

# 令和6年度専攻科入学者選抜（学力選抜）検査問題

## 電子機械システム工学専攻

# 専 門 科 目

### （注意）

- 1 問題用紙は、指示があるまで開かないこと。
- 2 問題用紙は、1ページ～5ページまでである。  
検査開始の合図の後で確かめること。
- 3 解答は、すべて解答用紙に記入すること。
- 4 電卓は使用できない。

# 電子機械システム工学専攻専門科目 (問題用紙)

(1/5ページ)

[1] 以下の物理基礎に関する (1) ~ (3) までの問いに解答せよ。

- (1) 以下の記述について、正しいものには○を、間違っているものには×をつけよ。
- (ア) 物体に力がはたらくと、物体には力と同じ向き velocity が常に生じる。
  - (イ) 動摩擦力や垂直抗力などの保存力でない力が仕事をすると、その力のする仕事の量だけ力学的エネルギーが変化する。
  - (ウ) 音速は振動数と波長によって決まる。
  - (エ) 外力による力積が加わらないとき、物体系全体の運動量の和は一定に保たれる。
  - (オ) 重力加速度の大きさは、地表から離れると小さくなる。

(2) 図 1-1 のように、振動数 2.5 Hz の正弦波が  $x$  軸に沿って正の向きに進んでいる。物理量を解答する際は適切な単位も記述すること。

- (ア) 正弦波の振幅を求めよ。
- (イ) 正弦波の波長を求めよ。
- (ウ) 正弦波の周期を求めよ。
- (エ) 正弦波の速さを求めよ。
- (オ) 0.1 s 後の波形を描け。またその時の点 P の変位はいくらか。

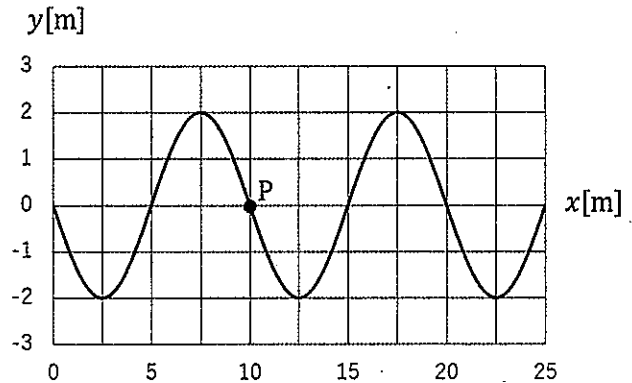


図 1-1 振動数 2.5 Hz の正弦波

(3) 地球のまわりを等速円運動している静止衛星がある。静止衛星の質量を  $m$ 、地球の自転周期を  $T$ 、地球の質量を  $M$ 、地球の半径を  $R$ 、万有引力定数を  $G$  として以下の間に答えよ。

- (ア) 静止衛星の軌道半径を  $r$  として静止衛星の速さを  $r$  と  $T$  を用いて表せ。
- (イ) 静止衛星の軌道半径  $r$  を  $T, M, R, G$  を用いて表せ。

次に、等速円運動していた静止衛星は点 P で瞬間的に減速し、図 1-2 のような楕円軌道を描いて地表の点 Q に到達した。点 P は楕円軌道において地球から最も離れる点、点 Q は地球に最も近づく点である。ここで、静止衛星の軌道半径は  $7R$  であるとする。

- (ウ) 点 P での減速後の速さを  $v_p$ 、点 Q での速さを  $v_q$  として、これらが満たすべき式を  $v_p, v_q, M, m, R, G$  を用いて 2 つ書け。
- (エ) 点 P での減速後の速さ  $v_p$  を  $M, R, G$  を用いて表せ。

# 電子機械システム工学専攻専門科目（問題用紙）

(2/5ページ)

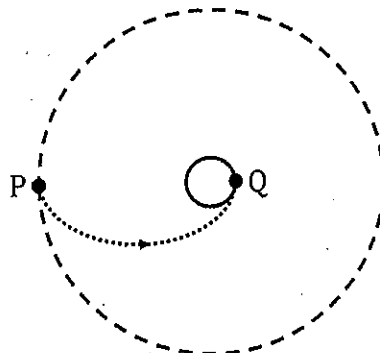


図 1-2 減速後の静止衛星の軌道

[2] (1) ~ (2) の問いにおいて、重力加速度の大きさを  $g$ 、鉛直下向きを正とする。

(1) 時刻  $t$  における物体の速さを  $v(t)$  とする。風のない空気中にて、質量  $m$  の物体が大きさ  $bv(t)$  ( $b$  は正定数) の空気抵抗を受けながら鉛直下向きに落下した。

(ア) 物体の速さ  $v(t)$  に関する運動方程式を立てよ。

(イ) 時刻  $t = 0$  での速さを  $v(0) = 0$  として運動方程式を解き、速さ  $v(t)$  を求めよ。

(ウ) 終端速度を求めよ。

(2) ばね定数  $k$  のばねの一端を天井に固定して鉛直に吊るし、ばねの下端に質量  $m$  のおもりをつけると、ばねが自然長から伸びてある位置でつり合う。おもりをそのつり合い位置から距離  $L$  だけ下に引っ張り、そっと手を離して上下に振動させた。

(ア) ばねの自然長からつり合い位置までの伸びを求めよ。

(イ) つり合いの位置を座標原点とし、時刻  $t$  におけるおもりの位置を  $x(t)$  としたとき、おもりの位置  $x(t)$  に関する運動方程式を立てよ。ただし空気抵抗は無視する。

(ウ) 運動方程式を解き、位置  $x(t)$  を決定せよ。

# 電子機械システム工学専攻専門科目（問題用紙）

(3/5ページ)

[3]

(1) 次の文の①～⑩に入る適切な語句・数値を答えなさい。

導体に流れる電流によって生じる熱量は、 $\boxed{\text{①}}$  の2乗と導体の  $\boxed{\text{②}}$  と電流が流れた  $\boxed{\text{③}}$  に比例する。これを  $\boxed{\text{④}}$  の法則といい、生じた熱を  $\boxed{\text{⑤}}$  という。電流によって生じる  $\boxed{\text{⑥}}$  あたりの電気エネルギーを  $\boxed{\text{⑦}}$  といい、単位に[W]や[kW]を用いる。

ある時間電流が流れたときの電気エネルギーの総量を  $\boxed{\text{⑧}}$  といい、単位には[W・s]や[W・h]、[J]を用いる。

1 [kW・h] =  $\boxed{\text{⑨}}$  [W・s] =  $\boxed{\text{⑩}}$  [kJ] である。

(2) 抵抗値が異なる抵抗 $R_1$  [ $\Omega$ ]と $R_2$  [ $\Omega$ ] ( $R_1 < R_2$ とする)を図1(a)のように直列に接続し、60 [V]の直流電圧を加えたところ、回路には12 [A]の電流が流れた。次に、この抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ を図1(b)のように並列に接続し、60 [V]の直流電圧を加えたところ、回路に流れる電流は50 [A]であった。このときの $R_1$ および $R_2$ の抵抗値を答えなさい。

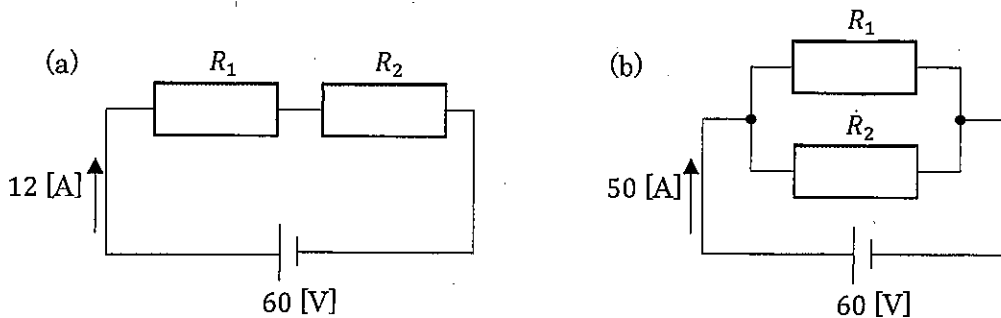


図1

(3) 図2のように、内部抵抗 $r = 0.2$  [ $\Omega$ ]、起電力 $E = 9$  [V]の電池2個を並列に接続した電源に、抵抗 $R = 0.9$  [ $\Omega$ ]の負荷を接続した回路がある。

この回路について、抵抗 $R$ で消費される電力を求めなさい。ただし、導出にはキルヒホッフの法則を用いること。

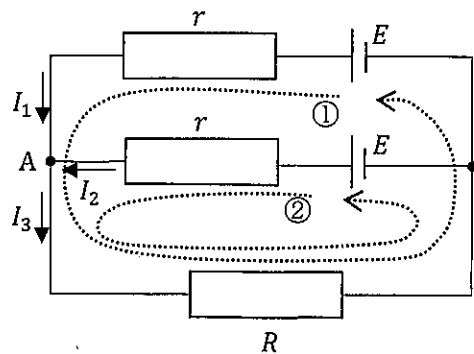


図2

# 電子機械システム工学専攻専門科目 (問題用紙)

(4/5ページ)

[4]

(1) 正弦波交流に関して以下の問いに答えよ。

(1-a) 実効値 $I$ が5 [A]、周波数 $f$ が60 [Hz]、初期位相 $\theta$ が0 [rad]の電流の瞬時値 $i$ を表す式を求めよ。

(1-b) 平均値 $I_a$ はいくらか。ただし、小数点第一位まで求めよ。

(1-c) 瞬時値が5 [A]となるのはこの電流が0となる瞬間から何秒後か。ただし、小数点第二位まで求めよ。

(2) 起電力 $e$ と電流 $i$ が次式で表されるとき、 $e$ と $i$ の位相差はいくらか。

$$e = 50 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ [V]}, \quad i = 5 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ [A]}$$

(3) 周波数60 [Hz]の正弦波交流において、位相差 $\pi/3$  [rad]は何秒の時間差になるか。ただし、小数点第二位まで求めよ。

(4) 電圧の瞬時値 $v_1 = V_m \sin \omega t$  [V]、 $v_2 = V_m \cos \omega t$  [V]であるとき、加法定理を用いて合成電圧の瞬時値 $v$ を求めよ。

(5) 図3のような回路において、抵抗 $R_1 = 10$  [ $\Omega$ ]、 $R_2 = 20$  [ $\Omega$ ]、リアクタンス $X_L = 20$  [ $\Omega$ ]で、 $R_2$ に流れる電流 $i_2$ の大きさが10 [A]であった。また、 $X_L$ に流れる電流 $i_L$ とする。

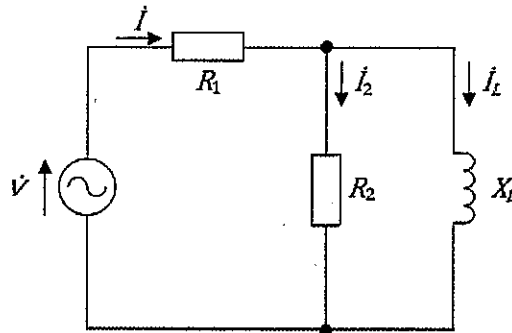


図3

(5-a) 抵抗 $R_1$ に流れる電流 $i$ の値を求めよ。ただし、 $i_2$ を基準ベクトルとする。

(5-b)  $i_2$ 、 $i_L$ 、 $i$ および $\dot{v}$ のフェーザ図を描け。ただし、数値は不要である。

(5-c) 電源電圧 $\dot{v}$ の大きさ $V$ を求めよ。

# 電子機械システム工学専攻専門科目（問題用紙）

(5/5ページ)

[4]

(6) 抵抗 $R$ 、インダクタンス $L$ のコイル、キャパシタンス $C$ のコンデンサが直列接続されている。これに交流電源 $E$ を加えた回路を考える。電源の周波数を変化させたところ、異なる二つの周波数 $f_1$ と $f_2$  [Hz]に対して、この回路の電源からみたインピーダンス $Z$ の大きさが変わらなかった。このときの $f_1$ と $f_2$ の積 $f_1 f_2$ の値を求めよ。

(7) ある回路に電圧 $\dot{V} = 4 + j3$  [V]の電圧を加えたところ、 $i = 3 + j4$  [A]の電流が流れた。有効電力 $P$ 、無効電力 $Q$ 、力率を求めよ。