

平成 14 年度 東北大学工学部編入学試験問題
専門関連科目 (機械)

【熱力学】

1. 次の用語について説明せよ.

- (1) 内部エネルギーおよびエンタルピー
- (2) エントロピー
- (3) エクセルギーまたは有効エネルギー
- (4) 温度 T_1 , T_2 をそれぞれ高温熱源, 低温熱源とするカルノーサイクル

2. 圧力 $p_1 = 0.4 \text{ MPa}$, 温度 $T_1 = 300 \text{ K}$ の理想気体 10 kg が入ったシリンダ・ピストンを準静的に, ①等温膨張, または, ②断熱膨張させて, $p_2 = 0.1 \text{ MPa}$ とした. 以下の問いに答えよ. ただし, 定圧比熱 $c_p = 1.4 \text{ kJ/(kgK)}$, 比熱比 $\kappa = 1.4$ とし, 必要に応じて以下の数値を使用せよ.

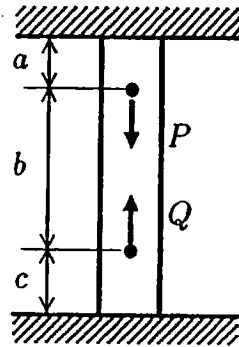
$$\ln 5 = 1.6, \quad \ln 3 = 1.1, \quad \ln 2 = 0.7,$$
$$4^{0.4} = 1.7, \quad 4^{1.4} = 7.0, \quad 4^{2/7} = 1.5, \quad 4^{7/2} = 128$$

- (1) 準静的過程に対する熱力学第 1 法則を使用して, 理想気体の断熱膨張の関係 $pv^\kappa = \text{一定}$ を導け.
- (2) このシリンダ・ピストンが膨張時に周囲に対してした仕事を①と②それぞれの場合について計算し, 値を求めよ. (計算過程も示すこと.)
- (3) 膨張前後の内部エネルギーの変化を①と②それぞれの場合について計算し, 値を求めよ. (計算過程も示すこと.)
- (4) 膨張前後のエントロピー変化量を①と②それぞれの場合について計算し, 値を求めよ. (計算過程も示すこと.)

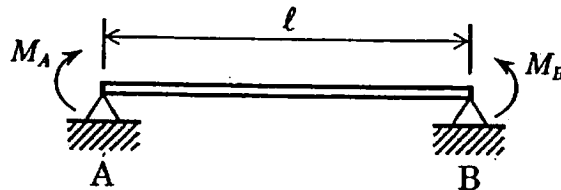
平成 14 年度 東北大学工学部編入学試験問題
 専門関連科目 (機械)

【材料力学】

1. 下図のように距離 $a+b+c$ だけ離れた上下の剛体壁の間に、断面積 A 、縦弾性係数 E 、長さ $a+b+c$ なる真直棒が挿入されて固定されており、上端から a だけ離れた位置で下向きの力 P を受け、下端から c だけ離れた位置で上向きの力 Q を受けている。棒の上端に作用する剛体壁の反力が 0 となるときの P/Q の表示を求めよ。なお棒の自重は無視するものとする。



2. 下図のように両端に曲げモーメント M_A 、 M_B を受ける長さ l 、縦弾性係数 E 、断面二次モーメント I なる両端単純支持はり AB について、A 端におけるはりのたわみ角 (傾斜) を求めよ。なおはりの自重は無視するものとする。



平成14年度東北大学工学部編入学試験問題
専門関連科目(機械)

[機械材料学]

1. 機械材料として広く用いられている鉄, アルミニウム, 亜鉛は金属材料の代表的なものである. 次の問いに答えよ.
 - (1) これら3つの金属の室温における結晶構造の模式図を描き, 結晶構造名を記せ.
 - (2) それぞれの結晶構造に対して, 原子が最も密に配列している結晶格子面(稠密原子面)および結晶方向(稠密方向)をミラー指数で示せ.
2. 鉄鋼材料において, 炭素濃度がこの材料の加熱または冷却に伴う相変態に重要な影響を及ぼし, 材料特性が大きく変化する. 次の問いに答えよ.
 - (1) 純鉄を高温で溶解後, ゆっくりと冷却した際に起こる結晶構造の変化を伴う相変態とその他の変態について説明せよ.
 - (2) 鉄-炭素二元系平衡状態図における共析組成の鉄-炭素合金を, 融体からゆっくりと常温まで冷却して得られる微細組織の特徴と強度特性について説明せよ.
3. 次の語句を簡潔に(必要であれば図を描いて)説明せよ.
 - (1) 単結晶と多結晶
 - (2) 加工材の回復と再結晶
 - (3) 延性・脆性遷移
 - (4) 疲労限

平成14年度東北大学工学部編入学試験問題
専門関連科目（機械）

【流体力学】

1. 以下の問いに答えよ.

- (1) 流速を測定する器具としてピトー管があるが、この原理をベルヌーイの定理を用いて論ぜよ. ここで、一様流の流速を V , 圧力を p_∞ , またピトー管の最先端の圧力を p_0 , 密度を ρ , 重力加速度を g とする.
- (2) 境界層のはく離に関して、圧力勾配と関連づけて層流境界層および乱流境界層の場合について論ぜよ.

2. 以下の円管内流れについて論ぜよ. ここで、管の半径を r_0 , 管軸からの距離を r , 2 標点距離 l 間の圧力を p_1, p_2 , 粘度を μ とする.

- (1) 運動量の定理を用いて壁面せん断応力 τ_0 を求めよ.
- (2) ニュートンの粘性法則式（粘性方程式）を用いて、管内速度分布 $u(r)$ を求めよ.
- (3) 層流管摩擦係数と乱流管摩擦係数の相違を論ぜよ.