

国際環境工学部
機械システム工学科
総合問題

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は10時00分から12時00分までの120分、配点は60点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に8ページあり、解答用紙は3枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄（各解答用紙2箇所）、氏名記入欄（各解答用紙1箇所）があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には、採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

第1問 (数学)

以下の問いの空欄に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記せ。なお、証明や説明は必要としない。

問1 三角形 ABC の3辺の長さが $AB=2$, $BC=\sqrt{6}$, $CA=\sqrt{3}-1$ のとき、 $\angle BAC$ は である。また、 $\angle BAC$ の二等分線が線分 BC と交わる点を D とするとき、線分 AD の長さは である。

問2 A店には当たりくじ4本を含む10本のくじがあり、B店には当たりくじ7本を含む20本のくじがある。兄はA店で、弟はB店で、それぞれくじを1本ずつ引くとき、この兄弟のうち少なくとも一方が当たる確率は である。

問3 多項式 $P(x)$ を $x-1$ で割った余りは3、 $x+4$ で割った余りは -7 である。このとき、 $P(x)$ を $(x-1)(x+4)$ で割った余りは である。

問4 不等式 $2\log_2(5-x) \geq \log_2(x+7)$ の解は である。

問5 次のような群に分けられた数列を考える。

$$\frac{1}{1} \quad \left| \quad \frac{4}{1}, \frac{4}{2} \quad \right| \quad \frac{9}{1}, \frac{9}{2}, \frac{9}{3} \quad \left| \quad \frac{16}{1}, \frac{16}{2}, \frac{16}{3}, \frac{16}{4} \quad \right| \quad \dots$$

第1群 第2群 第3群 第4群

ただし、縦線は群の区切りを表す。第 k 群は k 個の項からなる。この数列の第100項は である。

(計算用余白)

第2問 (数学)

関数 $f(x) = -x^3 + 6x^2 - 9x + 5$ について、以下の問いに答えよ。問1と問2については、空欄に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記せ。なお、証明や説明は必要としない。問3については、答えを導く過程も記すこと。

問1 曲線 $y = f(x)$ の接線を ℓ とする。 ℓ が直線 $y = 3x + 1$ に平行であるとき、 ℓ の傾きは であり、 ℓ の方程式は である。

問2 曲線 $y = f(x)$ 上の点 $(1, f(1))$, $(3, f(3))$ を結ぶ直線を L とする。直線 L の方程式は である。

問3 区間 $1 \leq x \leq 3$ において、曲線 $y = f(x)$ と直線 L で囲まれる部分の面積 S を求めよ。

(計算用余白)

第3問 (物理)

問1 図3.1に示すように、ばね定数 k [N/m] の軽いばねの上端を、傾斜 θ [rad] のなめらかな斜面上に固定し、ばねの下端には質量 m [kg] の小物体をつなぐ。小物体は斜面の方向にそってのみ運動するとする。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、以下の文章の空欄に入れるのに適した数式を解答箇所に記入せよ。ただし、解答に使用できる記号は、 g, k, m, s, θ とする。また、解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。

- (1) 小物体にはたらく力が釣り合った状態のとき、ばねの自然の長さからの伸びは [m] である。
- (2) 小物体を手で支え、つり合いの位置からばねをさらに斜面にそって s [m] だけ伸ばしてから手を静かにはなすと、小物体は斜面上で単振動をする。この単振動について、周期は [s]、振幅は [m]、振動中の速さの最大値は [m/s]、振動中の加速度の大きさの最大値は [m/s²] である。

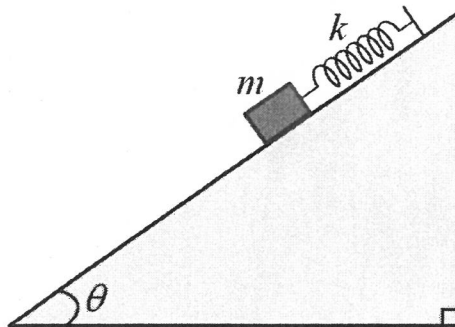


図 3.1

問2 図3.2に示すように、ばね定数が $k=1.0\times 10^3$ N/m のばねのついた、断面積が $S=5.0\times 10^{-3}$ m² のなめらかに動くピストンをもつ容器に、単原子分子の理想気体を閉じこめ、ゆっくり加熱したところ、ピストンが $\Delta x=0.10$ m 動いた。ここで、容器は $p_0=1.0\times 10^5$ Pa の大気中に置かれており、ピストンが動いた方向は水平方向であった。また、加熱前には、気体の体積は $V_1=3.0\times 10^{-3}$ m³、温度は $T_1=300$ K、ばねは自然の長さであった。以下の文章の空欄に入れるのに適した数値を解答箇所に記入せよ。なお、有効数字は2桁とし、解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。

- (1) 加熱後では、気体の体積は m³、圧力は Pa、温度は K である。
- (2) 加熱の過程で、気体が外部にした仕事の大きさは、 J、気体の内部エネルギーの増加量は、 J である。

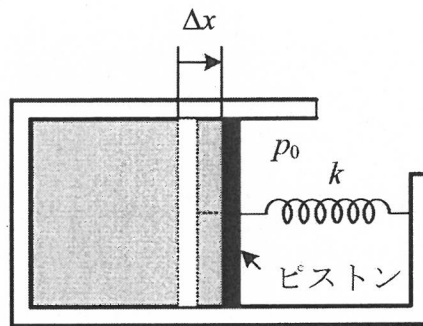


図3.2

問3 以下の文章の空欄に入れるのに適する数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。

図3.3の回路において、Eは起電力6.0Vで内部抵抗の無視できる電池、 C_1 、 C_2 はそれぞれ電気容量 $20\mu\text{F}$ 、 $30\mu\text{F}$ のコンデンサー、 S_1 、 S_2 はスイッチである。はじめ、スイッチ S_1 、 S_2 は開いており、コンデンサー C_1 、 C_2 に電荷は蓄えられていないものとする。

- (1) スイッチ S_2 を開いたまま、スイッチ S_1 を閉じて十分に時間が経過した。このとき、AB間の電圧は V であり、コンデンサー C_1 に蓄えられた電気量は C、コンデンサー C_2 に蓄えられた電気量は C である。
- (2) (1)の後、スイッチ S_2 を閉じて十分に時間が経過した。このとき、コンデンサー C_1 に蓄えられた電気量は C、コンデンサー C_2 に蓄えられた電気量は C である。また、この間、スイッチ S_2 を通過した電気量の大きさは C である。

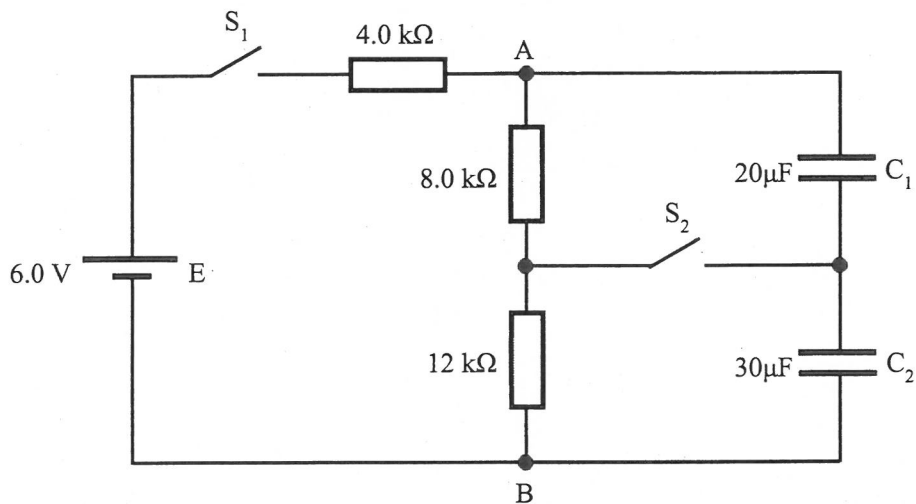


図3.3

(計算用余白)