

クーロンの法則 (演習問題)

v2.9 Oct.2020

番号: _____ 氏名: _____

1. ◇ 真空中で -2×10^{-8} C と 3×10^{-8} C の点電荷が 5 cm 離れて置かれているとき、電荷間に働くクーロン力を求めよ。^{*1}
2. ◇ 等量異符号の二つの点電荷が 10 cm の距離にあるとき、その間にはたらく静電吸引力が 0.9 N であった。それぞれの電気量を求めよ。^{*2}
3. ◇ 2 個の電子の間にはたらくクーロン力と万有引力との比を求めよ。ただし、電子の電荷は -1.6×10^{-19} C、その質量は 9.11×10^{-31} kg であり、万有引力定数は 6.67×10^{-11} N·m²·kg⁻² である。^{*3}
4. ♡ 水素原子は陽子と電子からなり、水素原子の大きさは 0.5 \AA 程度である。陽子と電子の平均距離を 0.5 \AA としたとき、陽子と電子の間に仮にクーロン力がはたらくとしたら、その大きさは幾らか。ただし、 \AA はオングストロームと呼ばれ、 $1 \text{ \AA} = 10^{-10}$ m である。^{*4}
5. ♡ 電子と陽子が 1 \AA だけ離れているとき、両者間のクーロン力と万有引力を求めよ。また、クーロン力は万有引力の何倍か。ただし、電子の電荷は -1.6×10^{-19} C、その質量は 9.11×10^{-31} kg であり、万有引力定数は 6.67×10^{-11} N·m²·kg⁻² である。また、陽子の質量は電子の質量の約 1840 倍である。^{*5}
6. ◇ 3 個の電荷 Q_1, Q_2, Q_3 [C] が間隔 a [m] および $2a$ [m] で直線上に並んでいるとき、各点電荷にはたらく力を求めよ。ただし、右向きを力を正とする。^{*6}
7. ◇ 一辺の長さが a [m] の正三角形の頂点 A, B, C に、それぞれ $Q_1, Q_2, -Q_2$ [C] の点電荷があるとき、頂点 A の点電荷に働く力を求めよ。^{*7}
8. ◇ 点 A, B にそれぞれ Q [C], $-Q$ [C] の点電荷が距離 r [m] 離れて存在する。 $4Q$ [C] の第 3 の電荷をどこに置いたとき、点 B の電荷にはたらく力がゼロとなるか。その位置を求めよ。^{*8}
9. ♡ 一辺の長さが a [m] の正三角形の頂点に Q [C] の同じ点電荷があるとき、正三角形の重心 O にどのような点電荷をおいたとき、各頂点に働く力はゼロとなるか。^{*9}
10. 一辺の長さが 1 m の正三角形 A, B, C (A から左回りの順序) に、 $+1$ C, -1 C, $+2$ C の点電荷があるとき、頂点 C に働く力を求めよ。^{*10}
11. 次の問に答えよ。(1) 空気中で 1 m の距離の位置に $+2$ C と -1 C の電荷が配置されている。両者に働くクーロン力の大きさと種類(引力・斥力)を求めよ。(2) 空気中で 1 m の距離の位置に $+2$ C と $+5$ C の電荷が配置されている。両者に働くクーロン力の大きさと種類(引力・斥力)を求めよ。^{*11}
12. ♠ 水素原子核を周回する電子の軌道半径が r のとき、電子の速度 v を求めよ。また、 $r = 0.53 \text{ \AA}$ (この単位はオングストロームと読み、 $1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-10}$ m である) のとき、電子の速度は秒速何 km か。^{*12}
13. ♠ ヘリウム原子は 2 つの電子と 2 つの陽子からなる。電子軌道半径を $r = 0.5 \times 10^{-10}$ m とするとき、次の問に答えよ。(a) 2 つの電子間に働くクーロン力 F_{ee} と、陽子-電子間に働くクーロン力 F_{pe} をそれぞれ求めよ。また電子に働く合成力 $F = F_{ee} + F_{pe}$ は幾らか。(b) 2 つの電子が原子核に対して常に対極の位置を周回しているとき、電子の速度は幾らか。^{*13}
14. 静電誘導と誘電分極の違いについて説明せよ。^{*14}

*1 答え: 2.16×10^{-3} N の吸引力

*2 答え: $\pm 10^{-6}$ C

*3 答え: 4.16×10^{42}

*4 答え: 9.22×10^{-8} [N]

*5 答え: 2.25×10^{39}

*6 答え: $-\frac{Q_1(9Q_2+Q_3)}{36\pi\epsilon_0 a^2}$ [N], $\frac{Q_2(4Q_1-Q_3)}{16\pi\epsilon_0 a^2}$ [N], $\frac{Q_3}{4\pi\epsilon_0 a^2}(\frac{Q_1}{9} + \frac{Q_2}{4})$ [N]

*7 答え: $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{a^2}$, 方向は B→C

*8 答え: AB の延長上で、B の外側 $2r$ [m] の位置

*9 答え: $-\frac{Q}{\sqrt{3}}$

*10 答え: 18×10^9 N, 方向は BC を結ぶ直線から斜め左下 60°

*11 答え: (1) 1.8×10^{10} N, 引力 (2) 9.0×10^{10} N, 斥力

*12 答え: $\frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 am}}$ [m/s], 2180 km/s

*13 答え: (a) 2.3×10^{-8} , 1.84×10^{-7} , 1.61×10^{-7} , (b) 2.973×10^6

*14 答え: 静電誘導は導体に電荷を近づけると自由電子の移動によって導体表面に逆極性の電荷が誘起される現象。誘電分極では自由電荷の移動は起きないが、有極性分子が分極することで逆極性の極が誘電体表面に現れる現象。