

環境・エネルギー 工学専攻		受験番号	
------------------	--	------	--

平成 27 年度大学院前期課程  
環境・エネルギー工学専攻

専門・基礎科目  
入試問題

科目名	出題番号
数学	問 1 (1) (2) (3) (選択)
物理	問 2 (1) (2) (3) (選択)
化学	問 3 (1) (2) (3) (選択)
生物	問 4 (1) (2) (3) (選択)
機械工学	問 5 (1) (2) (3) (選択)
電気工学	問 6 (1) (2) (3) (選択)
共生環境デザイン学	問 7 (1) (2) (3) (選択)
環境科学	問 8 (1) (2) (3) (選択)

【注意】

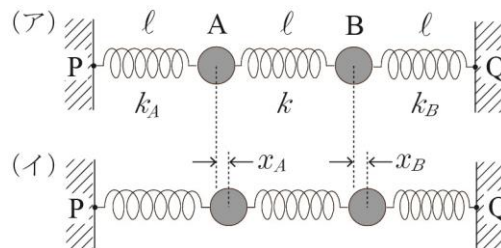
- ・ 本紙および全ての問題解答用紙に受験番号を必ず記入すること。
- ・ 問 1・問 2・問 3・問 4・問 5・問 6・問 7・問 8 より、2 題を選択して解答すること。
- ・ 以下の問 1・問 2・問 3・問 4・問 5・問 6・問 7・問 8 の内、選択した問の番号に○印をつけること。

問 1            問 2            問 3            問 4  
問 5            問 6            問 7            問 8

平成 26 年 8 月 26 日 (火)  
13:00～15:30 実施

環境・エネルギー 工学専攻	物理【問 2】	受験番号	
------------------	---------	------	--

- (1) 質量がともに  $m$  の 2 つの質点 A と B を摩擦のない水平板上に置き、右図 (ア) のように自然長がともに  $\ell$  の 3 つのバネでつないで両端 P と Q を  $3\ell$  離れた壁に固定した。バネの質量や空気の抵抗は無視でき、質点とバネは PQ を結ぶ直線に沿ってのみ変位するものとする。
- また、Q 方向への変位量を正とし、P から Q に向けて並ぶ 3 つのバネの定数を順に  $k_A$ 、 $k$ 、 $k_B$  とする。



- (a) 質点 A、B の平衡位置からの変位量をそれぞれ  $x_A$ 、 $x_B$  として質点 A、B の運動方程式を導きなさい。
- (b) 上図 (イ) のように質点 A に Q 方向の力  $f$  を加え、平衡位置から質点 A を Q の方向に  $x_A = a_1$  だけずらして静止させた。このとき A に加えられた力  $f$  と質点 B のもとの位置からの変位量  $x_B$  を  $k_A$ 、 $k$ 、 $k_B$ 、 $a_1$  のうち必要なものを用いてそれぞれ表しなさい。
- (c) 次にもとの平衡位置に戻したうえで、質点 B を動かないように固定した。続いて質点 A を平衡位置から Q の方向に  $a_2$  だけ移動させた後、静かに手を離した。この質点 A の固有振動を表す微分方程式を記し、平衡位置からの変位  $x_A(t)$  について解きなさい。ここで  $t$  は手を離してから時間とする。
- (d) ここで、質点 B の固定を解いて再びもとの平衡配置に戻し、質点 A と B がともに自由に動くようにした。バネ定数が  $k_A = k_B$  の場合における質点 A と B の平衡位置からの変位  $x_A(t)$  と  $x_B(t)$  に関する運動方程式を導きなさい。また、質点 A と B の両方が動くことから重心運動と相対運動に係わる 2 つの固有振動が存在する。 $\xi = (x_A + x_B)/2$ 、 $\eta = x_B - x_A$  と置いて 2 つの調和振動子の式を導くことにより、これら 2 つの角振動数を求めなさい。

---

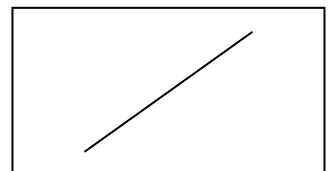
以下に記入すること

( 1 )

(a)

(b)

【裏面につづく】



---

以下に記入すること

(c)

(d)

---

以下に記入すること

---

環境・エネルギー 工学専攻	物理【問 2】	受験番号	
------------------	---------	------	--

(2) 圧力を  $P$ 、体積を  $V$ 、温度を  $T$ 、内部エネルギーを  $U$ 、エントロピーを  $S$ 、気体定数を  $R$  と  
して、以下の間に答えなさい。

- (a) 内部エネルギーが  $U = aPV + b$  ( $a, b$  : 任意の定数) と表されるとき、断熱変化において  
 $\kappa = (1 + a)/a$  とすると  $PV^\kappa = (\text{一定})$  となることを示しなさい。
- (b) 理想気体において、エントロピーが  $S = C_V \log T + R \log V + c$  ( $c$  : 定数) で表されることを示  
しなさい。ただし、 $C_V$  は定積比熱として  $C_V = (\partial U / \partial T)_V$  で定義される値である。また、この  
理想気体が断熱可逆変化をする場合、 $\gamma = C_P / C_V$  とすると、エントロピーの式から  $T/P^{(\gamma-1)/\gamma} =$   
一定となることを示しなさい。ここで、 $C_P$  は定圧比熱であり、 $C_P = C_V + R$  で与えられる。
- (c) 内部エネルギーとエントロピーが温度と体積の関数であるとき (温度と体積はそれぞれ独立  
変数とする)、直接測定できない内部エネルギーの体積変化  $(\partial U / \partial V)_T$  は、圧力と温度を測定  
することによって求めることが可能であることを示しなさい。

---

以下に記入すること

---

(2)

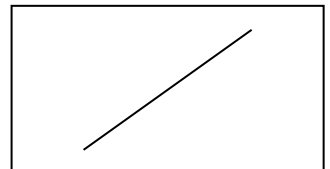
(a)

---

以下に記入すること

(b)

【裏面につづく】



---

以下に記入すること

(c)



---

以下に記入すること

---

環境・エネルギー 工学専攻	物理【問 2】	受験番号	
------------------	---------	------	--

(3) 以下の問に答えなさい。

- (a) 真空中で  $2n$  ( $n$  は正の整数) 枚の金属板を 2 組に分けて図 1 のように間隔  $d$  で平行に並べ、一つおきに導線で連結して 2 組の電極にしたときの電気容量  $C$  を求めなさい。ただし、相対する金属板の有効な面積を  $S$  とし、両側の導線間に生じる電気容量は無視する。また、電位差  $V$  を与えたときの全電荷  $Q$ 、蓄えられるエネルギー  $U$ 、および電極間の電場の強さ  $E$  をそれぞれ求めなさい。電極間の誘電率は一様で  $\epsilon_0$  とする。

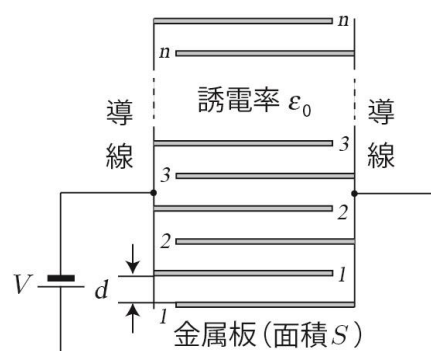


図 1. 金属板を組み合わせて作った 2 組の電極による回路。

- (b) 図 2 のように、真空中においた半径  $R$  の金属円環に周波数  $\omega/2\pi$  の交流電源を用いて  $I(t) = I_0 \sin \omega t$  の電流を流した。この円環の内側に同心円となるように半径  $r$  で 1 ターンのピックアップコイルを配置したときに、ピックアップコイルに生じる起電力  $E(t)$  を  $R$ 、 $I_0$ 、 $\omega$ 、 $t$ 、 $r$ 、 $\mu_0$  を用いて表しなさい。ここで、円環内の磁場の強さは一様であるとし、真空の透磁率を  $\mu_0$  とする。

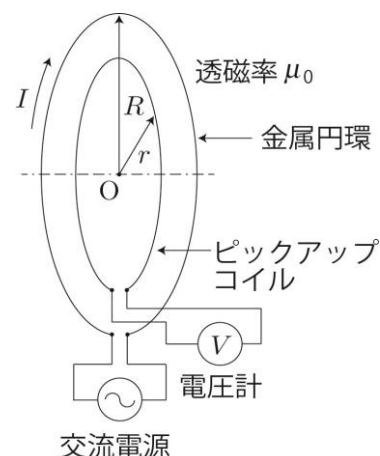


図 2. 金属円環がつくる磁場のピックアップコイルを用いた計測。

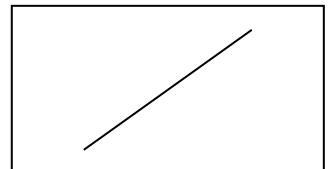
---

以下に記入すること

(3)

(a)

【裏面につづく】



---

以下に記入すること

(b)

---

以下に記入すること

---