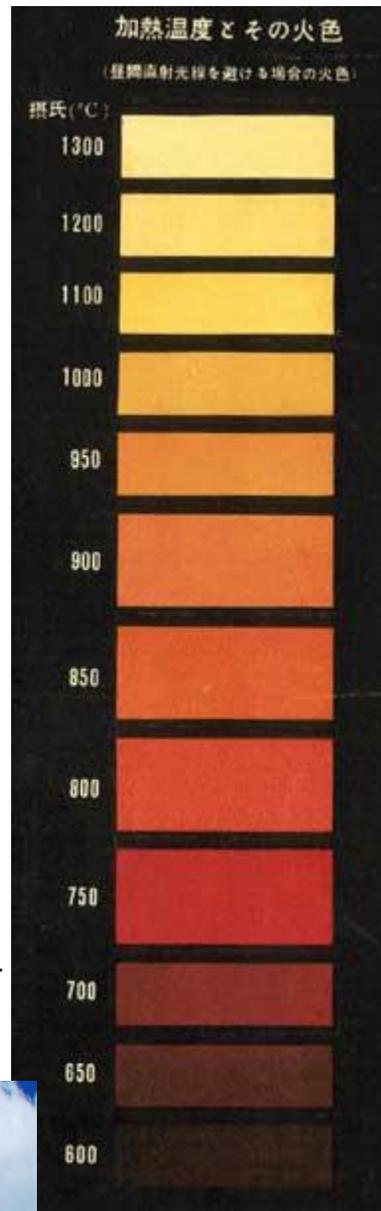
A: 第8章でやります。もう少し待っていて下さい。

Q: 光速で地球の周りを何周もすると、未来に行けるのは本当ですか？

A: 光速に近い速さで、地球の周りを回るのは難しいですが、光速に近い速さのロケットに乗って遠くまで行って戻ってくると、そこは未来の地球であるのは本当です。未来へ行くタイムマシンです。過去には行けません。

Q: どうして海は青いのですか？

A: 空が青いのは別な理由です。水は、ほぼ透明ですが、赤っぽい光の方をより吸収します。太陽光の白い光は、海の中を進むうち赤い光が吸収されて減少し、青い光だけが残ります。その青い光が白い海底等で反射されて戻ってくるので、海は青く見えます。



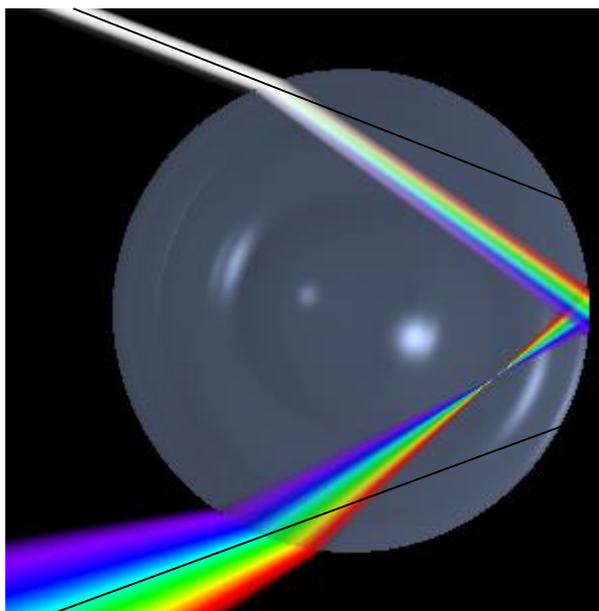
深くなるほど
赤い光が吸収され
青くなる。

赤い光もほとんど
吸収されないの
で浅い所は無色

白い砂

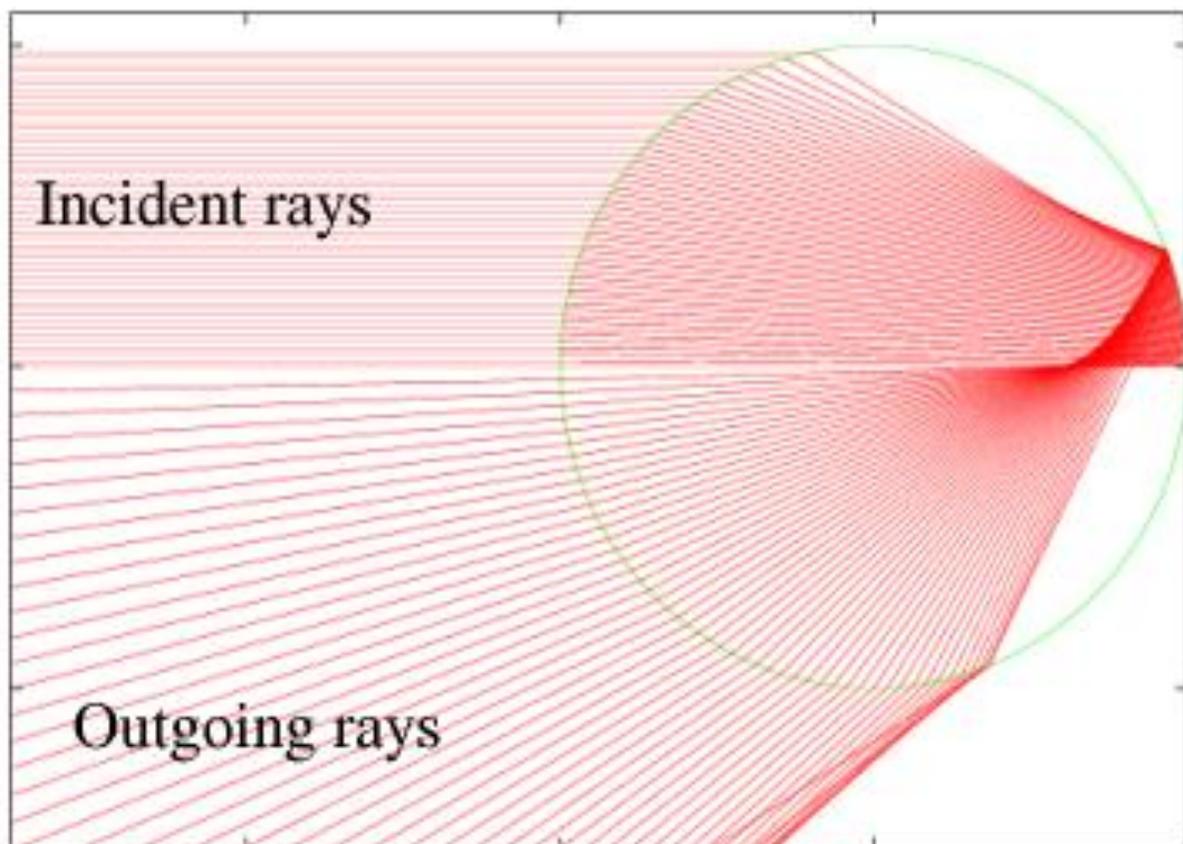
虹のしくみ

下の図で、2回屈折、1回反射して出ていく光の向きは、太陽の真反対から42度で実際の虹と同じである。何が問題なのか？確かに太陽光が図の場所から入射すればそうなる。しかし、太陽光は別の場所からも入射する。

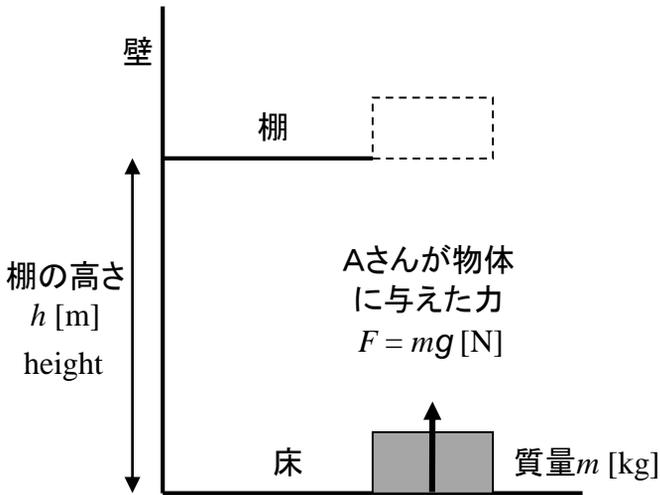


42度

下の図は、水滴の様々な場所に入射した光がどのように、2回屈折1回反射するかを表している。どの場所に入射しても上の図のように7色に分かれるが、水滴から出ていく角度は連続的で42度になるわけではない。何が問題かわかったらどうか。では、なぜ42度の虹が見えるのか？考えてみて下さい。



Aさんが床の上にある物体を棚の上に乗せる。(床から棚の高さまでゆっくりと持ち上げる)



床にある物体(質量 m [kg])に働く重力 F は、

$$F = mg \text{ [N]}$$

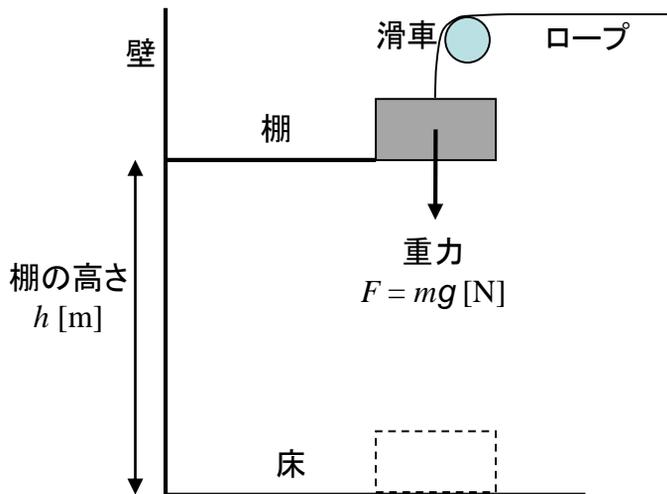
物体をゆっくりと持ち上げるのに必要な力は大きさが重力と同じ mg [N] で、向きは逆である。

物体を床の上から高さ h [m] の棚の高さまでゆっくりと持ち上げる際にAさんがした仕事 W は、仕事 = (力 F の移動方向成分) × (移動距離)なので

$$W = Fs \cos\theta = mgh \text{ [J]} \text{ である。}$$
$$\cos\theta = 1$$

重力による位置エネルギー

エネルギー: 外部に対して行うことができる仕事量 (単位: ジュール[J])
(仕事をする能力)



左図のように m [kg] の物体にロープをつけると物体は床まで移動する際にロープを mg [N] の力で h [m] 引っ張ることができる。

この時、物体ができる仕事の量は

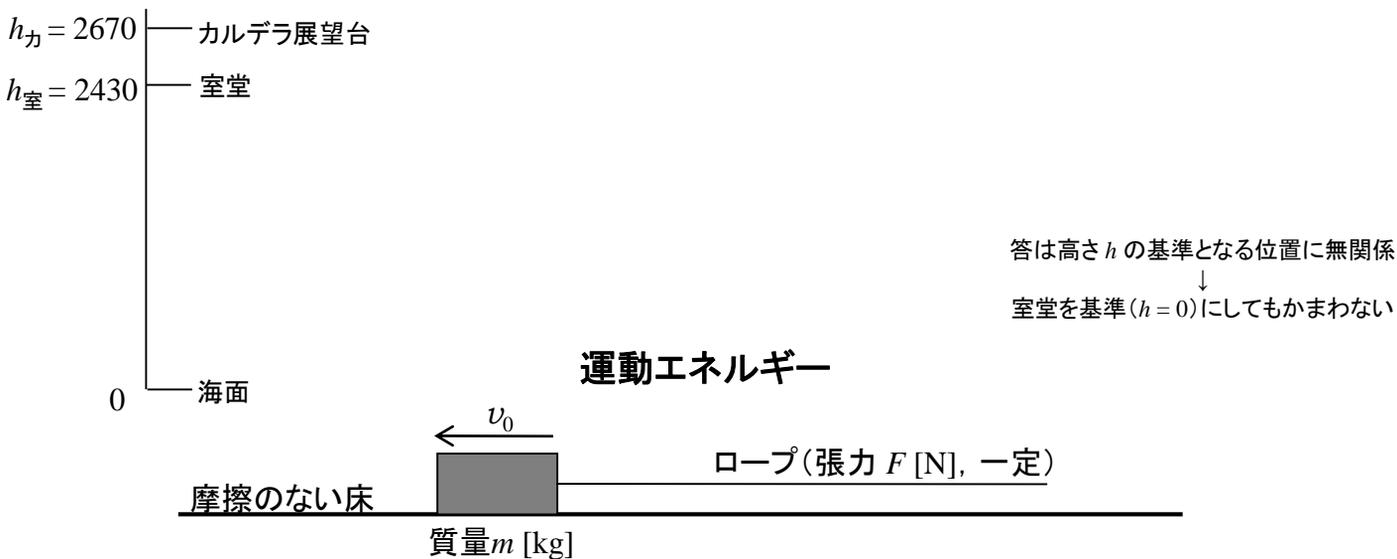
$$W = Fs \cos\theta = mgh \text{ [J]}$$
$$\cos\theta = 1$$

床から高さ h [m] にある m [kg] の物体は、床に戻る際 mgh [J] の仕事をする事ができる

高い位置にある物体はエネルギーを持っている
(重力による)位置エネルギー U は、物体の質量 m と高さ h に比例する。

$$U = mgh$$

問題: 新入生合宿研修で、室堂(2430 m)からカルデラ展望台(2670 m)まで登った。Aさんの体重を 50 kg とすると、Aさんの位置エネルギーはどれだけ増加したか? ただし、重力加速度 g は 10 m/s^2 とせよ。



運動している物体は停止するまでにロープを上図のように引っ張って仕事をすることができる。
その仕事の量が運動エネルギー

(1) 速度 v_0 の物体は $t = 0$ から張力 F のロープを引く。物体が停止する時刻 t_0 を求めよ。

運動量と力積を勉強したので
これを使ってみよう。

(3) のように $v(t)$ を求めた後に
 $v = 0$ となる t を求めてもよい。

正負を気にするなら、左向きを正とせよ。

(2) 物体の加速度はいくらか? (左向きを正とする。)

(3) 物体は停止するまでにどれだけの距離を進むか? 左の $v-t$ 図を完成させて考えよ。

(4) 物体が停止するまでにした仕事を求めよ。

エネルギー: 外部に対して行うことができる仕事量

運動している物体はエネルギー(運動エネルギー)を持っている
運動エネルギー K は、物体の質量 m に比例し、その速度 v の2乗に比例する。

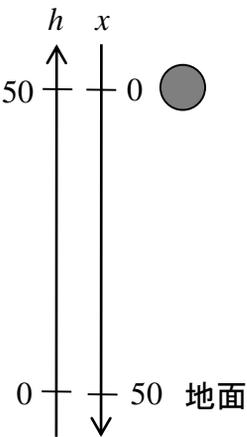
$$\text{運動エネルギー} \quad K = \frac{1}{2} m v^2$$

kinetic energy

$$\text{力学的エネルギー} = \text{運動エネルギー} + \text{位置エネルギー}$$

問題: 50 m の高さに 2 kg の物体が静止しており $t = 0$ から自由落下する。以下の表を完成せよ。
 空気抵抗は無視し、重力加速度 g は 10 m/s^2 とせよ。

	落下距離 $x[\text{m}]$	高さ h $[\text{m}]$	速度 v $[\text{m/s}]$	位置エネルギー U $[\text{J}]$	運動エネルギー K $[\text{J}]$	力学的エネルギー $[\text{J}]$
$t = 0$	0	50	0			
$t = 1$						
$t = 2$						
$t = 3$						

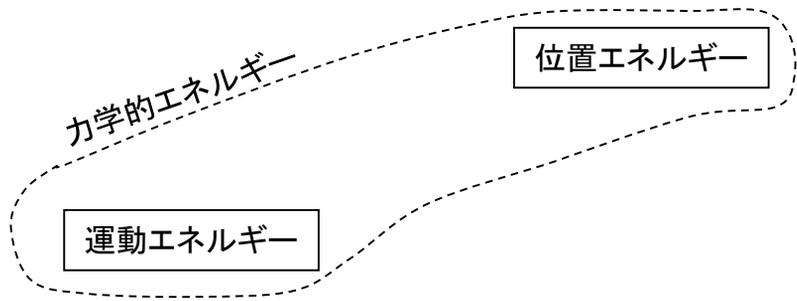


(熱などの別のエネルギーにならない)

摩擦等がなく、エネルギーの散逸がない場合、力学的エネルギーは保存する。
 (力学的エネルギー保存則)

エネルギーの変換とエネルギー保存則 (教科書 p72)

エネルギーはいかなる形に変換されても増減はなく、一定である。



問題: 自由落下、山登り、電気ストーブ、太陽光発電、乾電池、蛍の光
 はどのような矢印に相当するか?
 他にもたくさんあるので考えてみよ。

熱

問題: 上の散逸がないとは
 具体的にどのような意味か?

化学エネルギー

電気エネルギー

原子力・核エネルギー

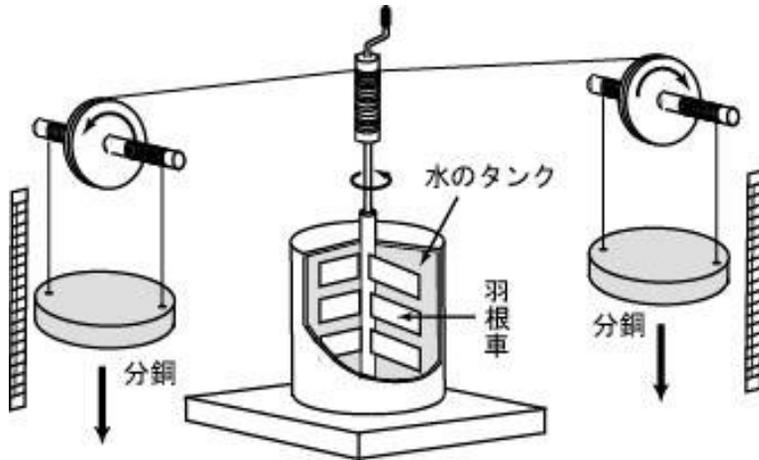
例: 蛍光灯

光・電磁波のエネルギー

水 1 g の温度を1度上げるのに必要な熱量(エネルギー)が 1 cal (カロリー)

ちなみに水 1 g の体積は 1 cm³ です。(1 cc ともいう cubic centimeter)

ジュールの実験



おもりの降下によって回転する羽根車が水をかき混ぜると水の温度が上昇する。
水 1 g の温度を 1 度上げるためには約 4.2 J の仕事をしなければならない。
(おもりの位置エネルギーが 4.2 J 減少)

おもりの位置エネルギー → 熱

熱もエネルギーの一つの形態

$$1 \text{ cal} \doteq 4.2 \text{ J}$$

物体の温度: 原子・分子の運動の激しさ
熱は微視的には、原子・分子の運動エネルギー

問題: 上の装置のタンクに 100 g (100 cm³) の水が入っており、1 kg のおもりを 1 m 降下させた。
重力加速度 g は 10 m/s² とし、1 cal は 4 J とせよ。

①おもりがした仕事はいくらか?

答: _____ J = _____ cal

物体の温度を 1°C 上げるのに必要な熱量をその物体の熱容量という。
100 g の水の熱容量は 100 cal/°C である。②水の温度は何度上昇するか?

水の比熱容量 $4.184 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ を使ってすべて MKS 単位で計算してもよい。(この問題は cal の練習)

問題: エネルギーが保存するなら、エネルギーを節約する必要もないように思われる。この矛盾を説明せよ。

生物としてのエネルギー源

問題: 人間にとって価値のあるエネルギー(米、肉、石油、電気(火力・風力・水力・太陽光))の源は何か?

化学結合に蓄えられるエネルギー

例: 石油や石炭等の持つエネルギー。これらは燃焼等の化学反応で熱を発生する。

石油やガソリン、天然ガス等の持つエネルギーはおよそ 10 kcal/g (おおざっぱな値)
人間が消費するブドウ糖や脂肪の持つエネルギーも化学エネルギー

問題: 4ページの問題におけるAさんの消費カロリーを求めよ。ただし、登山で体が消費したエネルギーはすべて位置エネルギーに転化するわけではない。筋肉の効率も 100% でないし、筋肉を動かすためには、心臓・肺を動かすためのエネルギーも必要である。消費したエネルギーの 20% が位置エネルギーになったものとせよ。1 cal は 4 J として計算せよ。

答: _____ kcal

残りの80%のエネルギーは最終的にどうなった? _____

参考: 成人1日約 2000 kcal 1 kcal = 1000 cal

問題: 体脂肪の化学エネルギーは 1 g あたり 9 kcal である。消費したエネルギーを体脂肪に換算するとどれだけか?

答: _____ g

仕事率(パワー)

仕事率(パワー): 単位時間あたりに行われる仕事(記号 P) power

Δt 秒間に行われる仕事を ΔW とすると、その間の平均の仕事率 \bar{P} は、

$$\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

仕事率(パワー) = $\frac{\text{行われた仕事}}{\text{時間}}$

仕事率の単位: W (ワット) = J/s

電球や蛍光灯、電気ストーブ等の消費電力のワット(W)と同じ

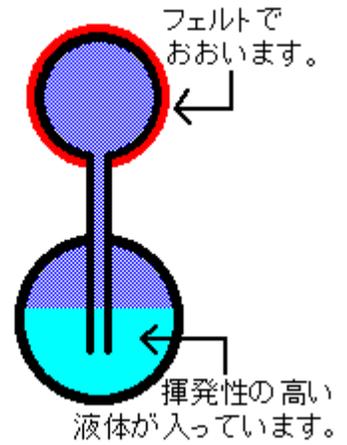
例: 40 Wの蛍光灯は、1秒あたり40 Jの電気エネルギーを消費している。40 W = 40 J/s
(後期の物理学IIで勉強します)

瞬間の仕事率 P は

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F \cdot \Delta s}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} F \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} = F \cdot v$$

速度 v で運動している物体に力 F が作用している場合、力 F の仕事率 P は $F \cdot v$
($W = F \cdot s$ で1秒あたりの移動距離 s は v)

水飲み鳥(平和鳥)



観察①: 水飲み鳥の動きを動画(プロジェクト)と実物で観察する。

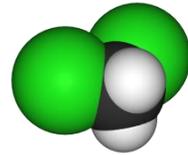
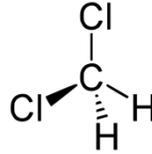
頭部はフェルトで覆われている。水を飲む際にくちばしが濡れるが毛細管現象で頭全体のフェルトが濡れる。

中に入っている、色の付いた液体

||
着色されたジクロロメタン CH_2Cl_2

沸点: 40°C

動作原理に化学的性質はあまり意味はなく、
沸点が常温に近いことが重要



問題①: 動作原理は? 次回解説まで考えてみて下さい

問題②: 永久機関のように見えるが、エネルギー源は何なのか?

(エネルギー保存則より、永久機関は存在しない)

永久機関: 外部からエネルギーを受け取ることなく、仕事を行い続ける装置
これも次回解説まで考えてみて下さい。