平成２５年２月２５日

平成２５年度 三重大学個別学力検査

問　題　訂　正

［ 前期日程　物理 ］

科 目 ： 物 理

問 題 訂 正（１箇所）

| 1 | １ページ

（誤）　なお，塔の中心軸と床板（ＡＢ）は，直交しているものとする。また，小物体Ｐの大きさや空気抵抗は無視できるものとする。

（正）　なお，塔の中心軸と床板（ＡＢ）は，直交しているものとする。また，小物体Ｐの大きさや空気抵抗は無視できるものとする。
また，速度の水平成分は右向きを正，鉛直成分は下向きを正とする。

平成２５年2月２５日

平成２５年度 三重大学個別学力検査

問 題 訂 正 紙

［ **前期日程　物理** ］

$\boxed{5}$　１１ページ　　１７～１８行目

（誤）　で表すことができる。このように電池３の起電力がx_1とx_3の比例関係で表すことができる理由を，数式および文章を用いて $\boxed{\quad(5)\quad}$ に述べなさい。

（正）　で表すことができる。この理由を，数式および文章を用いて $\boxed{\quad(5)\quad}$ に述べなさい。

平成 25 年度学力検査問題

理　　　科 ①

	ページ		ページ	（解答用紙枚数）
物　理	1	～	12	2　枚
化　学	13	～	22	3　枚
生　物	23	～	34	2　枚

○志望学部別，科目選択方法及び解答時間

志望学部	科　目　選　択　方　法	解答時間
医　学　部	物理，化学，生物から 2 科目選択すること。	150 分
工　学　部	物理，化学から 1 科目選択すること。 ただし，第 1 ・第 2 志望にかかわらず電気電子工学科を志望する場合は，物理を選択すること。	90 分
生物資源学部	物理，化学，生物から 1 科目選択すること。	90 分

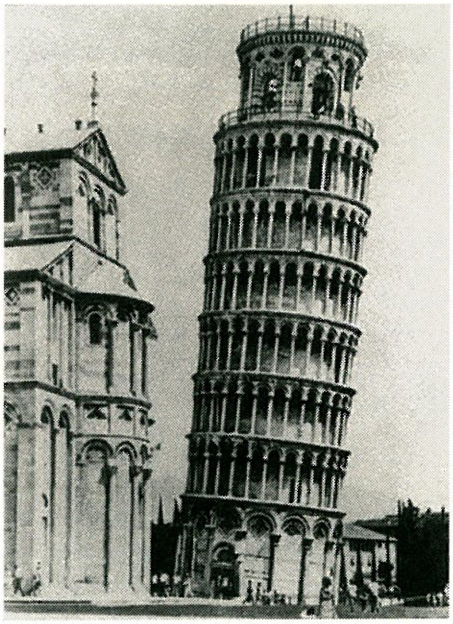
注　意　事　項

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. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて**別紙解答用紙のそれぞれの解答欄**に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄（物理の場合は計 **4 箇所**，化学の場合は計 **6 箇所**，生物の場合は計 **4 箇所**）に，忘れずに本学の**受験番号**を記入すること。
6. 試験場内で配布された問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

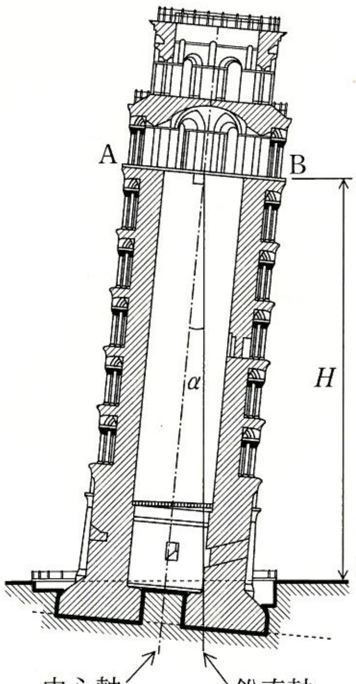
物　　理

1 図は，ピサの斜塔の正面写真と中心軸を通る断面図である。落下実験として，ピサの斜塔の上階に平らな床板ABを渡して，床板の最高点(A点)から質量m〔kg〕の小物体Pを初速度＝0としてすべり落とすこととした。床板の長さ(AB)をL〔m〕，地面から床板の最下点(B点)までの高さをH〔m〕，鉛直軸に対する塔の中心軸の傾きをα〔rad〕，重力加速度の大きさをg〔m/s^2〕として，以下の文章中の $\boxed{\quad(\mathrm{i})\quad}$ ～ $\boxed{\quad(\mathrm{x})\quad}$ に適切な数式を入れなさい。

なお，塔の中心軸と床板(AB)は，直交しているものとする。また，小物体Pの大きさや空気抵抗は無視できるものとする。



正面写真



断面図

図

(1) 床板がなめらかで摩擦がない場合，点Bから小物体Pが飛び出るときのPの速度は $\boxed{\text{(i)}}$ 〔m/s〕，その水平成分は $\boxed{\text{(ii)}}$ 〔m/s〕，鉛直成分は $\boxed{\text{(iii)}}$ 〔m/s〕と表すことができる。

設問(2)，(3)では，上記(i)の解答を w〔m/s〕として，w を用いて答えなさい。

(2) 塔から飛び出た小物体Pは放物運動を行う。B点における時刻を0としたとき t〔s〕後の速度の水平成分は $\boxed{\text{(iv)}}$ 〔m/s〕，また，鉛直成分は $\boxed{\text{(v)}}$ 〔m/s〕と表すことができる。

(3) 小物体Pは，$\boxed{\text{(vi)}}$ 〔s〕後に着地し，その地点のB点からの水平距離は $\boxed{\text{(vii)}}$ 〔m〕である。

(4) 床板と小物体Pの間に摩擦がある場合，小物体PはA点に留まったままとなった。A点で床板を持ち上げ，傾きを大きくすると，小物体Pはすべり出した。すべり出す直前の床板と水平面がなす角度を β〔rad〕とすると，床板と小物体Pとの静止摩擦係数 μ は，$\boxed{\text{(viii)}}$ である。また，床板と小物体Pとの動摩擦係数を μ' とすると，ABをすべり下りるためにかかる時間は $\boxed{\text{(ix)}}$ 〔s〕であり，B点から飛び出るときの小物体Pの速度は $\boxed{\text{(x)}}$ 〔m/s〕である。

2 以下の文章中の $\boxed{①}$ ～ $\boxed{⑫}$ に適切な数式を入れなさい。

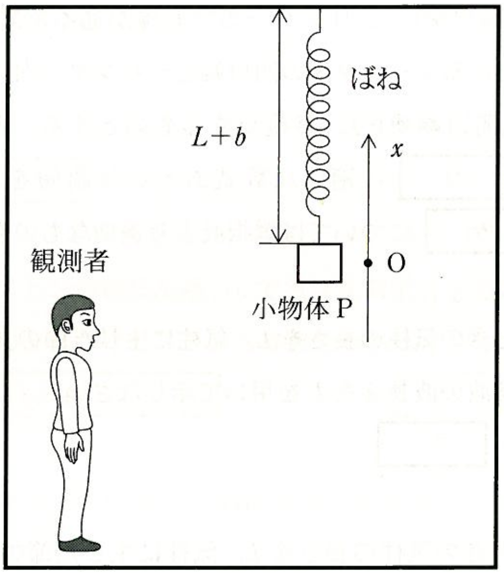
図のように，地上に静止した箱 R の中で，自然長 L〔m〕のばねの上端を固定し，下端に質量 M〔kg〕の小物体 P を付けると，ばねは b〔m〕だけ伸びて，小物体 P は点 O でつり合った。箱 R の内部に鉛直方向に x 軸を設け，点 O を原点（$x = 0$）とし，上向きを正の向きとする。重力加速度の大きさは g〔m/s^2〕で一定とし，ばねには質量がなく，ばね定数は一定とし，小物体 P および後述の小物体 Q は鉛直方向にのみ運動する。また，x 軸は箱 R の内部に固定されており箱 R 内の観測者から見た単振動について考えるものとする。

ばね定数は $\boxed{①}$〔N/m〕である。小物体 P を持ち上げて $x = b$〔m〕から，初速度 0〔m/s〕で放すと，小物体 P が行う単振動の振幅は $\boxed{②}$〔m〕で，周期は $\boxed{③}$〔s〕，角振動数は $\boxed{④}$〔rad/s〕で，点 O を通る時の速さは $\boxed{⑤}$〔m/s〕である。小物体 P を放してから，初めて $x = \frac{1}{2}b$〔m〕の点を通るまでの時間は $\boxed{⑥}$〔s〕である。

次に以下では，箱 R が地上からみて鉛直上向きに一定加速度 a〔m/s^2〕で運動している場合について答えることとする。a は正の値とする。小物体 P を $x = b$〔m〕から，初速度 0〔m/s〕で放すと，小物体 P の振動の中心となる点の位置は $x = \boxed{⑦}$〔m〕で，小物体 P の運動の振幅は $\boxed{⑧}$〔m〕，周期は $\boxed{⑨}$〔s〕である。

また，小物体 P を質量 $5M$〔kg〕の小物体 Q に交換し，$x = -2b$〔m〕の点から，初速度 0〔m/s〕で放すと，小物体 Q の振動の中心となる点の位置は $x = \boxed{⑩}$〔m〕，小物体 Q の運動の振幅は $\boxed{⑪}$〔m〕で，小物体 Q を放してから，初めて x 軸上の最低点を通るまでの時間は $\boxed{⑫}$〔s〕である。

箱 R



図

3 図に示すようにピストンが収められたシリンダーがあり，シリンダーの右端は開口している(開口端)。シリンダーの中心線が通る位置におんさが置かれている。共鳴時におけるシリンダーの開口端とシリンダー内に発生する定常波の腹の位置とのズレ(開口端補正)は無視できるものとする。音速をV_0として以下の $\boxed{(ア)}$ ～ $\boxed{(コ)}$ に適切な数式あるいは語句を入れなさい。ただし，$\boxed{(キ)}$ $\boxed{(ケ)}$ については選択肢より適切なものを選びなさい。

(1) 共鳴するときの気柱の長さをL，気柱に生じた節の数を1個とする。このとき生じる定常波の波長λをLを用いて示しなさい。

$\lambda = \boxed{(ア)}$

(2) 共鳴するときの気柱の長さをL，気柱に生じた節の数をm個とする。このとき生じる定常波の波長λをmとLを用いて示しなさい。

$\lambda = \boxed{(イ)}$

おんさから一定の周波数で音が発している状態で，シリンダー内の気柱の長さLがL_1のときシリンダー内に共鳴が生じた。

(3) ピストンをゆっくりと左側へ移動させると共鳴はなくなり，気柱の長さが$1.4L_1$となったとき改めて共鳴が生じた。気柱の長さがL_1のときの節の数m_0と波長λ_0を求めなさい。

$m_0 = \boxed{(ウ)}$　　　$\lambda_0 = \boxed{(エ)}$

(4) おんさの周波数fをV_0とL_1を用いて求めなさい。

$f = \boxed{(オ)}$

次に気柱の長さをL_1にし，おんさを$0.01\,V_0$の一定速度でシリンダーの中心線に沿ってシリンダーに近づけた。

(5) シリンダーに届いた音の波長λ_1をλ_0を用いて求めなさい。

$\lambda_1 =$ (カ)

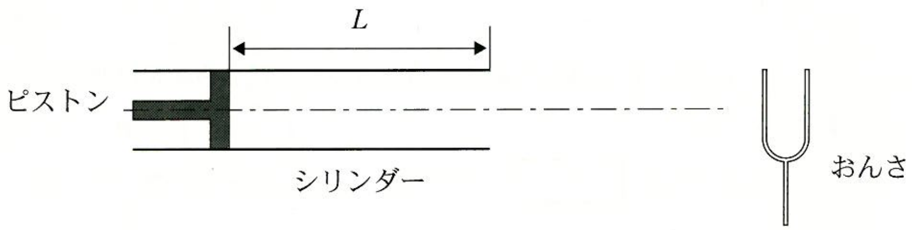
(6) 最も少ないピストンの移動距離$\varDelta L$で気柱を共鳴させるには，どちらの向き(右あるいは左)にどれだけピストンを移動させればよいか。

(キ) (選択肢) 右 左　　$\varDelta L =$ (ク)

次に気柱の長さを$1.005\,L_1$にし，おんさを一定速度でシリンダーの中心線に沿って移動させた。

(7) おんさを移動させ気柱を共鳴させるには，どちらの向き(右あるいは左)に速度V_1でおんさを移動させればよいか。ただし，共鳴するときの節の数はm_0とする。

(ケ) (選択肢) 右 左　　$V_1 =$ (コ)



図

4 は次ページにつづく

4 次の(A)および(B)に答えなさい。

(A) 以下の文章の $\boxed{\text{(あ)}}$ には適切な数式を，$\boxed{\text{(い)}}$ および $\boxed{\text{(う)}}$ には適切な数値を入れなさい。ただし，$\boxed{\text{(あ)}}$ に書く数式に用いることのできる記号は，(A)の問題に使われている記号のみとする。

容積が変化しない容器に密閉された n〔mol〕の単原子分子の理想気体がある。この理想気体に熱量 Q〔J〕が与えられ，その結果理想気体の温度が ΔT〔K〕だけ上昇するものとする。このときこの理想気体の定積(あるいは定容)モル比熱 C_v〔J/(mol・K)〕を用いると，

$$Q = C_v \times \boxed{\text{(あ)}} \qquad \cdots\cdots[1]$$

の関係がある。一般に，この理想気体の内部エネルギーの増加 ΔU〔J〕は，気体定数 R〔J/(mol・K)〕を用いて，

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T \qquad \cdots\cdots[2]$$

と表せる。一方，熱力学の第1法則によると，気体の内部エネルギーの変化は，

$$\Delta U = Q + W \qquad \cdots\cdots[3]$$

ただし Q〔J〕は気体に与えられた熱量，W〔J〕は外力が気体にする仕事である。

この理想気体を保持している容器の容積が変わらないので，

$$W = \boxed{\text{(い)}} \qquad \cdots\cdots[4]$$

従って，式[1]〜[4]により $C_v = R \times \boxed{\text{(う)}}$ と表せる。

(B) 図に示すように，外部を断熱された金属製の二重構造体と，同じ金属製のかき混ぜ棒からなる円筒形の容器がある。かき混ぜ棒を含む容器に使用されている金属の質量は合計 a〔g〕である。また，容器中央部の容積は b〔g〕程度の水を入れるのに十分な大きさで，水を入れた場合，容器中央部の上部は，水と密着してなめらかに動く質量の無視できるふたにより断熱性が保持されている。また容器中央部の外周は，密閉された一つながりの空間(図中斜線で示され，以後「外周密閉空間」と呼ぶ)であり，その中にはある単原子分子の理想気体が存在する。

なお，容器は温度や圧力により変形しないものとし，容器全体の温度が安定した状態では，容器の温度は一様であるものとする。

以下の(1)から(3)の順番に考え，$\boxed{\text{(え)}}$ ～ $\boxed{\text{(く)}}$ に適切な数値あるいは数式を入れなさい。ただし，解答欄に書く数式の記号は，表の記号の中からのみ選んで用い，表に含まれていない記号は用いないこと。

(1) はじめ容器中央部のふたがはずされ，容器中央部には容器の周囲にある温度 T_1〔K〕の空気が満たされており，容器の金属部分もすべて温度 T_1〔K〕であった。またこの状態で，外周密閉空間に封入されている理想気体は温度 T_1〔K〕，圧力は p_1〔Pa〕であった。この状態を初期状態とする。

(2) 上記の初期状態に引き続き，容器中央部に一定の温度 T_h(ただし $T_\mathrm{h} > T_1$)〔K〕の水 b〔g〕を注ぎ，ふたをしてかき混ぜ棒で水をかき混ぜた。その後しばらくすると，水と容器および外周密閉空間に封入されている理想気体が同一の温度 T_2〔K〕となり安定した。このとき，注がれた水が失った熱量は $\boxed{\text{(え)}}$〔J〕，かき混ぜ棒を含む容器の金属部分が得た熱量は $\boxed{\text{(お)}}$〔J〕，さらに外周密閉空間の理想気体が得た熱量は $mR \times \boxed{\text{(か)}}$〔J〕である。ただし，$m$〔mol〕は外周密閉空間に封入されている理想気体のモル数で，R〔J/(mol・K)〕は気体定数である。

(3) 一方，理想気体の状態方程式を(1)の初期状態に適用すると，外周密閉空間の容積は $V = mR \times$ $\boxed{\text{(き)}}$ と書くことができ，上記(1)および(2)の実験により，$V =$ $\boxed{\text{(く)}}$ であることがわかる。

表 (B)の解答で数式に用いることができる記号

記号	記号の説明	単位
a	容器に使用されている金属の質量	〔g〕
b	(2)で加える水の質量	〔g〕
C_f	水の比熱	〔J/(g·K)〕
C_s	容器に使用されている金属の比熱	〔J/(g·K)〕
p_1	(1)の初期状態において，封入されている理想気体の圧力	〔Pa〕
T_1	(1)の初期状態における容器および封入されている理想気体の温度(ただし T_1 は $280 \leqq T_1 \leqq 290$ の範囲にある一定の値)	〔K〕
T_2	(2)の実験の結果，容器全体で同一となる温度	〔K〕
T_h	(2)の実験の最初に注ぎ込まれた水の温度(ただし T_h は $360 \leqq T_h \leqq 370$ の範囲にある一定の値)	〔K〕

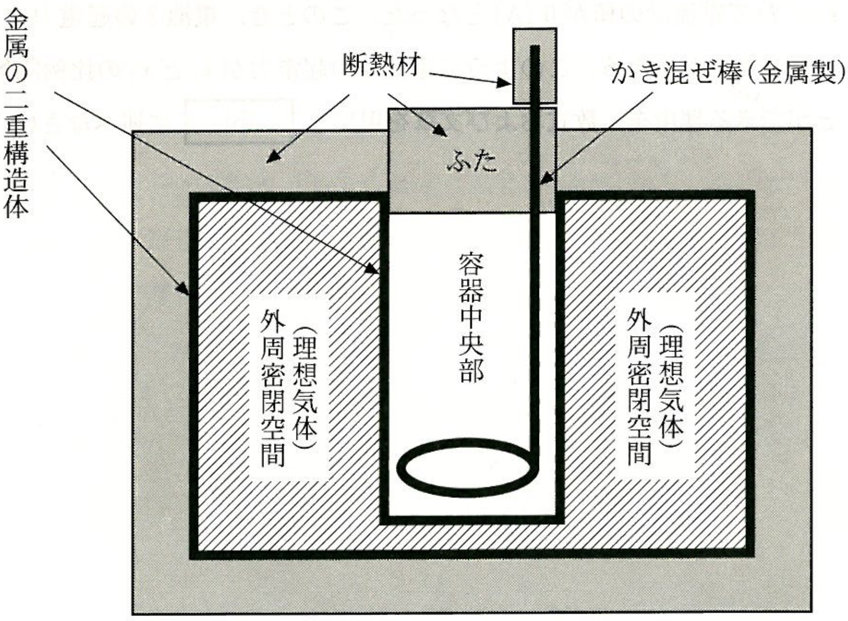


図 断熱二重構造円筒容器(横から見た断面図)

5 下記の文章中の $\boxed{(1)}$ ～ $\boxed{(4)}$ に適切な数式を入れなさい。ただし $\boxed{(5)}$ には適切な数式および文章を入れなさい。

抵抗の大きさがその長さに比例する長さ l〔m〕の太さが一様な R〔Ω〕の抵抗線がある。図1のように，この抵抗線の端から x〔m〕の距離に内部抵抗 r_1〔Ω〕を持つ起電力 E_1〔V〕の電池1を，内部抵抗が0〔Ω〕の電流計を介して接続した。ただし，$x \leqq l$ であるとする。

このとき，電流計に流れる電流は $\boxed{(1)}$ 〔A〕で表され，抵抗線で消費される電力は $\boxed{(2)}$ 〔W〕と表される。さらに，図2のように，内部抵抗 r_2〔Ω〕を持つ起電力 E_2〔V〕の電池2を抵抗線の両端に接続した。このとき，電流計に流れる電流は $\boxed{(3)}$ 〔A〕と表される。

次に図2の回路において，電池1の接続位置を調整したところ，電流計の値が0〔A〕となり $x = x_1$〔m〕(ただし $x_1 < l$)となった。このとき $x_1 =$ $\boxed{(4)}$ 〔m〕と表される。

また，図2の回路において電池1を外し，起電力 E_3 および内部抵抗 r_3 が未知の電池3を代わりに接続し x の長さを調整したところ，$x = x_3$〔m〕(ただし $x_3 < l$)で電流計の値が0〔A〕となった。このとき，電池3の起電力は $\dfrac{x_3}{x_1} E_1$〔V〕で表すことができる。このように電池3の起電力が x_1 と x_3 の比例関係で表すことができる理由を，数式および文章を用いて $\boxed{(5)}$ に述べなさい。

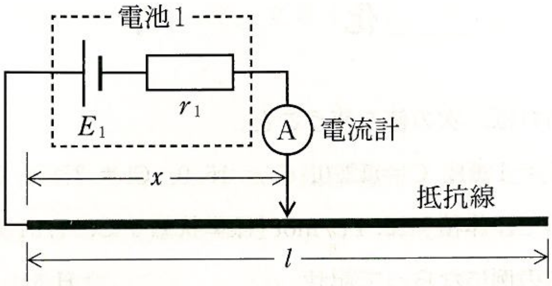


図 1

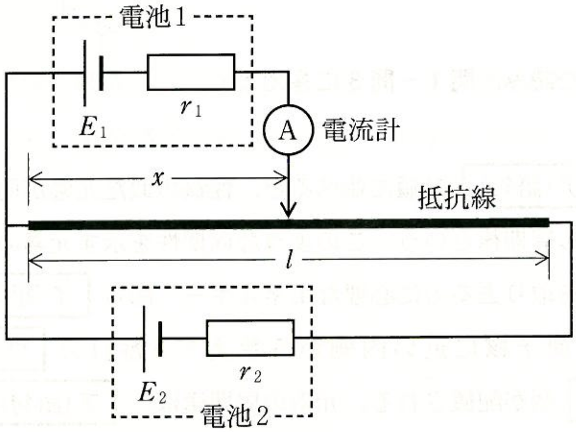


図 2