

I 類

機 械 専 門 問 題

令和 7 年度施行 特別区職員 I 類採用試験【秋試験】

指示があるまで開いてはいけません。

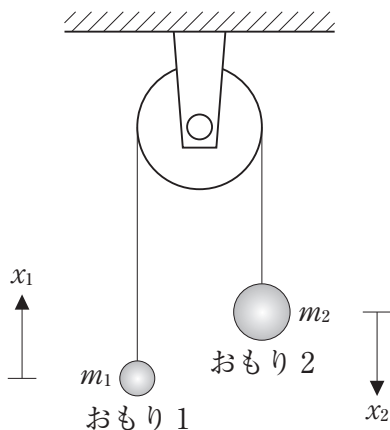
注 意

- 1 問題は、〔問題 1〕から〔問題 6〕まで 6 題あり、このうち 4 題を任意に選択して解答してください。4 題を超えて解答した場合は、〔問題 1〕以降解答数が 4 に達したところで採点を終了し、4 を超えた分については採点しないので、注意してください。
- 2 解答は解答用紙に記入してください。問題に記入しても採点しません。
- 3 解答時間は 1 時間 30 分です。
- 4 問題の内容に関する質問には、一切お答えしません。
- 5 問題集を切り取ることは固く禁じます。
- 6 問題集は、持ち帰ってください。

特 別 区 人 事 委 員 会

[機械 問題 1]

次の図のように、質量 m_1 のおもり 1 と質量 m_2 のおもり 2 を糸で連結し、これを滑車に掛けたアトウッドの装置がある。今、糸がたるまない状態で静止させていたおもりを静かに放したとき、次の問(1)～(3)に答えよ。ただし、おもりの質量は $m_2 > m_1$ 、おもり 1 及びおもり 2 の初めの位置からの変位を図の矢印の向きを正として x_1 、 x_2 、重力加速度を g 、糸に生じる張力を T とし、糸の伸び、糸の太さ、糸の質量及び滑車の回転の摩擦、滑車の質量は無視する。



(1) 次の①～③に該当する式を下の式群から 1 つずつ選び、その記号を解答欄に記入せよ。

- ① おもり 1 の運動方程式
- ② おもり 2 の運動方程式
- ③ x_1 と x_2 の間に成り立つ関係式

<式群>

$$\text{ア } m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} = T - m_1 g \quad \text{イ } m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} = T + m_1 g \quad \text{ウ } m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} = m_1 g - T$$

$$\text{エ } m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} = m_1 g T \quad \text{オ } m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} = T - m_2 g \quad \text{カ } m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} = T + m_2 g$$

$$\text{キ } m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} = m_2 g - T \quad \text{ク } m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} = m_2 g T \quad \text{ケ } x_1 < x_2$$

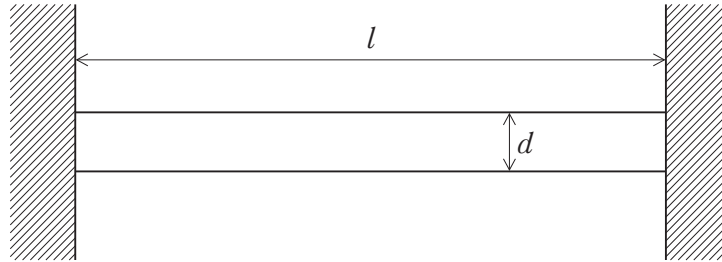
$$\text{コ } x_1 = x_2 \quad \text{サ } x_1 > x_2 \quad \text{シ } x_1 \neq x_2$$

(2) m_1 、 m_2 を用いて、おもり 1 にはたらく加速度 $\frac{d^2 x_1}{dt^2}$ を表せ。

(3) $m_1 = 30 \text{ kg}$ 、 $m_2 = 32 \text{ kg}$ のおもりを用い、おもり 1 が 1 m 移動するのに 2.53 秒 を要したとき、この結果から重力加速度 g の値を計算の過程を示して求めよ。

〔機械 問題 2〕

次の図のように、温度 20°C で剛体壁に両端を固定された長さ $l = 1.0\text{ m}$ 、直径 $d = 100\text{ mm}$ の軟銅棒がある。この棒を 70°C に加熱したとき、次の(1)～(3)を計算の過程を示して求めよ。ただし、縦弾性係数 $E = 206\text{ GPa}$ 、線膨張係数 $\alpha = 11.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ とする。



- (1) 棒のひずみ ε
- (2) 棒に生じる熱応力 σ
- (3) 棒が壁面を押す力 P

〔機械 問題 3〕

次の問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 次の①～④は、理想気体の比熱に関する記述であるが、文中の空所 A～F に該当する式を解答欄に記入せよ。ただし、 h を比エンタルピー、 u を比内部エネルギー、 P を圧力、 v を比体積、 T を絶対温度とする。

- ① 質量 1 kg の物体に dq の熱量が加えられて温度が dT だけ上昇するとき、比熱 c は、 $c = \boxed{\text{A}}$ で表される。
- ② 定容比熱 c_v は、熱力学の第一法則の式 $dq = \boxed{\text{B}}$ より、体積一定の変化となることから、 $c_v = \boxed{\text{C}}$ と表される。
- ③ 定圧比熱 c_p は、熱力学の第一法則の式 $dq = \boxed{\text{B}}$ と比エンタルピーの定義式 $h = \boxed{\text{D}}$ より、圧力一定の変化となることから、 $c_p = \boxed{\text{E}}$ と表される。
- ④ 状態式 $Pv = RT$ より、定容比熱 c_v 、定圧比熱 c_p 及びガス定数 R の関係は、 $R = \boxed{\text{F}}$ で表される。

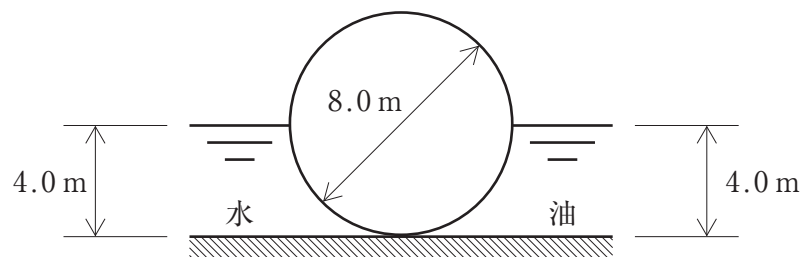
- (2) 空気 10 kg を圧力一定のもとで、20℃ から 800℃ に加熱したとき、次の①、②を計算の過程を示して求めよ。ただし、定圧比熱 $c_p = 1.005 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、定容比熱 $c_v = 0.718 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ とする。

- ① エンタルピーの変化量
② 内部エネルギーの変化量

〔機械 問題 4〕

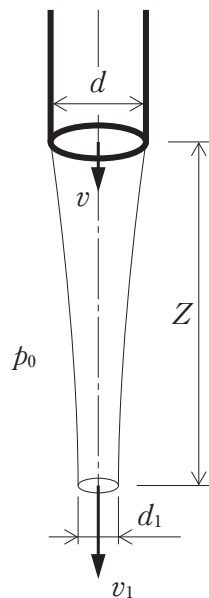
次の問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 次の図のように、直径8.0 m、長さ10.0 m、重さ123 kNの円柱によって水と油が分けられており、円柱の右側に比重0.90の油が、左側に水が、深さ4.0 mまで入っている。このとき、円柱に作用する水平分力 F_H と鉛直分力 F_V を計算の過程を示して求めよ。ただし、重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。



- (2) 次の図のように、非圧縮性流体が鉛直下方を向いた直径 d の円管から大気圧 p_0 のもとに流速 v で流出している。管出口より Z 下方の位置における次の①、②に該当する式を下の式群から1つずつ選び、その記号を解答欄に記入せよ。ただし、重力加速度を g とする。

- ① 流速 v_1
② 直径 d_1



<式群>

ア $\sqrt{2gZ}$

イ $2gZ$

ウ $d\left(\frac{v^2}{2gZ}\right)^{\frac{1}{4}}$

エ $d\left(\frac{v^2}{2gZ}\right)^{\frac{1}{2}}$

オ $d\left(\frac{v^2}{v^2 + 2gZ}\right)^{\frac{1}{4}}$

カ $d\left(\frac{v^2}{v^2 + 2gZ}\right)^{\frac{1}{2}}$

キ $\sqrt{v^2 + 2gZ}$

ク $v^2 + 2gZ$

〔機械 問題 5〕

次の問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 次の文は、金属の加工と熱処理に関する記述であるが、文中の空所ア～オに該当する語を解答欄に記入せよ。

金属の塑性加工において、加工温度が ア 温度より高い場合は イ 加工、低い場合は ウ 加工という。特に ウ 加工では加工硬化が大きく、無理に加工を続けると割れが生じることがある。そのため、 エ という熱処理を施して組織を調整し軟化させる。ただし、 ア 温度よりもさらに高温に加熱すると オ な結晶粒となり、機械的性質が悪化する。

- (2) 亜共析鋼の標準組織（徐冷したときの組織）に関する次の問①、②に答えよ。ただし、共析点を 0.80 mass% C とする。

- ① 炭素量と組織割合の関係について説明せよ。
- ② 0.20 mass% C の標準組織を構成する組織の名称とその組織割合〔%〕を解答欄に記入せよ。

〔機械 問題 6〕

次の問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 次の表は、制御系のステップ応答から得られる過渡応答特性に関する用語を表したものであるが、表中の空所ア～エに該当する語を下の語群から1つずつ選び、その記号を解答欄に記入せよ。

用 語	説 明
ア	応答が最終値の $\pm 5\%$ など許容範囲に落ち着くまでの時間
イ	最大オーバーシュートに達するまでの時間
ウ	応答が最終値の 10% から 90% まで変化するのに要する時間
エ	応答が最終値の 50% に達するまでの時間

<語群>

- A 行過ぎ時間 B 遅れ時間 C 時定数 D 整定時間
E 立上がり時間 F プランク時間

- (2) 次の伝達関数 $G(s)$ の単位ステップ応答 $y(t)$ を計算の過程を示して求めよ。

$$G(s) = \frac{4}{s^2 + 3s + 2}$$