

Q&A

Q: 復習プリントをもらえると嬉しいです。又はMoodleに復習問題を載せてくれると嬉しいです。

A: 教科書には各章の最後に章末問題があり、解答と解説も載っています。練習問題をやってみたい人は章末問題に挑戦してみてください。復習としては、授業で勉強した部分に対応する教科書の本文を読むと、とても良い勉強になると思います。授業の内容は教科書とそれなりに違っているのですが、教科書の本文を読むことは、単なる繰り返しにはなりません。中間試験や期末試験の問題も幾つかは章末問題から出します。

Q: 波長の短い光の方がエネルギーが大きいのに、波長の長い赤外線が熱を伝えるのは疑問です。

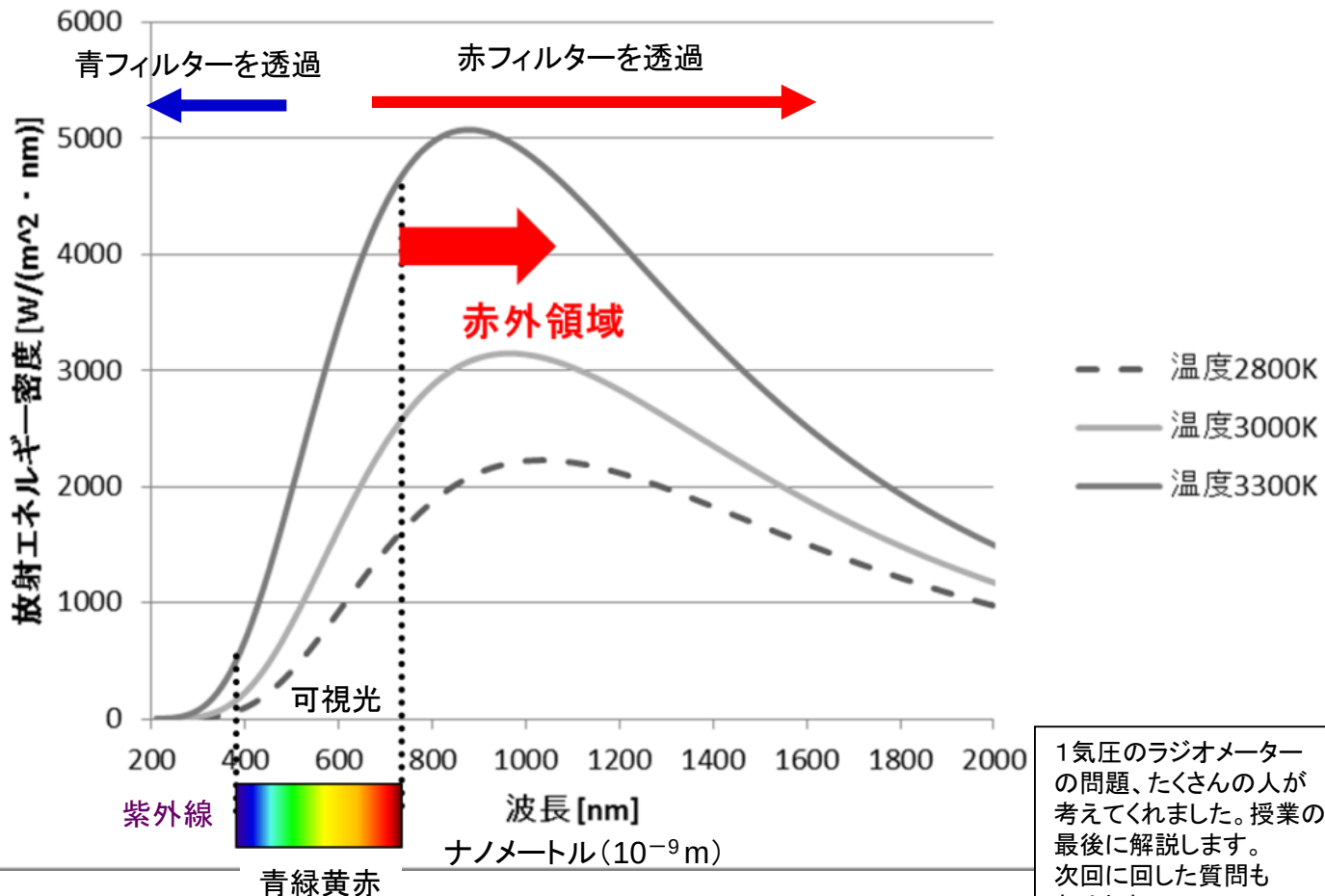
A: 良い質問です。目に見える可視光や赤外線は、どちらも電磁波の一種ですが、粒子(光子)として考えることもできます。光子のエネルギー E は質問文にもあるように波長に反比例します。

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

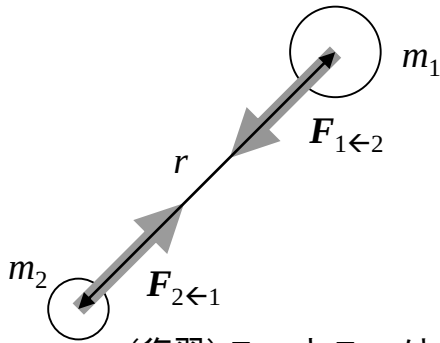
この授業は力学授業なので
テストには出ません

h : プランク定数、 ν : 電磁波の振動数、 c : 光速(電磁波の速さ)、 λ : 電磁波の波長

質問文の後半は誤解です。熱(エネルギー)を伝えるのは、赤外線だけではなく、可視光も伝えます。同じ数の光子なら、可視光の方が吸収された際に、たくさんの熱を発生します。例を挙げると、太陽光は、赤外線より可視光の方が吸収された際に多くの熱を発生します。身の回りの電気ストーブやオイルヒーターは、主に赤外線を放射するため、そのように誤解している人が多いと思います。ちなみに電球が放射する電磁波のスペクトルは以下のようになっています。図を見てわかるように電球は可視光より赤外線を多く放射しています。物体が放射する電磁波のピークの値は温度が高いほど、波長が短いほうにずれ(例: 太陽6000K)、温度が低いほど長いほうにずれます。(例電気ストーブのニクロム線1000K)。



すべての2物体の間には、2物体の質量の積に比例し、距離の2乗に反比例する引力が作用する。



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

これも根源的な法則
他の法則から導けない
実験したらそうなる。

$$G(\text{重力定数}) = 6.672 \times 10^{-11} [\text{m}^3 / \text{kg} \cdot \text{s}^2]$$

こういう定数を暗記する必要はない。必要な時に本を見ればよい。

(復習) $F_{1 \leftarrow 2}$ と $F_{2 \leftarrow 1}$ は大きさが同じで互いに逆向きになっており作用・反作用の関係にある

これと、ほとんど同じ式が後期の電磁気学でも出てきます。(電気力, 磁気力)

問題: お隣の人との間に働く万有引力の大きさを求めよ。お互いの体重は 50 kg とし、距離は 1 m とせよ。人は質点としてよい。

42 cm × 30 cm
↓
A3のプリント1枚8g

1mm × 0.3 mm の紙
に作用する重力と同程度

問題: 地球の質量 M_E は 6.0×10^{24} kg、地球の半径 R_E は 6400 km です。地球の質量は中心の1点に集中していると仮定して、地球と地表付近にある質量 1 kg の物体の間に作用する万有引力の大きさを有効桁2桁で求めよ。

[求め方]

$$F = G \frac{m M_E}{R_E^2} = g$$

$$F = mg$$

重力

$$g = \frac{GM_E}{R_E^2}$$

地上の物体に作用する重力 = 物体と地球との間に働く万有引力

基本的な力: 物質の構成要素である電子・陽子などの間に働く力

例: 重力(万有引力), 電気力と磁気力(後期に勉強する)

質量, 電荷

m, q

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

他に強い力(核力等の源), 弱い力(β 崩壊等で関与)がある(現代物理学入門で勉強)
実際には、基本的な力しか存在しない。

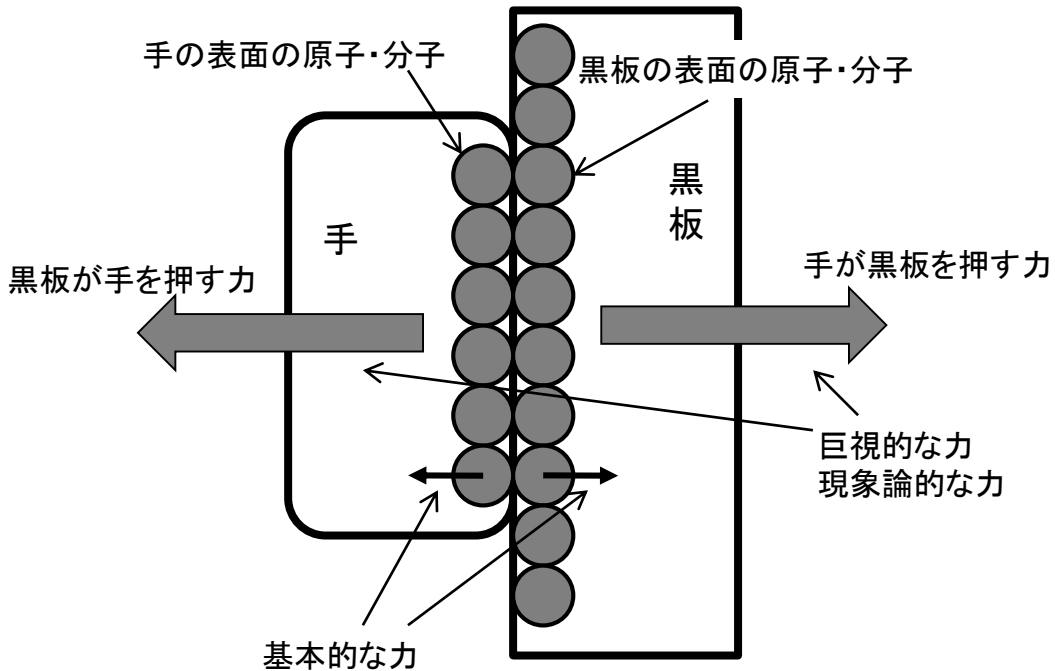
それ以外の力(現象論的な力)

例: 手と黒板の間に働く力, 摩擦力等

これらは、微視的にみると構成要素間の基本的な力の合力

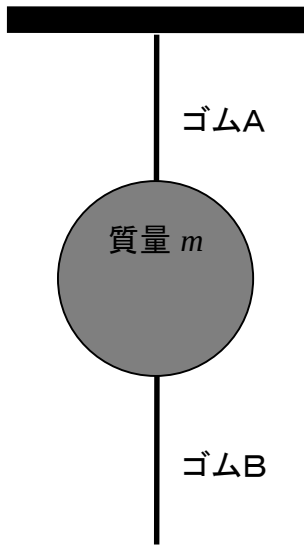
主に電気力

万有引力はとても弱いので
下の例のような場合は無視できる



原子同士が重なるほどに
接近すると電気的な反発力が働く

現象論的な力が作用・反作用の法則を満たすのは
万有引力の法則で明らかのように、基本的な力が作用・反作用の法則を満たすから。
その合力である現象論的な力も当然作用・反作用の法則を満たす。



(1) 左の図のように質量 m の物体に2本のゴムが上下についており、ゴムAの上端は固定されている。ゴムBの下端を下向きに大きさ F_B の力で引っ張った(ゴムBの張力は F_B)ときに、物体に作用する力を3つ挙げ、その大きさと向きを答えよ。ただし、上のゴムAの張力は F_A とし、ABのゴムの質量は無視せよ。重力加速度は g とする。

物体に働く力: 物体に触れているものから作用する力+重力

力の名称、○が物体に作用する力等	力の大きさ	力の向き
		向き
		向き
		向き

(2) 物体が静止している場合、 F_A と F_B を比較すると、どちらがどれだけ大きいのか。

1次元(同じ方向)なら
足し算、引き算でよい。

十分にゆっくり



(2)の関係が成り立っている。

(3) ゴムBの下端を下向きに引く力 F_B を十分にゆっくりと大きくしていくと、先に切れるのは、上のゴムAか？それとも下のゴムBか？A, Bのゴムは全く同じものとする。

(4) 質量 m の物体に関するニュートンの運動方程式を書け。ただし、下向きを正とする。(物体の加速度は0とはかぎらない場合)

(F_A , F_B は張力で正の定数)

(5) 下のゴムBの張力の方が大きいのはどのようなときか？

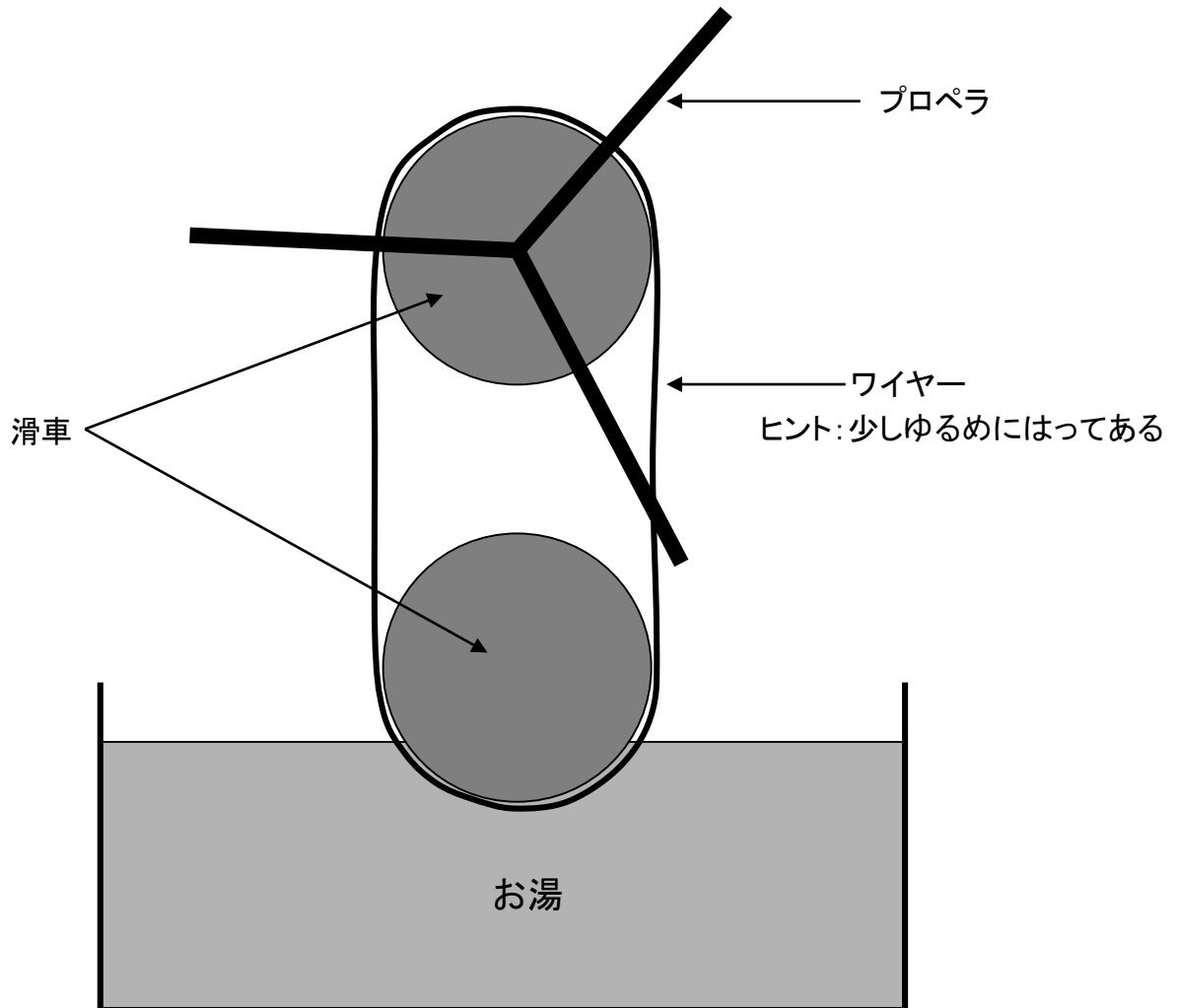
(6) 下のゴムBを切るにはどうすればよいのか？

サーモビール (マジック風車という名前で売られていた)
(回転する不思議なもののシリーズ第2弾)

なぜ回る？

構造： 2個の滑車のあいだに、ワイヤーが張ってある。

プロペラは、滑車が回っているのを、確認しやすいようについているだけで、回る原理には関係ない



- 特徴1: お湯につけると回る。水ではまわらない。
- 特徴2: お湯につけただけでは回らない。最初は手でまわしてやらないといけない。
- 特徴3: 右に回すと右に回り続け、左に回すと左に回り続ける。(どちらにも回転する。)

興味があれば、次回までにそのしくみについて考えてみて下さい。
上の説明は、間違っていないんですが、少し説明不足で何らかの「しかけ」があります。
答えは、次回解説します。

ラジオメーターはなぜ1気圧では回らないか

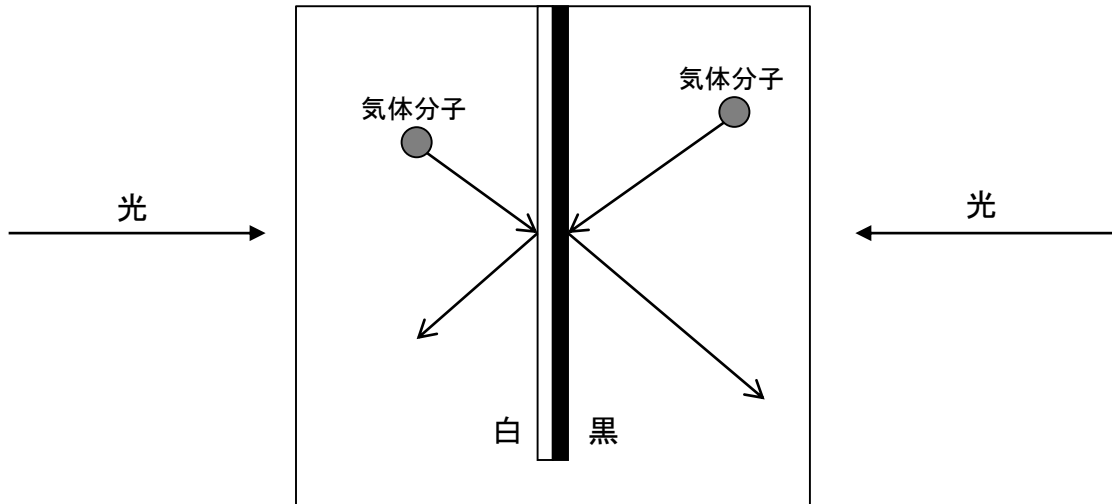
ラジオメータの羽と同じ構造の壁で仕切られた透明な容器を考える。

壁には隙間があり、内部の気体が左右に出入りできる。

壁に左右から同じ強度の光を当てると、黒い側の温度が上がるが、白い側の温度はあまり変わらない。

この時壁が受ける圧力は黒い面の方が大きいのか？

答: _____



そもそも、容器内の圧力はどこも同じです。光りを当て始めると、黒い面の温度が上がり、周囲の気体の温度も上がります。そうすると、黒い面の付近の空気は膨張します。

圧力に差があれば、気体の移動が起こります。圧力差が無くなると、気体の移動も止まります。

図のように分子1個が与える衝撃(圧力)は、黒い面の方が大きいですが、膨張して密度が小さくなった分、衝突する分子の数が減って結果としてどちらの面も同じ圧力となります。

では、なぜラジオメーターは回転するのでしょうか？もう少し考えてみて下さい。

ラジオメーターが回る原理は奥が深いです。

ヒント: 上の図の気体分子は、容器の半分くらいを衝突せずに進んでいますが、

1気圧では $1\mu\text{m}$ も進まない間に他の気体分子と衝突します。

他の気体分子に衝突するまでの進む平均の距離を平均自由行程といいます。(教科書 p167)

ラジオメータの内部は真空に近く、この平均自由行程が容器の大きさ程度あります。