

2017年度熱力学 宿題 (第13回)

著作権上の問題が発生するため学生が個人的に利用することだけ認めます。くれぐれも2次配布しないでください。

学 科		学 年	年	番 号		氏 名	
--------	--	--------	---	--------	--	--------	--

1. ゴムのヘルムホルツの自由エネルギーに関して以下の間に答えよ。

(a) ゴムに一定の大きさの張力を加えながら、ゴムの温度を上げる場合、ゴムが縮むことを説明する。

i. ゴムのヘルムホルツの自由エネルギー F 、エントロピー S 、温度 T 、長さ ℓ 、張力 X の間に成り立つ関係式を答えよ。

(答)	$dF =$
-----	--------

ii. ゴムの長さ ℓ が、温度 T と張力 X を独立変数とする関数だとすると、 ℓ, T, X の間に成り立つ関係式を答えよ。

(答)	$d\ell =$
-----	-----------

iii. 前問 (b) において、長さ ℓ を固定し ($d\ell = 0$)、 $X = cT$ の関係式を用いると、 $\left(\frac{\partial \ell}{\partial T}\right)_X$ は、 c, ℓ, X, T を用いて、どのように表せるか答えよ。さらに、この結果から、張力 X を一定にして、温度 T を上げると、ゴムが縮むことを説明せよ。ただし、 c は正の定数とする。

(答)	$\left(\frac{\partial \ell}{\partial T}\right)_X =$
-----	---

(説明)	
------	--

(b) ゴムを断熱的に急激に伸ばす場合と、ゴムの温度が上昇することを説明する。

i. ゴムのエントロピー S が、温度 T とゴムの長さ ℓ を独立変数とする関数だとすると、 S, T, ℓ の間に成り立つ関係式を答えよ。

(答)	$dS =$
-----	--------

ii. ゴムのエントロピー S を、ゴムの比熱 C と温度 T を用いて表せ。

(答)	$S =$
-----	-------

iii. $\left(\frac{\partial S}{\partial \ell}\right)_T$ を c を用いて表せ.

(答)	$\left(\frac{\partial S}{\partial \ell}\right)_T =$
-----	---

iv. 以上のことから，断熱変化の場合，ゴムを伸ばすと温度が上昇することを説明しなさい.

(説明)	
------	--

2. 以下の物理量を，状態量 p, V, T を用いて表せ. 必要に応じて，マクセルの関係式を使うものとする. また，定積熱容量 C_V ，定圧熱容量 C_p ，エントロピー一定という条件を表わすために添字 S を用いて良いものとする.

(a) 体積 V が一定の条件で，エントロピー S の圧力 p に対する変化率 $\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_V$ を求めよ.

(答)	
-----	--

(b) 体積 V が一定の条件で，内部エネルギー U の圧力 p に対する変化率 $\left(\frac{\partial U}{\partial p}\right)_V$ を求めよ.

(答)	
-----	--

(c) 圧力 p が一定の条件で，エントルピー H の体積 V に対する変化率 $\left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_p$ を求めよ.

(答)	
-----	--