

【共通問題】 解答例

- (1) 次の定積分の値を求めなさい。途中の計算式の展開も書くこと。

$$\int_1^2 (2x^2 + 3x) dx$$

$$\begin{aligned}\int_1^2 (2x^2 + 3x) dx &= 2 \int_1^2 x^2 dx + 3 \int_1^2 x dx = 2 \left[\frac{1}{3} x^3 \right]_1^2 + 3 \left[\frac{1}{2} x^2 \right]_1^2 \\ &= 2 \left(\frac{8}{3} - \frac{1}{3} \right) + 3 \left(\frac{4}{2} - \frac{1}{2} \right) = \frac{55}{6}\end{aligned}$$

- (2) 次の等式が成り立つことを証明しなさい。

$$\sin(\alpha + \beta) \times \sin(\alpha - \beta) = \sin^2 \alpha - \sin^2 \beta$$

(積を和に、和を積になおす公式より)

$$\sin(\alpha + \beta) \times \sin(\alpha - \beta) = \frac{1}{2} \{ \cos[(\alpha + \beta) - (\alpha - \beta)] - \cos[(\alpha + \beta) + (\alpha - \beta)] \}$$

$$= \frac{1}{2} \{ \cos 2\beta - \cos 2\alpha \}$$

(半角の公式より)

$$= \frac{1}{2} \{ (1 - 2 \sin^2 \beta) - (1 - 2 \sin^2 \alpha) \}$$

$$= \sin^2 \alpha - \sin^2 \beta$$

【共通問題】 解答例

- (3) 空気抵抗を無視したとき、異なる重さの2つの物体を同じ高さから同時に落とすと、同時に地面に到達する。その理由を説明しなさい。

(例)

空気抵抗を無視すると、すべての物体は質量に関係なく同じ重力加速度 g で落下する。そのため、初速度と落下高さが同じであれば、運動の仕方は同一となり、同時に地面に到達する。

- (4) ある物体を静かに手を放して自由落下させたところ、地面に到達するまでに2.0秒かかった。次の間に答えなさい。

なお、空気抵抗は無視する。また、重力加速度の大きさは $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。

- (a) 地面に到達したときの速さを求めなさい。答えに単位も書くこと。

$$v = gt = 9.8 \times 2.0 = 19.6$$

答え 19.6 m/s

- (b) 物体を落とした高さをもとを求めなさい。答えに単位も書くこと。

$$y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times (2.0)^2 = 19.6$$

答え 19.6 m

【機械工学】

【設問1】

軸と穴の関係を示す「はめあい」において、「すきま」と「しめしろ」がなにを示すものか説明せよ。

<解答例>

「はめあい」において、「すきま」は軸の直径が穴の直径より短い（小さい）場合における直径の差を示すもので、「しめしろ」は軸の直径が穴の直径より長い（大きい）場合における直径の差を示している。

<ポイント>

- ・「すきま」や「しめしろ」が軸と穴の直径差に関する指標であることを説明している
- ・「すきま」が生じる軸と穴の寸法関係を正しく示している
- ・「しめしろ」が生じる軸と穴の寸法関係を正しく示している

【設問2】

回転運動を対象とした摩擦車伝動と歯車伝動の違いを「①構造の複雑さ」と「②伝動できるトルクの大きさ」から述べよ。また、②の違いが生じる理由についても述べよ。

<解答例>

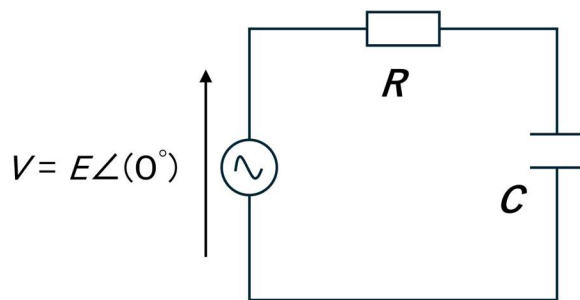
摩擦車伝動は歯車伝動よりも機構の構造が単純である。摩擦車伝動は歯車伝動よりも伝動できるトルクの大きさが小さい。この理由として、歯車のような噛み合いがない摩擦車伝動では、摩擦車間ですべりが生じやすく、大きなトルクを伝動しにくいことが挙げられる。

<ポイント>

- ・構造の違いを正しく述べている
- ・伝動できるトルクの大きさの違いを正しく述べている
- ・摩擦車伝動のすべりが伝動できるトルクの大きさに寄与していることを述べている

設問 1

次の回路の電圧源を流れる電流の大きさを求めよ。電源の電圧、回路のインピーダンス、電流をベクトルで表現し、電源の電圧の位相に対して、電流の位相が、遅れなのか、同相なのか、進みなのかを説明せよ。



解答例

$$\dot{I} = E\angle(0^\circ) / Z\angle(\theta)$$
$$|\dot{Z}| = \sqrt{R^2 + (1/\omega C)^2}$$
$$\theta = |\tan^{-1}(-1/\omega C R)|$$

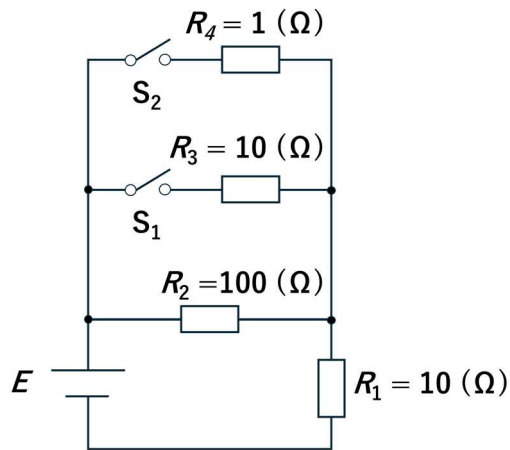
インピーダンスの角度は負となるため、電流の位相は電源電圧の位相に対して進みの位相となっている。

設問 2

次の回路において以下の 3 つの状態での抵抗 R_1 に流れる電流の大きさを求めよ。

- ① スイッチ S_1 と S_2 が開いているとき
- ② スイッチ S_2 が開いたままスイッチ S_1 を閉じたとき
- ③ スイッチ S_1 と S_2 を閉じたとき

さらに上記の 3 つの状態で、 R_1 での発熱量を考えたときに、発熱量の多い順番はどうなるか
発熱量と電流の関係式を示し、説明せよ。



解答例

- ① スイッチ S_1 、 S_2 が開いているとき
 $I = E / (100 + 10) \text{ (A)}$

- ② スイッチ S_2 が開いたままスイッチ S_1 を閉じたとき
 $I = E / (10 * 100 / (110) + 10) \text{ (A)}$

- ③ スイッチ S_1 と S_2 を閉じたとき
 $I = E / [\{ 1 / \{ (1/1) + (1/10) + (1/100) \} + 10 \}] \text{ (A)}$

抵抗 R_1 での発熱量は $R_1 I^2$ で決まり、電流の大きい順に発熱量が大きくなる。よって

- ① → ② → ③ の順で発熱量は増加していく

【電気電子工学・情報工学】 解答例

設問 3

アナログ信号をデジタル信号に変換する AD変換は、標本化、量子化、符号化の3つの段階で行う。それぞれの段階の処理内容について注意すべき事項も含めて説明しなさい。また、標本化定理（サンプリング定理）とはどのような定理であるかを説明し、標本化の周期を T 、信号の最大周波数を f_m とするとときの関係式を示しなさい。

解答例：

AD変換は以下の3つの段階に沿って行われる。

- ・標本化は、アナログデータを一定の時間間隔で取り出す（時間方向について離散化を行う）処理である。間隔が長すぎるとサンプル数が少なくなり、処理が早く済むが情報が失われ元のデータに戻せなくなる。また間隔が短すぎるとサンプル数が多くなり、失われる情報量は少なくなるが処理に時間がかかる。
- ・量子化は、標本化されたデータを決められた信号の振幅間隔に沿って区切る（振幅方向についての離散化を行う）処理である。間隔が大きすぎると誤差が増え、信号の精度が低下する。また間隔が短すぎると信号の精度は向上するが、符号化したときのビット数が多くなり処理に時間がかかる。
- ・符号化は、量子化したデータの振幅レベルを 0, 1 の2進数の組み合わせで表す処理である。

また、標本化定理とは、アナログ信号をデジタル信号に正確に変換・復元するためには信号の最大周波数 f_m の少なくとも2倍以上の周波数で標本化する必要があることを示している。標本化の周期を T とすると、この定理を式で表すと次のような関係で表すことができる。

$$T \leq \frac{1}{2f_m}$$

【応用化学・材料工学】 解答例

設問 1 「アレニウスの酸・塩基の定義」と「ブレンステッドとローリーの酸・塩基の定義」を説明し、その違いを解説しなさい。

アレニウスの酸・塩基の定義では、酸とは、水に溶けて水素イオン H^+ を生じる物質であり、塩基とは、水に溶けて水酸化物イオン OH^- を生じる物質である。

ブレンステッドとローリーの酸・塩基の定義では、酸とは、水素イオン H^+ を与える分子やイオンであり、塩基とは、水素イオン H^+ を受け取る分子やイオンである。

ブレンステッドとローリーの酸・塩基の定義によると、水溶液以外でも酸と塩基を説明できるようになり、また、水素イオン H^+ にのみ着目するので、水酸化物イオン OH^- を生じない物質でも塩基として定義できる。

設問 2 ケイ素 Si にホウ素 B をドーピングした p 型半導体と、ケイ素 Si にリン P をドーピングした n 型半導体について、ケイ素 Si、ホウ素 B、リン P の価電子の数に着目して、電流が流れる原理を説明しなさい。

価電子の数は、13 族のホウ素 B は 3 個、14 族のケイ素 Si は 4 個、15 族のリン P は 5 個である。

ケイ素 Si にホウ素 B をドーピングした p 型半導体では、ホウ素 B の価電子がケイ素 Si より 1 個少ないため、正電荷の正孔が生じる。この正孔が原子間を移動することで電流が流れる。

ケイ素 Si にリン P をドーピングした n 型半導体では、リン P の価電子がケイ素 Si より 1 個多いため、余分な電子が生じる。この電子が原子間を移動することで電流が流れる。

【土木工学・建築学】 解答例

設問1 単純ばりの中央に集中荷重が作用している。そのはりが、100kNの荷重に耐えられるかを判断するための計算手順を説明しなさい。図や式を使って説明しても良い。

【解答例】

計算手順を以下に示す。

- 1) 反力を計算し、最大曲げモーメントの値 $M_{\max}$ を求める。
単純ばりの中央に荷重Pが作用する場合、最大曲げモーメント $M_{\max} = PL/4$ となる。
- 2) 最大曲げモーメント $M_{\max}$ を用いて曲げ応力 $\sigma = M_{\max} y/I$ を求める。
(または、曲げ応力 $\sigma = M_{\max} / Z$ ここで $Z = I/y$ は断面係数)
ここで I は断面2次モーメント、 y は中立軸からの最大距離である。
- 3) 求めた曲げ応力 σ が許容曲げ応力 σ_a 以下 ($\sigma \leq \sigma_a$) であれば、耐えられると判断できる。

設問2 短柱の「核点」と長柱の「座屈」について説明しなさい。

【解答例】

「核点」：荷重から最も離れている縁端に引張応力が生じないような（応力がゼロとなるような）荷重の作用点を核点という。

「座屈」：柱の軸方向に圧縮力が作用している際に、ある一定の荷重に達すると横方向に曲がって大きく変形し、それ以上の荷重に耐えられなくなる現象をいう。