

# 基礎物理学 試験問題

2010年7月26日

1

高温 (温度  $T$ ) の熱源から熱量  $Q$  を吸収し、低温熱源 (温度  $T'$ ) に熱量  $Q'$  を放出し、その間に仕事  $W$  を行いもとにもどるサイクルを考える。これらはいずれも正の値とする。

1.  $Q, Q', W$  の間に成り立つ式を書け。(熱力学の第1法則。)
2. 熱効率はどのように定義されるか。  $Q, W$  で表せ。
3. カルノーサイクルを仮定し、熱効率を  $T, T'$  で表せ。

2

$N$  個の  $+e$  の電荷と  $N$  個の  $-e$  の電荷が、 $a$  だけ離れて交互に直線上に配置されている。 $N$  が十分大きいとき、中心の電荷の静電エネルギーは

$$U = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a} \times 2 \ln 2$$

となることを示せ。

3

以下にあげた金属における電場の性質について、理由も含めて正しいか、正しくないか述べよ。

1. 金属内では電場は存在しない。
2. 金属に囲まれた空洞内では電場は存在しない。
3. 金属の表面では電場は必ず表面に垂直となる。

4

2つの粒子が互いに力を及ぼしあって運動している。1番目の粒子の質量は  $m_1$ 、1番目の粒子の質量は  $m_2$  で位置はそれぞれ  $\vec{x}_1, \vec{x}_2$  である。2番目の粒子から1番目の粒子には  $\vec{F}_{12}$ 、1番目の粒子から2番目の粒子には  $\vec{F}_{21}$  が働いている。

1. 二つの粒子の重心を求めよ。
2. 二つの粒子の速度をそれぞれ  $\vec{v}_1, \vec{v}_2$  とする。重心の速度を表せ。
3. 作用反作用の法則が成り立っている場合、 $\vec{F}_{12}$  と  $\vec{F}_{21}$  の間に成り立つ式を書け。
4. 作用反作用の法則が成り立っている場合、全運動量の保存則を証明せよ。

5

力学的エネルギーは、運動エネルギーとポテンシャルエネルギーの和、 $E = \frac{mv^2}{2} + V(x)$  として与えられる。力学的エネルギーの保存則を導け。