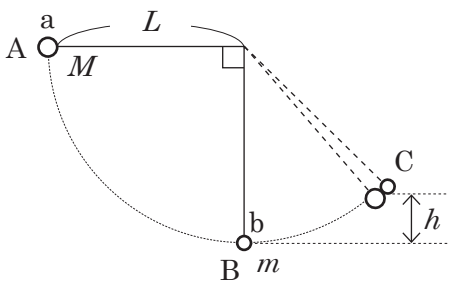


解答はすべて解答用紙に記入せよ

1 次の文章を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。

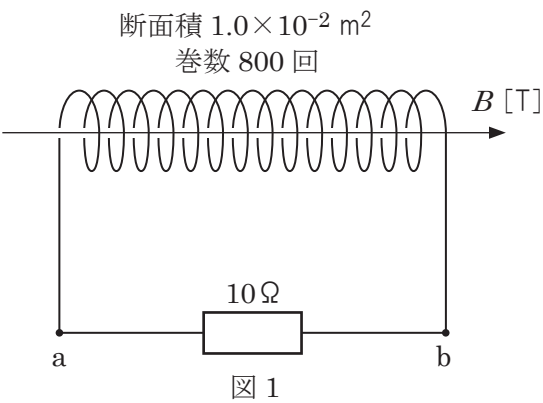
図のように、長さ L [m] の糸の先に質量 M [kg] の小球 a を取り付け、糸が水平になる点 A から静かに放した。最下点 B には、質量 m [kg] の小球 b が長さ L [m] の糸で吊されていて、小球 a と b は、衝突後一体となって運動し、最高点 C に達した。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。小球の大きさ、糸の質量、空気の影響は無視できるものとする。



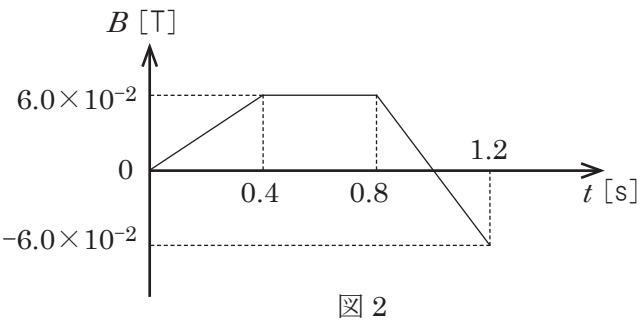
- (1) 小球 a が最下点 B に達するまでの間に、糸の張力のした仕事を求めよ。
- (2) 最下点 B で小球 a が小球 b に衝突する直前の速さを求めよ。
- (3) 最下点 B で 2 つの小球が一体となった直後の速さを求めよ。
- (4) 最下点 B から見た最高点 C の高さ h [m] を求めよ。

2 次の文章を読み、(1)～(3)の問いに答えよ。

図 1 のように、断面積 1.0×10^{-2} m²、巻数 800 回のコイル、 10Ω の抵抗が接続され、磁束密度 B [T] の磁場がコイルの断面を垂直に貫いている。磁束密度 B [T] を図 2 のように変化させた。



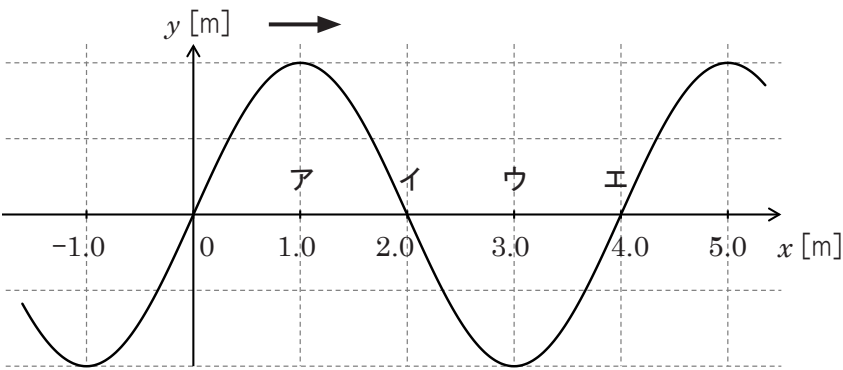
- (1) 時刻 $t = 0 \sim 0.40$ s の、点 ab 間の誘導起電力の大きさを求めよ。
- (2) 時刻 $t = 0 \sim 0.40$ s の間、点 a と b では、どちらの電位が高いか。
- (3) 時刻 $t = 0 \sim 1.2$ s の、 10Ω の抵抗に流れる誘導電流 I [A] と t [s] との関係を図 2 に示せ。電流は、抵抗を右向きに流れるときを正とする。



解答はすべて解答用紙に記入せよ

3 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

図の波形は、 x 軸の正の向きに伝わる音波について、ある時刻における空気の変位を、 x 軸の正の向きに変位したときは y 軸上の正の向きに、 x 軸の負の向きに変位したときは y 軸上の負の向きに表したものである。空気中における音速は 340 m/s であるものとする。



- (1) この音波の波長を求めよ。
- (2) この音波の周期を求めよ。
- (3) ア～エの地点で、空気の密度が最も密になっている地点と、最も疎になっている地点はどこか。それぞれ記号で記せ。
- (4) ア～エの地点で、正の向きにおける空気の振動の速さが最も大きい地点はどこか。記号で記せ。

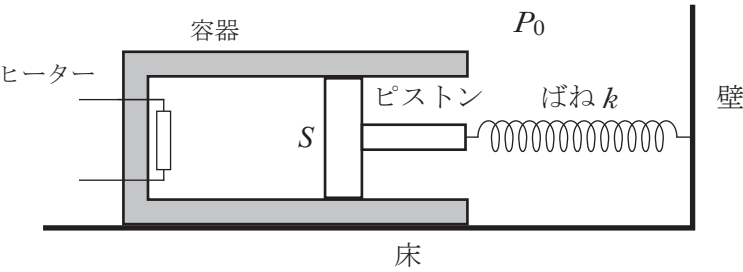
音波をマイクで観測してから、変換器で逆位相に変換してスピーカーで流しはじめるまでに $3.0 \times 10^{-3}\text{ s}$ かかる装置がある。逆位相に変換した音波を x 軸の正の向きにスピーカーから流し、変換する前の元の音波と重ね、2つの音波を弱め合わせることによって音を軽減・相殺させたい。マイクは逆位相に変換する前の元の音波のみを観測できるものとする。

- (5) マイクを x 軸上の $x = 0\text{ m}$ の位置に設置したとき、スピーカーは x 軸上のどの位置に設置すればよいか。 $x > 0$ における最小の x 軸座標を求めよ。

解答はすべて解答用紙に記入せよ

4 次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

図のように、ヒーター、断熱材で作られた容器と滑らかに動くピストンおよび、ピストンと壁に固定されたばねからなる装置がある。容器は床に固定され、ピストンの断面積は S [m²] である。外気の圧力は P_0 [Pa] であり、容器内には最初、圧力 P_0 [Pa]、体積 V_0 [m³]、温度 T_0 [K] の単原子分子の理想気体 1 mol が入っている。ばねは自然長 l_0 [m] の状態にあり、ばね定数は k [N/m] である。いま、ヒーターを用いて容器内の気体に熱を与えたところ、ピストンが動き、ばねは縮んで長さ l [m] になり、容器内の気体の圧力は P [Pa]、温度は T [K] になった。気体定数を R [J/(mol・K)] とし、ヒーターの体積は無視できるものとする。



- (1) 気体の圧力 P を、 P_0 、 k 、 S 、 l_0 、 l を用いて表せ。
- (2) 気体の温度 T を、 R 、 P 、 V_0 、 S 、 l_0 、 l を用いて表せ。
- (3) ばねに蓄えられたエネルギー E [J] を、 k 、 l_0 、 l を用いて表せ。
- (4) 気体の内部エネルギーの増加量 ΔU [J] を、 R 、 T_0 、 T を用いて表せ。
- (5) 気体が圧力 P_0 の外気にした仕事 W [J] を、 P_0 、 S 、 l_0 、 l を用いて表せ。
- (6) ヒーターが気体に与えた熱量 Q [J] はいくらか。次のア～クから選び、記号で記せ。
- | | | | |
|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| ア $-E-\Delta U-W$ | イ $E-\Delta U-W$ | ウ $-E-\Delta U+W$ | エ $E-\Delta U+W$ |
| オ $-E+\Delta U-W$ | カ $E+\Delta U-W$ | キ $-E+\Delta U+W$ | ク $E+\Delta U+W$ |

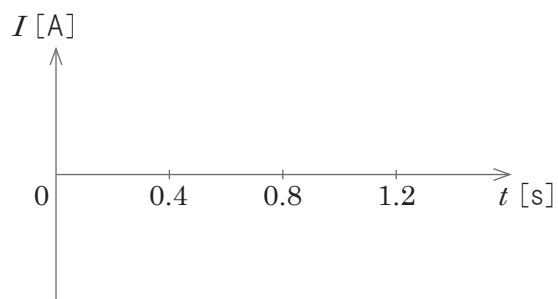
[m/s]

[m]

2

(2)

(3)



3

S

(3)

密

疎

(4)

(5)

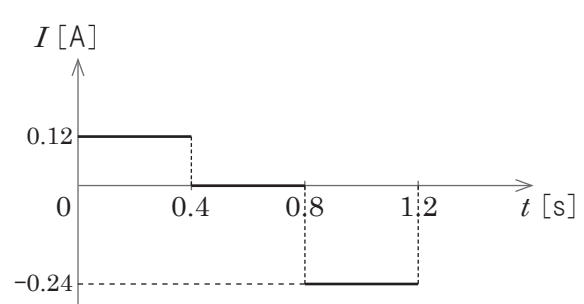
m

4

[J]

(6)

1	(1)	0 [J]	(2)	$\sqrt{2gL}$ [m/s]	(3)	$\frac{M}{M+m} \cdot \sqrt{2gL}$ [m/s]
	(4)	$\left(\frac{M}{M+m}\right)^2 L$ [m]				

2	(1)	1.2 V	(2)	a
	(3)			

3	(1)	4.0 m		(2)	1.2×10 ⁻² s				
	(3)	密	イ	疎	工	(4)	イ	(5)	1.0 m

4	(1)	$P_0 + \frac{k(l_0 - l)}{S}$ [Pa]	(2)	$\frac{P\{V_0 + S(l_0 - l)\}}{R}$ [K]	(3)	$\frac{1}{2} k(l_0 - l)^2$ [J]
	(4)	$\frac{3}{2} R(T - T_0)$ [J]	(5)	$P_0 S(l_0 - l)$ [J]	(6)	ク