

# 基礎物理学 試験問題 (大槻)

## 持ち込み不可

2012年7月30日(月) 2限 登録コード SCT107M2

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, その間に外部に対して仕事  $\tilde{W}$  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.  $Q, Q', \tilde{W}$  の間に成り立つ式を書け.(熱力学の第1法則.)
2. 熱効率はどうのように定義されるか.  $Q, \tilde{W}$  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.
4. 冷却器の温度が  $15^\circ\text{C}$ , 効率が20%のカルノーサイクルを考える. 効率を80%にするためには, 高温熱源の温度をどれだけ上げればよいか?

2

電位  $V(x, y, z)$  が以下の表式で与えられている.

$$V(x, y, z) = \frac{kQ}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

1.  $V$  を  $x$  で偏微分せよ.
2. 電場  $\vec{E}$  を求めよ.

3

1. 線電荷密度  $\rho$  で一様に帯電しているまっすぐに伸びた細線を考える. ガウスの法則を使い, 細線から  $r$  離れた点での電場を求めよ.

以下にあげた金属における電場の性質について, 正しいか, 正しくないか述べよ. 正しい場合, 理由を述べ, 正しくない場合, 反例をあげよ.

2. 金属内では電場は存在しない.
3. 金属に囲まれた空洞内では電場は存在しない.
4. 面電荷密度  $\sigma$  で帯電した金属面における電場の強さは  $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$  で, その向きは金属面に垂直である.

4

接地されていない半径  $R$  の球殻を考える. これに電荷  $Q$  を与える. 球殻の内部の電場は0である.

1. このとき, 球殻のまわりの電場を求めよ.
2. 球殻のもつ静電エネルギーを, 電荷を無限から移動する仕事を計算することで求めよ.
3. 球殻のもつ静電エネルギーを, 球殻のまわりの電場のエネルギーを計算することで求めよ.