

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】

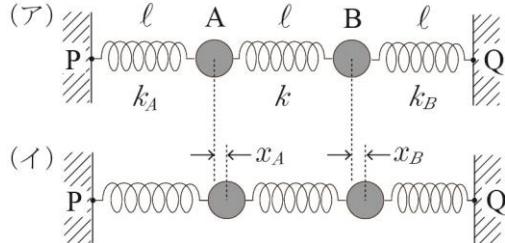
- ・ 本紙および全ての問題解答用紙に受験番号を必ず記入すること。
- ・ 問 1・問 2・問 3・問 4・問 5・問 6・問 7・問 8 より、2 題を選択して解答すること。
- ・ 以下の問 1・問 2・問 3・問 4・問 5・問 6・問 7・問 8 の内、選択した問の番号に○印をつけること。

問 1 問 2 問 3 問 4

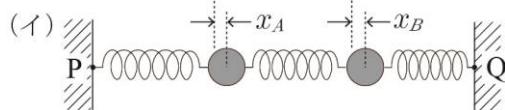
問 5 問 6 問 7 問 8

平成 26 年 8 月 26 日 (火)
13:00～15:30 実施

- (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 ℓ の 3 つのバネでつないで両端 P と Q を 3ℓ 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考える。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 は手を離してからの時間とする。
- (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。



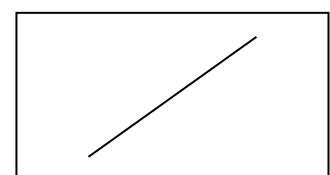
以下に記入すること

(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 $PV^\kappa =$ (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 $S = Cv \log T + R \log V + c$ (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_____

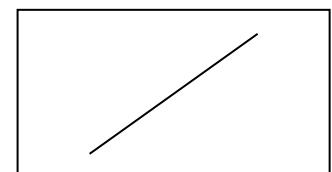
(2)

(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

(3) 以下の間に答えなさい。

- (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 ϵ_0 とする。

- (b) 図 2 のように、真空中において半径 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 、 ω 、 t 、 r 、 μ_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 μ_0 とする。

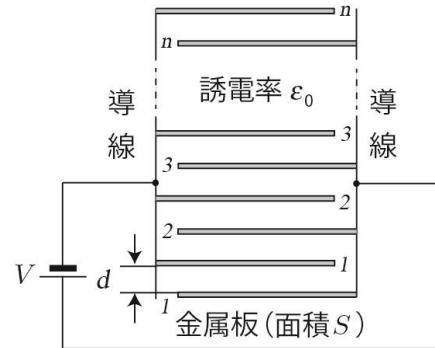


図 1. 金属板を組み合わせて作った 2 組の電極による回路。

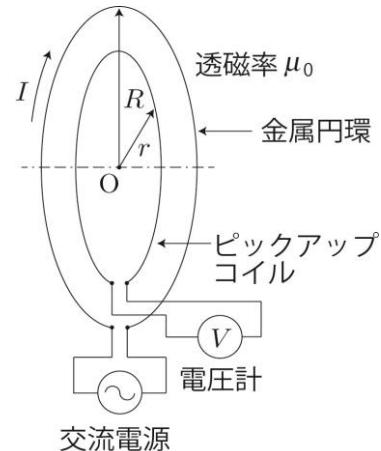


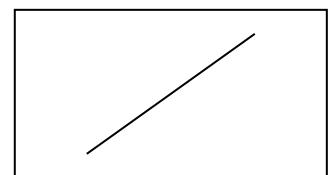
図 2. 金属円環がつくる磁場のピックアップコイルを用いた計測。

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
