

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【材料力学分野】(1/4)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

1.

問 1 (5 点)

荷重 P 、断面積 A 、長さ l 、縮み量 λ 、ひずみ ε とすると、 $\sigma = P/A$ 、 $\sigma = E\varepsilon$ 、 $\varepsilon = \lambda/l$ が成り立つ。

P 、 A 、 l については、棒 A と棒 B で同じであるため、それぞれの棒について以下の式が成り立つ。

$$\frac{P}{A} = E_A \frac{\lambda}{l}, \quad \frac{P}{A} = E_B \frac{4\lambda}{l}$$

上の 2 式から、 $E_B = E_A/4$ となる。

題意から棒 A の縦弾性係数 $E_A = 200 \text{ GPa}$ であるため、棒 B の縦弾性係数 E_B は以下のように求まる。

$$E_B = \frac{200}{4} = 50 \text{ GPa}$$

問 2 (5 点)

点 H において、液体によって生ずる圧力 p は以下ようになる。

$$p = \rho g(l - h)$$

点 H における軸方向の微小長さ dx の上下で、軸方向に垂直に仮想切断した場合を考える。その仮想切断された部分を軸方向から見たのが左図である。さらに、これを上下に仮想切断した場合を考えると下図のようになる。下図において左右に示した円周方向応力 σ_θ が作用する総面積は $2t dx$ であるので、この仮想切断した部分において円周方向に生じる内力は $2\sigma_\theta t dx$ となる。一方、その内力とつり合う圧力 p の総和は作用する断面を面積 $2r dx$ の四角形と考えれば良いから、 $2pr dx$ となる。以上のことから、次式を得る。

$$2\sigma_\theta t dx = 2pr dx$$

上の式を変形すれば、円筒に生ずる円周方向の応力 σ_θ は以下のようにになる。

$$\sigma_\theta = \frac{pr}{t}$$

点 H の圧力 P を上の式に代入すれば、点 H における円周方向応力 σ_θ は以下のように求まる。

$$\sigma_\theta = \frac{\rho g r(l - h)}{t}$$

小計

10

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【材料力学分野】(2/4)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

問 3 (5 点×3=15 点)

ねじりモーメントのつり合いの式は以下のようになる。

$$T_A + T_B = T$$

不静定問題であるので、変形の式を考える。AC 部分の C 点におけるねじれ角を φ_{AC} 、CB 部分の C 点におけるねじれ角を φ_{CB} とすれば、C 点におけるねじれ角は一致するので $\varphi_{AC} = \varphi_{CB}$ が成り立つ。したがって以下の関係が得られる。

$$\varphi_{AC} = \frac{T_A a}{G I_p} = \frac{T_B b}{G I_p} = \varphi_{CB}$$

この式とつりあいの式から、両固定端の反ねじりモーメント T_A と T_B は以下のよう求められる。

$$T_B = \frac{a}{l} T, \quad T_A = \frac{b}{l} T$$

また、C 点におけるねじれ角は、このようにして得られた反ねじりモーメントのどちらかを、ねじれ角の式に代入すれば以下のよう求められる。

$$\varphi_c = \frac{T a b}{G I_p l}$$

問 3 の別解

両固定端のうちの片方が、未知のねじりモーメントが働く自由端としてその点におけるねじれ角の式をたてる。しかし、実際には固定端であり回転しないので、その式の値は 0 となる。具体的には、仮に右側の固定端 B 点が自由端として式を立てると以下のようになる。

$$\varphi_B = 0 = \frac{T a}{G I_p} - \frac{T_B l}{G I_p}$$

この式から反ねじりモーメント T_B が求まる。また、 T_B をねじりモーメントのつり合いの式に代入することで T_A が求まる。

C 点におけるねじれ角についても、両固定端のうちの片方が、未知のねじりモーメントが働く自由端として考えれば良い。具体的には、仮に右側の固定端 B 点を自由端として考えれば以下のよう求められる。

$$\varphi_c = \frac{(T - T_B) a}{G I_p} = \frac{T_A a}{G I_p} = \frac{T a b}{G I_p l}$$

小計

15

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【材料力学分野】(3/4)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

2.

問 1 (5 点×2=10 点)

力のつり合い式は以下になる。

$$R_A + R_B - wl = 0$$

また、モーメントのつり合い式は以下になる。

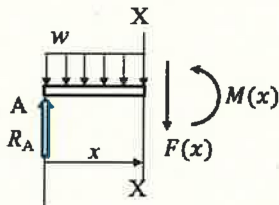
$$2R_B l - \frac{wl^2}{2} = 0 \quad (\text{A 点回り}) \quad \frac{3wl^2}{2} - 2R_A l = 0 \quad (\text{B 点回り})$$

力のつり合い式とモーメントのつり合い式から R_A および R_B は、以下のように求まる。

$$R_A = \frac{3wl}{4} \quad , \quad R_B = \frac{wl}{4}$$

問 2 (5 点)

AC 間の自由物体図は、以下になる。



分布荷重を、分布荷重の図心を通る集中荷重に置きかえ、切断面回りのモーメントのつり合い式を求めると以下になる。

$$M(x) + \frac{wx^2}{2} - R_A x = 0$$

したがって、AC 間の曲げモーメントは以下のように求まる。

$$M(x) = R_A x - \frac{wx^2}{2}$$

小計

15

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

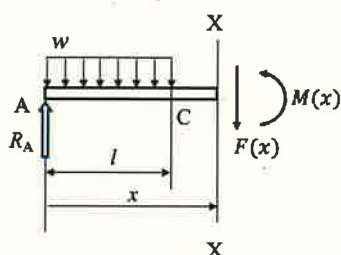
学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【材料力学分野】(4/4)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

問 3 (5 点)

CB 間の自由物体図は、以下のようになる。



分布荷重を、分布荷重の図心を通る集中荷重に置きかえ、切断面回りのモーメントのつり合い式を求めると以下のようになる。

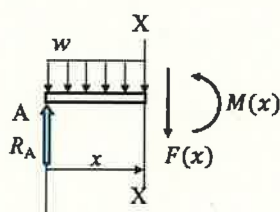
$$M(x) + \frac{wl(2x-l)}{2} - R_A x = 0$$

したがって、CB 間の曲げモーメントは以下のよう求められる。

$$M(x) = R_A x - \frac{wl(2x-l)}{2}$$

問 4 (5 点)

断面形状が同一であることから、曲げモーメントが最大の位置 x に最大曲げ応力 σ_{max} が生ずる。したがって、せん断力が 0 になる位置 x を求めれば良い。



等分布荷重は、はりの AC 側についてのみ作用していることから、せん断力が 0 になる位置 x は AC 間に存在する。そこで、AC 間の自由物体図において、力のつり合い式を求めると以下のようになる。

$$-F(x) + wx - R_A = 0$$

したがって、この式のせん断力 $F(x)$ に 0 を代入すれば、最大曲げ応力 σ_{max} が発生する位置 x は以下のよう求められる。

$$x = \frac{R_A}{w}$$

小計	合計
10	50

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【熱・流体力学分野】(1/5)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

1. (10 点)

シェジの式より、流速または流量を最大にするためには、流体平均深さ m を最大にすれば良い。さらに題意より断面積 A 一定であるから、ぬれ縁 s を最小にすれば良いことになる。

$$s = B + 2H = \frac{A}{H} + 2H$$

ここまで記述できていれば、5 点

$$\frac{ds}{dH} = -\frac{A}{H^2} + 2 = 0$$

$$\frac{A}{H^2} = 2$$

$$A = BH = 2H^2$$

$$\therefore B = 2H$$

小計

10

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【熱・流体力学分野】(2/5)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

2. (10 点)

海水中に沈めた時の円筒形容器の水面の圧力 p_1 とすると、

$$p_1 = p_0 \times \frac{100\%}{25\%} = 4p_0 \quad (1)$$

ここまで記述できていれば、5 点

したがって、パスカルの原理より、

$$p_0 + \rho gh = 4p_0$$

$$\therefore h = \frac{3p_0}{\rho g}$$

3. (5 点)

境界層 : 摩擦抵抗 (粘性) によって流れの運動が支配される壁に近い領域 (3 点)

主流 : 境界層の外側の理想流体の流れと仮定できる摩擦の影響の無い領域 (2 点)

小計

15

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【熱・流体力学分野】(3/5)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

4. (6 点)

熱力学の第一法則より、 $Q = U + W$ であるので、 $U = Q - W$ となる。

一方、 W は熱量 Q を加えたときに移動したピストンの仕事に相当するので、

$$\begin{aligned}
 W &= \int_1^2 p dv \text{ より} \\
 &= p \int_1^2 dv = p(V_2 - V_1) = p\Delta V
 \end{aligned}$$

ここで、 $\Delta V = Ax$ と表せるので、

$$\therefore W = pAx$$

これを $U = Q - W$ に代入することで、

$$\therefore U = Q - pAx$$

を得る。

小計

6

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

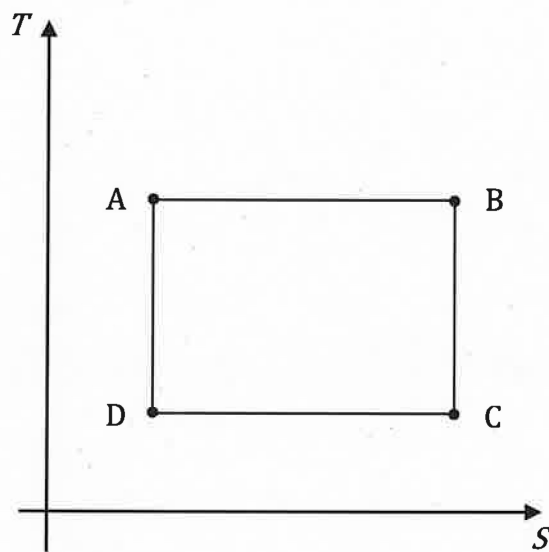
学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【熱・流体力学分野】(4/5)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

5. (19 点)

5-1 (7 点)



※ B から C に変化する場合、T 軸に平行に下方へ向かいながら、長方形 ABCD を構成する線を描いていれば正答とする。

5-2 (6 点)

$dS = \frac{dQ}{T}$ より

$$dQ = TdS$$

両辺を (状態 A から状態 B まで) 積分すると

$$\int_A^B dQ = \int_A^B TdS$$

$$\therefore Q_1 = T_1[S]_A^B$$

$$\therefore Q_1 = T_1(S_B - S_A) = T_1(S_2 - S_1)$$

小計

13

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【熱・流体力学分野】(5/5)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

5 - 3 (6 点)

前問と同様に計算することで、

$$Q_2 = T_2(S_C - S_D) = T_2(S_2 - S_1)$$

また、熱効率 η は

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\therefore \eta = 1 - \frac{T_2(S_2 - S_1)}{T_1(S_2 - S_1)}$$

$$\therefore \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

小計	合計
6	50

令和7年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【電気磁気学分野】(1/3)

選択	受験番号	氏 名
		模範回答

1. (a) $E_0 = \frac{V}{d} = \frac{1000}{10^{-3}} = 1 \text{ V/m}$
 $D_0 = \epsilon_0 E_0 = 8.85 \times 10^{-12} \times 1 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C/m}^2$

5点

(答) $E_0 = 1 \text{ [V/m]}$ $D_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ [C/m}^2\text{]}$

(b) $D_1 = D_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C/m}^2$
 $D_1 = \epsilon_s \epsilon_0 E_1 \Rightarrow E_1 = \frac{D_1}{\epsilon_s \epsilon_0} = \frac{8.85 \times 10^{-12}}{10 \times 8.85 \times 10^{-12}} = 0.1 \text{ V/m}$

5点

(答) $E_1 = 0.1 \text{ [V/m]}$ $D_1 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ [C/m}^2\text{]}$

(c) $C = \frac{\epsilon_s \epsilon_0 S}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 10 \times 100 \times 10^{-3} \times 10^{-3}}{10^{-3}} = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F}$

5点

(答) $C = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F}$

小計

15

令和7年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【電気磁気学分野】(2/3)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

2. (a) 閉曲面の面積 $S = 2\pi r$ 、 $ES = \frac{Q}{\epsilon_s \epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q}{2\pi \epsilon_s \epsilon_0 r} [\text{V/m}]$

5点

(答) $E = \frac{Q}{2\pi \epsilon_s \epsilon_0 r} [\text{V/m}]$

(b) $r > b$ のとき $E = 0$ であるから、

$$V = - \int_b^a E dr - \int_{\infty}^b 0 dr = - \int_b^a \frac{Q}{2\pi \epsilon_s \epsilon_0 r} dr = \frac{Q}{2\pi \epsilon_s \epsilon_0} \log \frac{b}{a} [\text{V}]$$

5点

(答) $V = \frac{Q}{2\pi \epsilon_s \epsilon_0} \log \frac{b}{a} [\text{V}]$

(c) $Q = CV \Rightarrow C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{Q}{2\pi \epsilon_s \epsilon_0} \log \frac{b}{a}} = \frac{2\pi \epsilon_s \epsilon_0}{\log \frac{b}{a}} [\text{F/m}]$

5点

(答) $C = \frac{2\pi \epsilon_s \epsilon_0}{\log \frac{b}{a}} [\text{F/m}]$

小計

15

令和7年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【電気磁気学分野】(3/3)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

3. (a) 線路 a に流れる電流が線路 b に及ぼす磁界は $H_a = \frac{I}{2\pi D}$ 、磁束密度は $B_a = \mu_s \mu_0 H = \frac{\mu_s \mu_0 I}{2\pi D}$
したがって、 $F = IB_a l = \frac{\mu_s \mu_0 I^2 l}{2\pi D} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi D}$ [N/m]、向きは反発する向き

5 点

$$(答) F = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi D} \text{ [N/m]}, \text{ 向き: 反発する向き}$$

- (b) 線路 a による磁界は $H_a = \frac{I}{2\pi x}$ 、線路 b による磁界は $H_b = \frac{I}{2\pi(D-x)}$ となる。

$$x \text{ における磁束密度は } B = \mu_s \mu_0 (H_a + H_b) = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I}{2\pi(D-x)} \text{ [T]}$$

5 点

$$(答) B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I}{2\pi(D-x)} \text{ [T]}$$

$$(c) \text{ 磁束 } \phi = BS = \int_r^{D-r} B \cdot 1 dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_r^{D-r} \frac{1}{x} + \frac{1}{D-x} dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} [\log x - \log(D-x)]_r^{D-r}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{\pi} \log \frac{D-r}{r} \text{ [Wb]}$$

5 点

$$(答) \phi = \frac{\mu_0 I}{\pi} \log \frac{D-r}{r} \text{ [Wb]}$$

$$(d) L = \frac{\phi}{I} = \frac{\mu_0 I}{\pi I} \log \frac{D-r}{r} = \frac{\mu_0}{\pi} \log \frac{D-r}{r} \text{ [H/m]}$$

5 点

$$(答) L = \frac{\mu_0}{\pi} \log \frac{D-r}{r} \text{ [H/m]}$$

小 計	合 計
20	50

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【電気回路分野】(1/3)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

1.

各 5 点

- (a) 図 1 より、周波数 $f = 1/20 \text{ ms} = 50 \text{ Hz}$
 位相差 $\theta = 2.5 \text{ ms}/20 \text{ ms} \times 2\pi \text{ rad} = \pi/4 \text{ rad}$
 電流振幅 $I_m = 10\sqrt{2} \text{ A}$
 以上より、 $i(t) = 10\sqrt{2} \sin(100\pi t + \pi/4) \text{ A}$

(a) 解答欄

$$i(t) = 10\sqrt{2} \sin(100\pi t + \pi/4) \text{ A}$$

- (b) 有効電力 $P = VI \cos \theta = 1000/\sqrt{2} = 500\sqrt{2} \text{ W}$
 無効電力 $Q = VI \sin \theta = 1000/\sqrt{2} = 500\sqrt{2} \text{ var}$

(b) 解答欄

$$P = 500\sqrt{2} \text{ W}$$

$$Q = 500\sqrt{2} \text{ var}$$

- (c) インピーダンス

$$\begin{aligned} \dot{Z} &= \frac{\dot{V}}{\dot{I}} = \frac{100\angle 0^\circ}{10\angle 45^\circ} = 10\angle -45^\circ \Omega \\ &= \frac{10}{\sqrt{2}} - j\frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}(1-j) \Omega \end{aligned}$$

(c) 解答欄

$$\dot{Z} = 5\sqrt{2}(1-j) \Omega$$

小計

20

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【電気回路分野】(2/3)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

2.

各 5 点

(a) インピーダンス

$$\dot{Z} = 1 + j\sqrt{3} = \sqrt{1^2 + \sqrt{3}^2} \angle \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{3}}{1} \right) = 2 \angle 60^\circ \Omega$$

(a) 解答欄

$$\dot{Z} = 2 \angle 60^\circ \Omega$$

(b) 相電圧の実効値 $E = 200/\sqrt{3}$ V より,

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{\frac{200}{\sqrt{3}}}{2} = \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

(b) 解答欄

$$I = 100/\sqrt{3} \text{ A}$$

(c) 三相分の有効電力

$$P = 3EI \cos 60^\circ = 3 \cdot \frac{200}{\sqrt{3}} \cdot \frac{100}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} = 10000 \text{ W}$$

(c) 解答欄

$$P = 10000 \text{ W}$$

小計

15

令和 7 年度木更津工業高等専門学校専攻科

学力選抜 解答用紙

機械・電子システム工学専攻【電気回路分野】(3/3)

選択	受験番号	氏 名
		模範解答

3.

各 5 点

(a) $t < 0$ sにおいて定常状態にある場合, インダクタンス L の電圧降下は 0 Vであるため,
 $v_R(0) = E$ [V]

(a) 解答欄

$$v_R(0) = E \text{ [V]}$$

(b) $i_L(t)$ について微分方程式を立てると,

$$Ri_L(t) = -L \frac{d}{dt} i_L(t)$$

$$i_L(t) = Ae^{Bt} \text{とおくと, } \frac{d}{dt} i_L(t) = AB e^{Bt} \text{ より}$$

$$B = -R/L, i_L(0) = E/R \text{ より, } A = E/R$$

$$\text{以上より, } i_L(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t} \text{ [A]}$$

(b) 解答欄

$$i_L(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t} \text{ [A]}$$

(c) 電力 $p_R(t)$ を $0 \leq t \leq \infty$ の範囲で時間積分する

$$W = \int_0^\infty p_R(t) dt = \frac{E^2}{R} \cdot \left(-\frac{L}{2R}\right) \cdot \left[e^{-2\frac{R}{L}t}\right]_0^\infty = \frac{1}{2} L \frac{E^2}{R^2} \text{ [J]}$$

(c) 解答欄

$$W = \frac{1}{2} L \frac{E^2}{R^2} \text{ [J]}$$

小計	合計
15	50