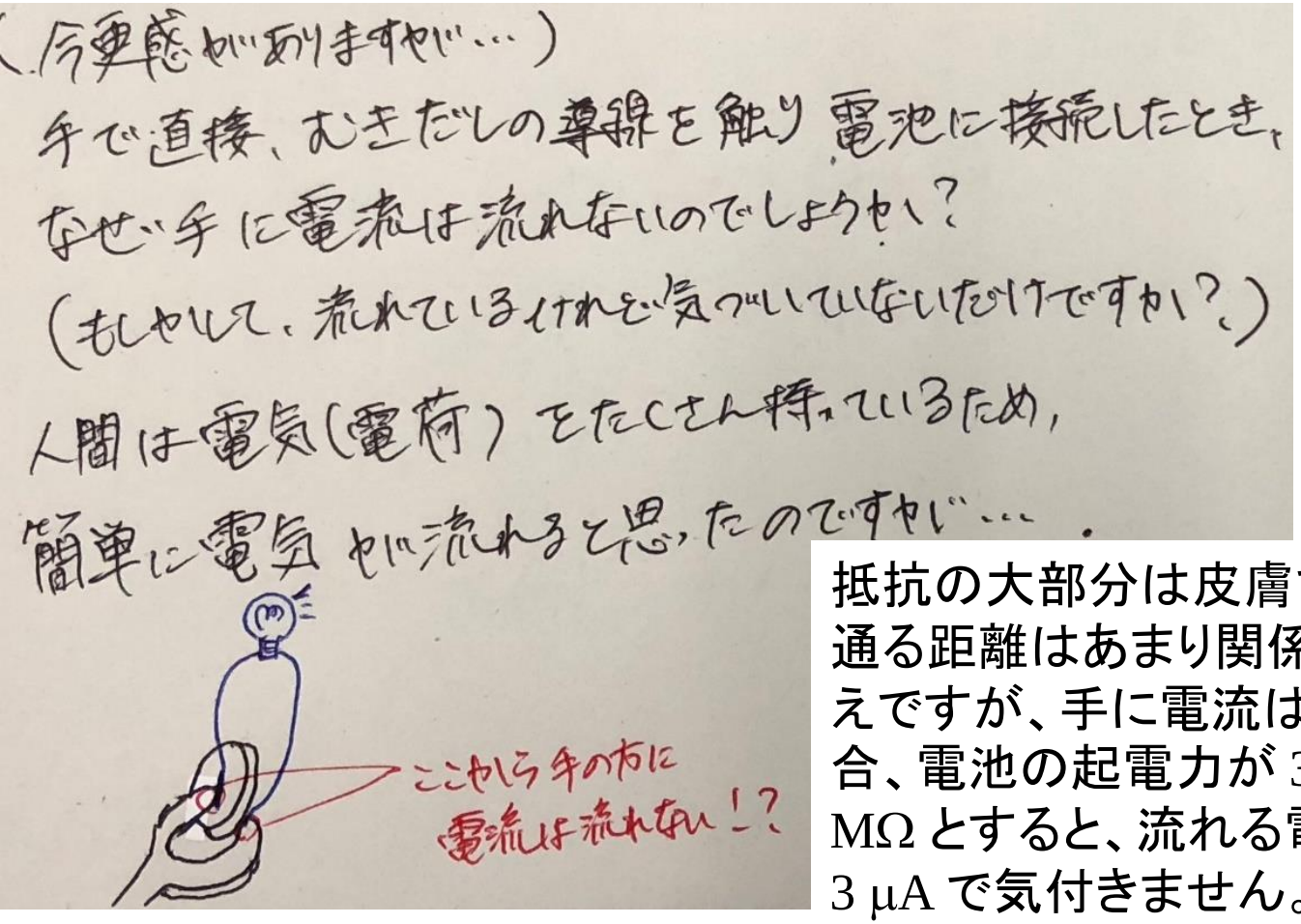
Q & A



A: 実習でテスター(マルチメーター)を使って抵抗の大きさを測定した人も多いと思いますが、テスターで人間の抵抗も測定できます。個人差もありますが、約 1 MΩ です。

抵抗の大部分は皮膚ですので、電流が体内を通る距離はあまり関係ありません。質問の答えですが、手に電流は流れています。この場合、電池の起電力が 3 V 、人間の抵抗を 1 MΩ とすると、流れる電流はオームの法則より 3 μA で気付きません。

人間にはオームの法則は適用できませんが、テスターは内蔵の電池(3 V ～ 9 V)で測定物に電圧をかけ、流れる電流を測定しています。同程度の電圧なら、ほぼオームの法則を適用して問題ありません。人間の皮膚の抵抗は、それなりにオームの法則がなりたっていると思います。ただ10倍の電圧をかけたら電流が10倍になるかは、あやしいです。

Q & A

Q: どうして電線にとまっている鳥は感電しないのですか？
A: 前の質問でいうと、電池のプラス側のみ触っても人間に電流は流れないし、マイナス側のみ触っても電流は流れません。プラスとマイナス同時に触ってはじめて電流が流れます。鳥は空中で一本の電線にとまるのなら感電しません。２本の電線にまたがってとまると感電します。（被覆が完璧なら感電しません。）

（注意）: 電線一本だけ触れても感電する場合があります。体が床や地面に触れていれば電線から体を通って地面や床に電流が流れることで感電します。凧あげや、釣り竿で感電する場合がそうです。鳥は地面に触れていないので感電しません。

Q: ヘルンシステムに出席って反映されていますか？
A: されていません。可能なのですが、入力が面倒なのでやっていません。

Q: 説明を書かせる問題はでますか？それとも計算問題のみですか？
A: どちらもでます。昨年の期末試験を公開していますので、参考にして下さい。

Q:この前、授業でスクリーンを下している間、パチパチっという音がしました。静電気が生じているのでしょうか？（教室の左側にあるスクリーンです。）
A: やって確かめてみましょう。

Q:中間試験、１２月の頭にやってほしいです。 A:１２月６日にやる予定ですが・・・

Q & A

Q: 落雷で火事が起こる場合と起こらない場合は何が違うのか。
A: 避雷針に落雷したときは、通常は火事にはならないと思います。避雷針がなくても必ず火事になるわけではありません。火事の原因としては、雷の電流が屋内配線に侵入し、家電製品から出火したり、配線自身が高温になり出火したりすることがあるようです。あまり、ちゃんとした答えになっていませんね。

来週のこの時間の授業
（16日金曜1限）は休講です。

Q: 自然放電のしくみが知りたいです。
A: 電池の自然放電の話でしょうか？これは、電池の種類だけしくみがありますので、その解答はやめて、保存の注意について書きます。昨日、ボタン電池とLEDで実験しましたが、授業の前に準備していたら、使いかけの2個のボタン電池が放電して使えなくなっていました。ボタン電池は表面のほとんどが金属で電極です。ですので、使いかけの電池を保存するときは、電極と電極の間を他のボタン電池等が橋渡し（ショート）しないように注意が必要です。放電の原因はこれだと思います。ボタン電池は特に注意が必要です。
単三電池等は電極も小さいし、十分に離れているので、ボタン電池ほどの注意はいらないかもしれません。

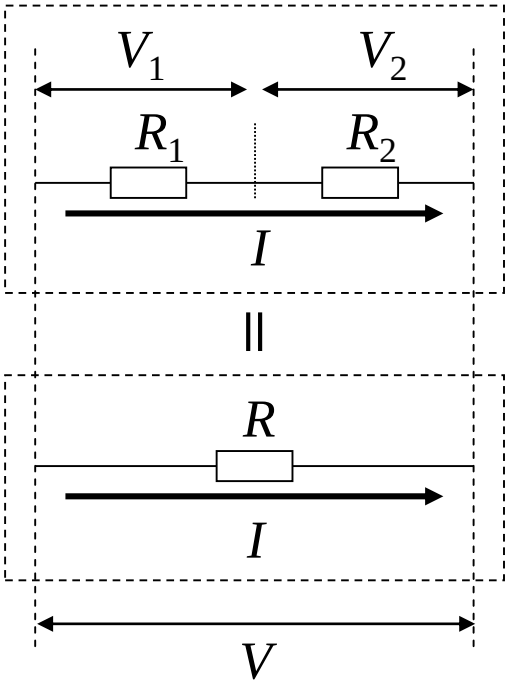
球電の情報、あったらお願いします。

19.3 直流回路（p236）

回路　：電流の流れる通り路

抵抗の接続（合成抵抗）

直列接続



上の2つの抵抗を
大きさ R の一つの
抵抗と考える

上：$V = V_1 + V_2 = R_1 I + R_2 I = (R_1 + R_2)\, I$

下：$V = R\, I$

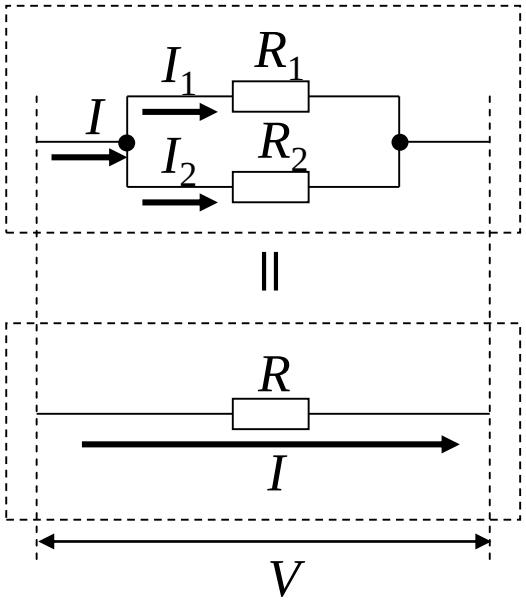
上下比較すると・・・

$$R = R_1 + R_2$$

3つ以上の直列の場合

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$$

並列接続



上の2つの抵抗を
大きさ R の一つの
抵抗と考える

上：$I = I_1 + I_2 = \dfrac{V}{R_1} + \dfrac{V}{R_2} = \left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}\right) V$

下：$I = \dfrac{1}{R}\ V$

上下比較すると・・・

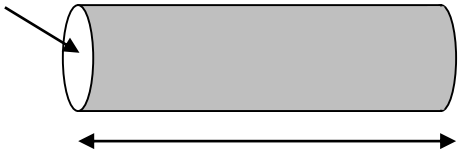
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

3つ以上の並列の場合

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \cdots$$

合成抵抗の直感的な理解・イメージ

断面積A [m^2]



長さL [m]

（復習）　$R = \rho \dfrac{L}{A}$

抵抗は長さに比例し、断面積に反比例する

直列接続

同じ抵抗を直列に接続すると、
長さが2倍になるのと同じ
↓
抵抗は2倍になる（大きくなる）。

並列接続

同じ抵抗を並列に接続すると、
断面積が2倍になるのと同じ
↓
抵抗は半分になる（小さくなる）。

キャパシタの合成との比較（復習）

直列接続

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \cdots$$

並列接続

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots$$

抵抗の合成

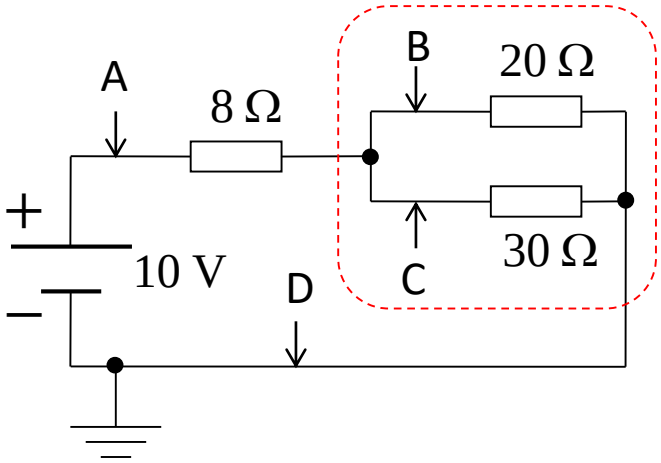
直列接続

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$$

並列接続

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \cdots$$

問題：下の図の回路の各点の電位と電流を計算せよ。



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{3}{60} + \frac{2}{60} = \frac{5}{60} = \frac{1}{12}$$

←この部分の合成抵抗は？ 12 Ω

回路全体の抵抗は？ 20 Ω

	電位	電流
A	① 10V	② 0.5A
B	③ 6V	④ 0.3A
C	③ 6V	④ 0.2A
D	① 0V	② 0.5A

$R = 12 + 8 = 20$

②全体の電流

$V = RI$

$10 = 20I$

$I = 0.5$

8Ωの抵抗にかかる電圧

$V = RI$

$V = 8 \times 0.5 = 4$

③ 10−4 = 6

キルヒホッフの法則

第１法則
回路の中の任意の接続点に流れ込む電流の和は
その点から流れ出す電流の和に等しい。

例： 右の図で点ｂに流れ込む電流の和は $I_1 + I_2$
点ｂから流れ出す電流はI_3。よって $I_1 + I_2 = I_3$

（電荷は保存するので当然）

当然なので意識して
憶える必要はない。

これまでも
すでに使っている。

例：一つ前のスライド

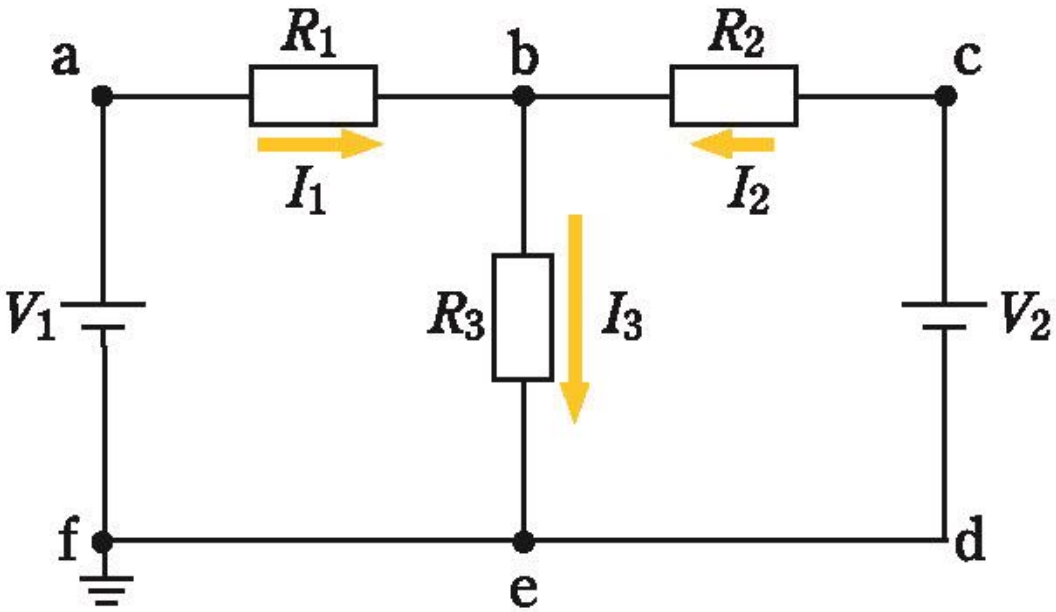


図19.18

第2法則
任意の閉じた道筋に沿って一周するとき、
電源および抵抗による電位の上昇を正、
電位の降下を負の量で表すと、
電位差の総量は常に 0 となる

1周すると同じ点（電位も同じ）に戻るので、
電位差の総量が 0 になるのは当然

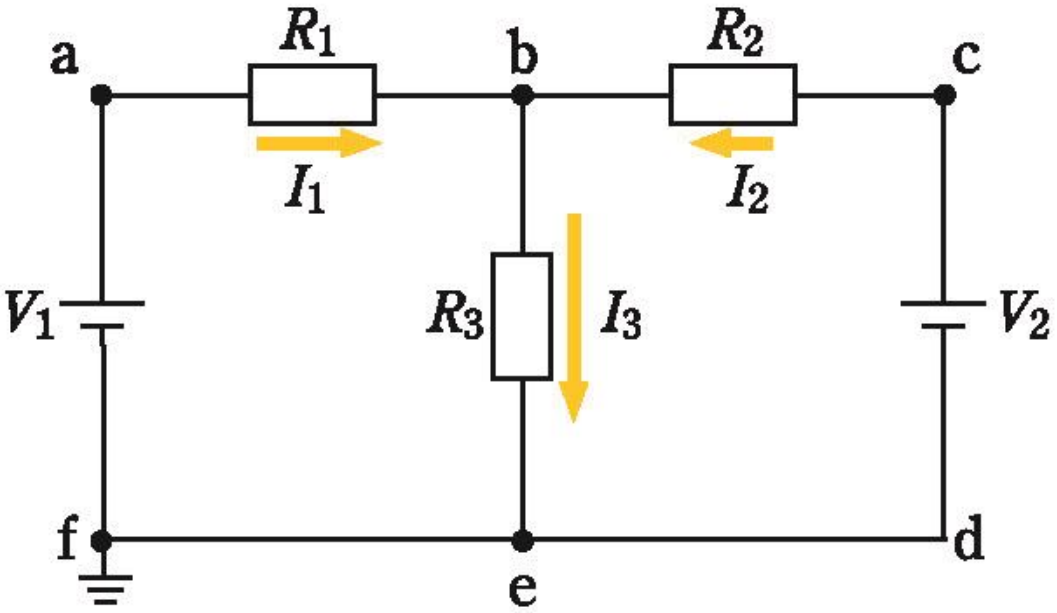


図19.18

例：道筋fabef

f → a ： $+V_1$

a → b ： $-R_1I_1$

b → e ： $-R_3I_3$

e → f ： 0

$$V_1 - R_1I_1 - R_3I_3 = 0$$

問題：図の道筋 dcbed に第二法則を適用せよ。

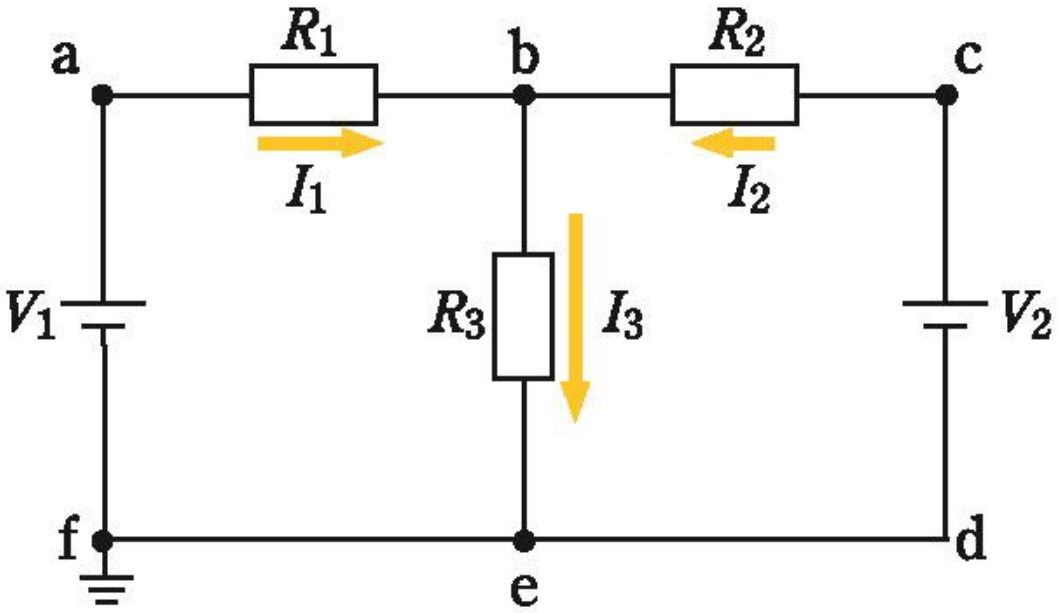


図19.18

d → c : $+V_2$

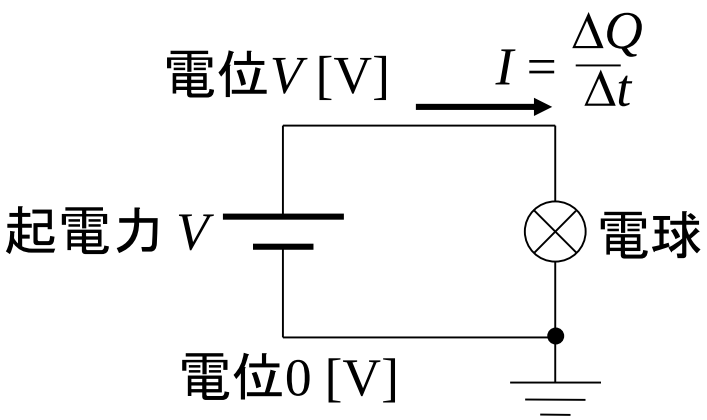
c → b : $-R_2I_2$

b → e : $-R_3I_3$

e → d : 0

$$V_2 - R_2I_2 - R_3I_3 = 0$$

19.4 電流と仕事（p238）



左の回路において、時間 Δt に電荷ΔQ が流れたとすると、その間に起電力 V の電池は、内部で ΔQ の電荷を負極から正極に運んでおり、$\Delta W = V\Delta Q$の仕事をしている。

電池の仕事率（単位時間あたりにする仕事）は、

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{V\Delta Q}{\Delta t} = \frac{I\Delta t V}{\Delta t} = VI \text{ [J/s] [W]}$$

（ワット）

$$P = VI$$

電源が単位時間あたりにする仕事を電源の［ 仕事率，パワー ］という。

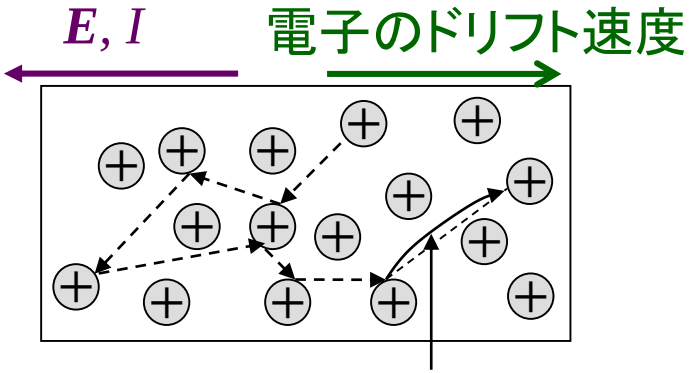
電源のした仕事は、回路を流れる電流が行ういろいろなタイプの仕事になる　⑩

電流の行う仕事率も　$P = VI$

電流の仕事率を　**電力**　という。

ジュール熱　（電流が行う仕事の例）

電池の両端に導線をつなぐと、導線（有限の電気抵抗を持つ）内に電場が発生し、電流が流れ、導線の温度が上昇する。例：電球、電熱線（ニクロム線）



電子の軌跡は、実際には
放物線を描き加速される。

導線（金属線）内に電場が存在すると、
導線内の自由電子は電気力を受ける。
自由電子の運動エネルギーは
衝突と衝突の間に平均すると大きくなる。
増加した運動エネルギーは、
正イオンとの衝突の際に正イオンの熱運動
に転化し、導線の温度が上昇する。

導線の中で時間 t に発生する熱量 Q は

$$Q = Pt = VIt = RI^2t$$　　単位はジュール[J]

発生する熱を［ジュール熱］という。

電流のする仕事は［電力量］という。（$W = Pt$，単位は J）

電気代など、実生活では電力量の単位として 1キロワット時（記号 kWh）
（1 kW の電力が1時間にする仕事）を使うことが多い。h は hour の h

$$1\ \text{kWh} = 1000\ \text{W} \times 3600\ \text{s} = 3.6 \times 10^6\ \text{J}$$

北陸電力からのお知らせ
毎度ご利用いただきありがとうございます
吉田　勝一　様
ご契約種別　従量電灯B
お客さま番号
19年　9月分電気料金等領収証
領収額　10,081円
ご契約 60A　うち消費税等相当額　480円
ご使用量　440kWh
上記金額を10月11日にクレジットカードにより領収いたしました。ありがとうございました。

問題：電気代は 1 kWh あたりいくらか？
（基本料金等は無視せよ。）

10081／440 = 22.9・・・≒ 23円（／kWh）

ケルビン発電機

実物を準備中、そのうち見せます。
上のように簡単に作れるのですが、持ち運び等も考えると多少たいへんです。
You Tube 等で検索すればたくさん出てきます。