平成26年度入学試験問題(前期)

理　　科

物　理　1～8ページ　　化　学　9～18ページ
生　物　19～28ページ　　地　学　29～36ページ

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで，この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷の不鮮明な箇所等がある場合には，申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は，問題と同じ科目，同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は，学部・学科・専攻等によって異なる点があるから，下に表示する。

(1) 物理を選択した受験者
該当する学部学科全て 1 2 3 4

(2) 化学を選択した受験者
教育学部 1 2 3 4 5 6
医学部医学科 1 2 3 5
医学部保健学科 1 2 3 4
理工学部 1 2 3 4 5 6
農学生命科学部分子生命科学科 1 2 3 4
農学生命科学部生物学科，生物資源学科，園芸農学科 1 2 3 4 5 6

(3) 生物を選択した受験者
教育学部 1 2 3 と 4 または 5 の4問
医学部医学科 1 2 3
医学部保健学科 1 2 3
理工学部 1 2 3 と 4 または 5 の4問
農学生命科学部分子生命科学科 1 3 と 4 または 5 の3問
農学生命科学部生物学科，生物資源学科，園芸農学科 1 2 3 と 4 または 5 の4問

(4) 地学を選択した受験者
該当する学部学科全て 1 2 3 4

6. 解答用紙の指定された欄に，学部名及び受験番号を記入すること。
7. 提出した解答用紙以外は，すべて持ち帰ること。

物　　理

1　図1のように，エレベーターの床にばねの一端を固定して垂直が保たれるよう設置し，他端におもりを取り付ける。おもりの質量を m，重力加速度の大きさを g，また，ばねの自然の長さを l_0，ばね定数を k とする。ばねの質量は無視でき，空気抵抗の影響も無視できるとして以下の問いに答えなさい。

問 1　静止しているエレベーターの中で，おもりを床に触れない状態で静止させた。そのときのばねの長さを求めなさい。

問 2　次に，静止していたエレベーターを，図2のように鉛直下向きに一定の大きさ a_1 の加速度である時間だけ加速させた。エレベーターが加速され始めるまでおもりは静止していたとする。

(1)　加速されている間，エレベーターとともに動く観測者には，おもりに対して慣性力がはたらくように見える。ばねの長さが l のときに，エレベーター内部の観測者から見たおもりにはたらく合力を，鉛直上向きを正として答えなさい。

(2)　加速されている間，おもりはエレベーターに対し相対的に，つり合いの位置を中心とした単振動をする。中心となる位置でのばねの長さを求めなさい。

(3)　ばねが最も伸びた瞬間にエレベーターの加速を終え，そのときの速度を保って下降させ続けた。この後おもりが床に触れることがないようにするための，最初の加速度の大きさ a_1 の条件式を求めなさい。ただし，おもりが床に触れるのはばねの長さが0になったときとする。

問 3　次に，再びエレベーターを静止させ，ばねからおもりを取り外し，図 3 のように厚さと質量の無視できる板を水平に取り付け，その上におもりをのせて静止させた。そして，エレベーターを鉛直下向きに一定の大きさ a_2 の加速度で加速させた。おもりが板と接しているときに板から受ける垂直抗力の大きさを N，また，エレベーター内部の観測者から見た，鉛直上向きが正となるおもりの加速度を a とする。

(1)　おもりが板と接しているときの，おもりの鉛直方向の運動方程式を書きなさい。

(2)　この後おもりが板から離れることなく一体となって運動し続けるための，エレベーターの加速度の大きさ a_2 の条件式を求めなさい。

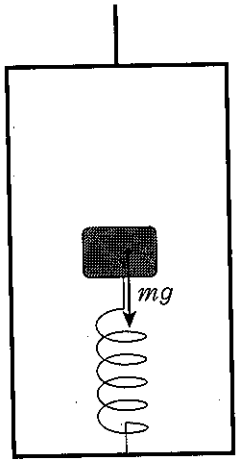


図 1

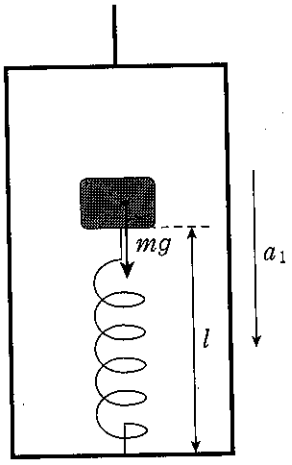


図 2

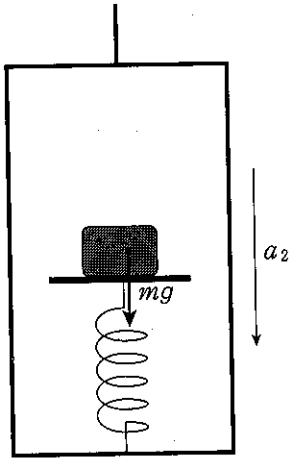


図 3

2 無風状態で，運動している音源Sから，観測者Pに聞こえる音波の振動数f'は，

$$f' = f_0 \times \frac{V}{V - v_S}$$

となる。ここで，V：音速，f_0：音源の振動数，v_S：音源から観測者へ向かう方向を正として分解した音源の速度成分である。これをドップラー効果という。

図のように，地面に対して高さ$2L_0$の位置で静止している音源Sと高さL_0の位置で静止している観測者Pがおり，音源Sと観測者Pは水平方向に$2L_0$離れている。音源Sは振動数f_0の音を常に発生しているものとし，音速はVとする。このときに，観測者Pは音源から直接到達した音(直達音)と地面で反射した音(反射音)の2種類の音を観測することになる。

音波の回折は無視できるとし，地面での音の反射は反射の法則にしたがうものとする。以下の問いに答えなさい。

問 1　音源および観測者が静止しているときの直達音と反射音による1秒間のうなりの回数を式で表しなさい。ただし，うなりが発生しないときには理由を説明し，答えを0としなさい。

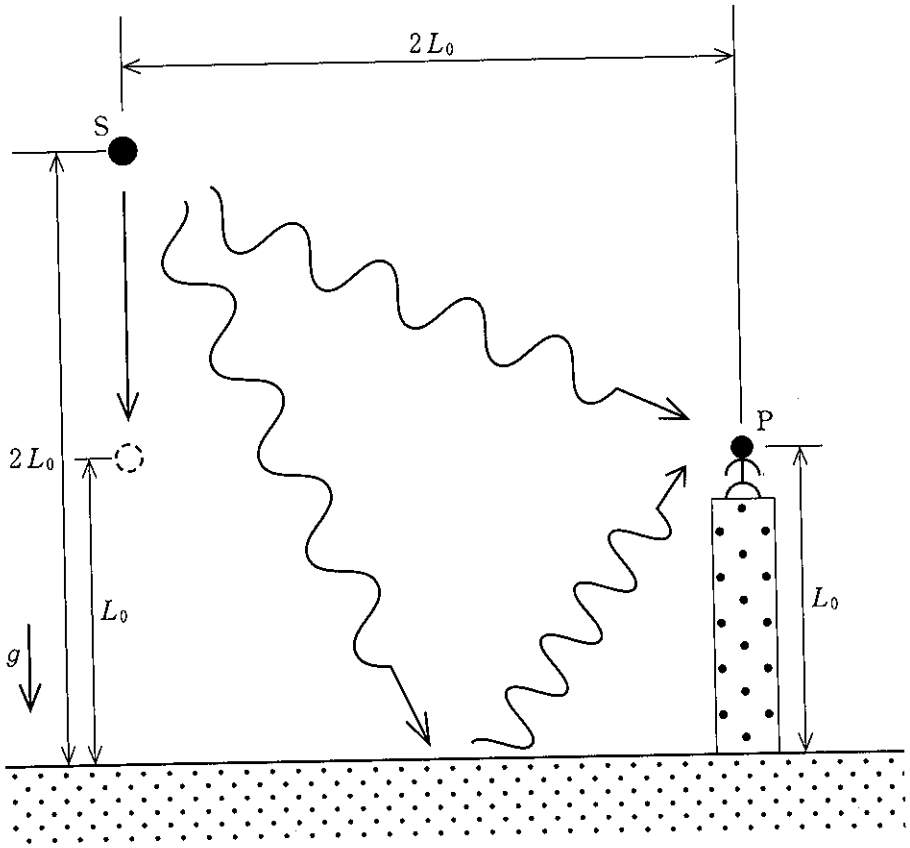
問 2　静止している音源が，自由落下を始めるとする。このとき，時間tだけ経過したときに音源Sの地面からの高さを式で表しなさい。ただし，自由落下中の空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさをgとする。

問 3　問2において，音源Sの高さが，ちょうど観測者Pと同じ高さになったときの音源の落下方向の速度の大きさを式で表しなさい。

問 4　問3の状態で発生した音源Sからの直達音と反射音が，観測者Pに同時に聞こえると仮定する。このときの観測者Pが観測した直達音の振動数を式で表しなさい。

問 5　問4において，観測者Pが観測した反射音の振動数を式で表しなさい。

問 6　問4において，観測者Pが観測した直達音と反射音による1秒間のうなりの回数を式で表しなさい。ただし，うなりが発生しないときには理由を説明し，答えを0としなさい。



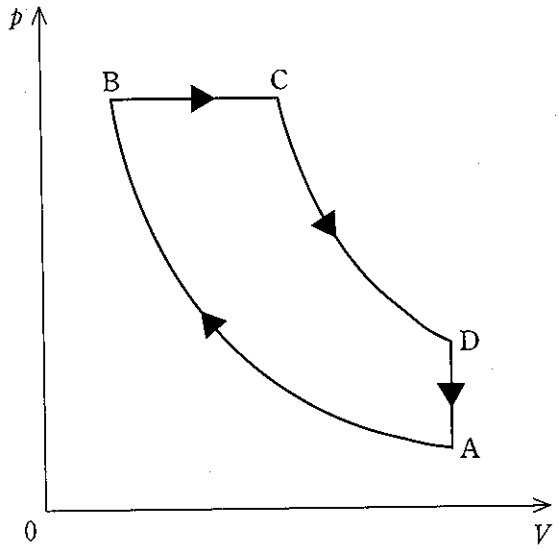
3 n モルの単原子分子の理想気体をピストンがついたシリンダーの中に封入して図のように体積 V と圧力 p をA → B → C → D → A と変化させる。A → B と C → D の変化はそれぞれ熱の出入りがないようにして状態の変化を行った。さらに，B → C の変化は圧力を一定に保って，また D → A の変化は体積を一定に保ってそれぞれ状態の変化を行った。状態A，B，C，D の絶対温度をそれぞれ T_A，T_B，T_C，T_D とし，この気体の気体定数を R，定積モル比熱を C_v，定圧モル比熱を C_p とする。また，ピストンとシリンダーの間に摩擦はないものとする。以下の問いに答えなさい。

問 1　各過程における気体の内部エネルギーの変化 ΔU_{AB}，ΔU_{BC}，ΔU_{CD}，ΔU_{DA} を求めなさい。

問 2　各過程における気体が吸収する熱量 Q_{AB}，Q_{BC}，Q_{CD}，Q_{DA} を求めなさい。

問 3　各過程における気体がする仕事 W_{AB}，W_{BC}，W_{CD}，W_{DA} を求めなさい。

問 4　このサイクルを熱機関とみなしたときの熱効率 e を求めなさい。ただし定積モル比熱と定圧モル比熱との比を $\gamma = \dfrac{C_p}{C_v}$ として，γ と絶対温度を使って表しなさい。


p
B
C
D
A
0
V

4 図1のように，太さがじゅうぶん細く，変形しない導線を利用して作られたはしご状の回路が，垂直に立てられている。回路の点 P_i，Q_i（$i = 1, 2, 3$）をつなぐ水平部分は，長さ a で抵抗値 R の抵抗線である。回路の垂直部分の導線と，電池とスイッチが接続されている水平部分の導線の抵抗は，じゅうぶん小さいものとする。また，回路の下方にある水平の境界 XY の下側には，紙面の裏側から表側に向かう磁束密度 B の一様な磁場が無限に存在している。紙面内の上から下向きに重力がはたらいており，回路全体が変形も回転もせず，磁場が存在している領域を鉛直下向きに落下する現象について考える。抵抗線，導線，電池，スイッチを含めた回路全体の質量を m，重力加速度の大きさを g とし，回路を流れる電流が作る磁場の影響は無視できるものとして，以下の問いに答えなさい。

問 1　図2のように，回路の P_1Q_1 と P_2Q_2 が磁場の中にあり，P_3Q_3 は磁場の外にある。また，回路の落下速度を v とする。

(1)　P_1Q_1 間の抵抗線に流れる誘導電流の大きさを求めなさい。また，その方向を矢印（←または→）で答えなさい。

(2)　P_3Q_3 間の抵抗線に流れる誘導電流の大きさを求めなさい。また，その方向を矢印（←または→）で答えなさい。

(3)　P_3Q_3 間の抵抗線から発生する単位時間あたりの熱エネルギーを求めなさい。

(4)　回路にはたらく重力と誘導電流が磁場から受ける力がつり合い，回路が一定の速度で落下するときの速度を求めなさい。

問 2　図3のように，回路の P_1Q_1 と P_2Q_2 が磁場の中にあり，P_3Q_3 は磁場の外にあるとき，回路を保持した静止状態でスイッチを閉じた。

(1)　電池の起電力を E とするとき，P_1Q_1 間の抵抗線が磁場から受ける力の大きさを求めなさい。

(2)　スイッチを閉じた状態で回路を静かにはなしたところ，回路は落下せずに静止した状態を保った。このときの電池の起電力を求めなさい。

(3)　(2)の状態を実現するための電池の向きは，図3のアとイのどちらが正極か答えなさい。

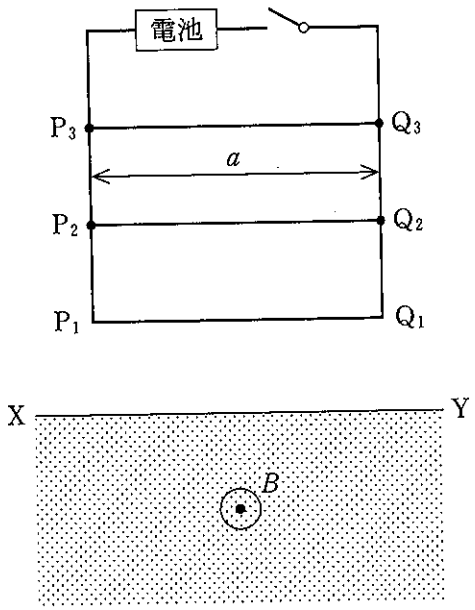

電池
P3
Q3
a
P2
Q2
P1
Q1
X
Y
B

図 1

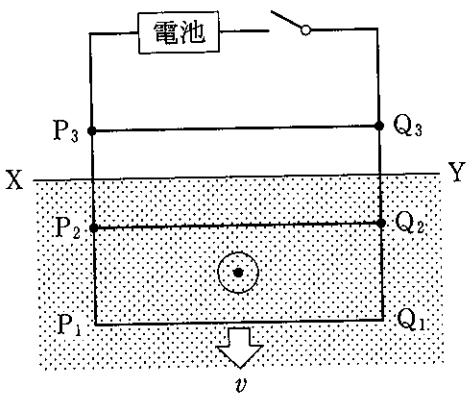

電池
P3
Q3
X
Y
P2
Q2
P1
Q1
v

図 2

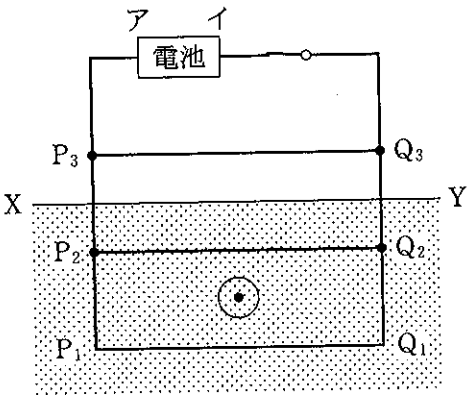

ア
イ
電池
P3
Q3
X
Y
P2
Q2
P1
Q1

図 3