

横浜市立大学

53 54 55 【医学科】

理科問題

(平成31年度)

【注意事項】

1. この問題冊子は「理科」である。
2. 理科は2科目を解答すること。試験時間は2科目合計で180分である。
3. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
4. 試験開始後すぐに、以下の5.に記載されていることを確認すること。
5. この問題冊子の印刷は1ページから19ページまであり、解答用紙は問題冊子中央に9枚はさみこんである。

科目	問題	解答用紙
物理	1ページから6ページ	3枚 (53-1, 53-2, 53-3)
化学	7ページから12ページ	3枚 (54-1, 54-2, 54-3)
生物	13ページから19ページ	3枚 (55-1, 55-2, 55-3)

6. 問題冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
7. 試験開始後、解答する科目の解答用紙の所定欄に、受験番号と氏名を記入すること（1枚につき受験番号は2箇所、氏名は1箇所）。
8. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
9. 解答する科目の問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は、採点されない場合もあるので注意すること。
10. 解答する字数に指定がある場合は、句読点も1字として数えること。英数字を記入する場合は、1字分のマス目に2文字まで記入してよい。
11. 問題冊子の中の白紙部分は下書き等に使用してよい。
12. 解答用紙を切り離したり、持ち帰ってはいけない。解答しない科目の解答用紙も提出すること。
13. 試験終了時刻まで退室を認めない。試験中の気分不快やトイレ等、やむを得ない場合には、手をあげて監督者を呼び、指示に従うこと。
14. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること。

53 物理

1 ページから 6 ページ

〔 I 〕 図のように、なめらかで水平な床の上に質量 M の台を壁に接触させて置く。台の上には、質量 m の小球がばね定数 k の 2 つのばねで取り付けられている。外力をかけない限りは、小球は台の中央に静止している。台と小球の間および台と床の間の摩擦、ばねの質量は無視できる。右向きを座標軸の正として、以下の問いに答えなさい。

(1) 台を床に固定した状態で、小球を左に l_0 だけ動かして静かにはなしたところ、小球は単振動した。この単振動の周期 T_0 を求めなさい。

次に、台を床に固定せずに、小球を左に l_0 だけ動かして静かにはなしたところ、ある時点で台は壁から離れて動き出した。

(2) 小球をはなしてから台が動き出すまでの時間を求めなさい。

(3) 台が動き出す瞬間の床から見た小球の速度 v_0 を求めなさい。

台が壁から離れたあと、台から見て小球は台の中央を中心として単振動した。台の中央からの小球の変位を x とする。

(4) $x > 0$ のとき、台にかかっている水平方向の力をすべて図示しなさい。

(5) 床から見た台の加速度と床から見た小球の加速度を x の関数としてそれぞれ求めなさい。さらに、それらの結果を用いて、台から見た小球の加速度を x の関数として求めなさい。

(6) 台から見た小球の単振動の角振動数 ω_1 を求めなさい。

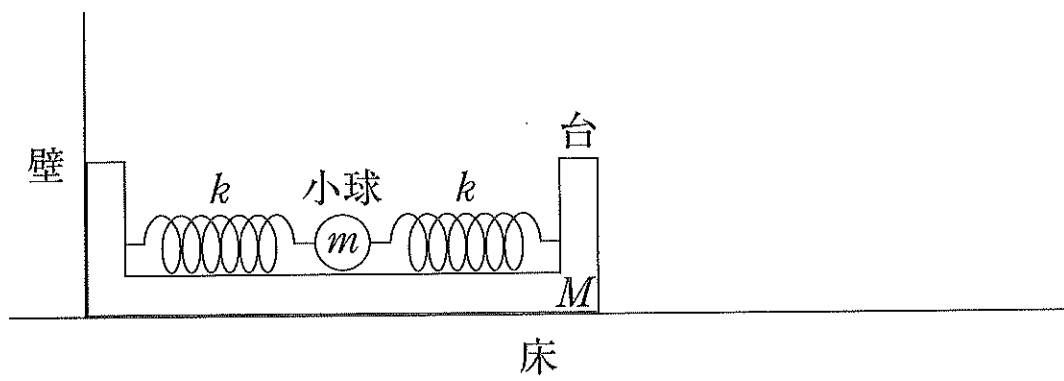
(7) ばねの伸びの最大値を求めなさい。

床から見た台の速度を V 、床から見た小球の速度を v とする。台が壁から離れてからの時間を t として以下の問いに答えなさい。ただし、必要に応じて v_0 と ω_1 を用いてよい。

(8) 台に対する小球の相対速度 $v - V$ を t の関数として求めなさい。

(9) V と v をそれぞれ t の関数として求めなさい。

(10) $m < M$ のとき、 V と v の時間変化の概形を同一のグラフに示しなさい。 V を実線、 v を破線で表すこと。



〔 II 〕 図のように、 x 軸に対して垂直な境界をもつ領域 I, II, III, IVがある。 $x=0$ に領域 I と II の境界、 $x=d$ に領域 II と III の境界、 $x=2d$ に領域 III と IV の境界がある。領域 II および III には xy 平面に垂直で紙面の裏から表方向にそれぞれ磁束密度 B および $-\frac{B}{2}$ の磁場がかかっている。質量 m 、抵抗値 R の長方形コイル EFGH が、速さ v_0 で領域 I 内を x 軸の正の方向へ等速直線運動をしている。コイルの面は xy 平面内にあり、辺 EF と辺 GH は長さが l_1 で y 軸に平行、辺 FG と辺 HE は長さが l_2 ($l_2 < d$) で x 軸に平行にある。コイルの運動は常に xy 平面内にあり、運動の方向は x 軸に平行である。また、各領域は y 軸方向に十分大きいとして、以下の問いに答えなさい。ただし、重力、摩擦、およびコイルの太さと自己誘導は無視できる。

(1) コイルが領域 I と II の境界を通過しているとき、

- (ア) コイルの速さを v_1 とする。このとき、コイルに流れる電流の大きさを求めなさい。
- (イ) コイルの加速度を a_1 とし、運動方程式を示しなさい。
- (ウ) 時間 Δt の間に辺 EF の位置が Δx_1 だけ変化した。このときのコイルの速さの変化を Δv_1 とすると、 Δv_1 は Δx_1 に比例する。その比例係数を求めなさい。
- (エ) コイルが領域 II に完全にいった後も動き続けるための v_0 の条件を求めなさい。

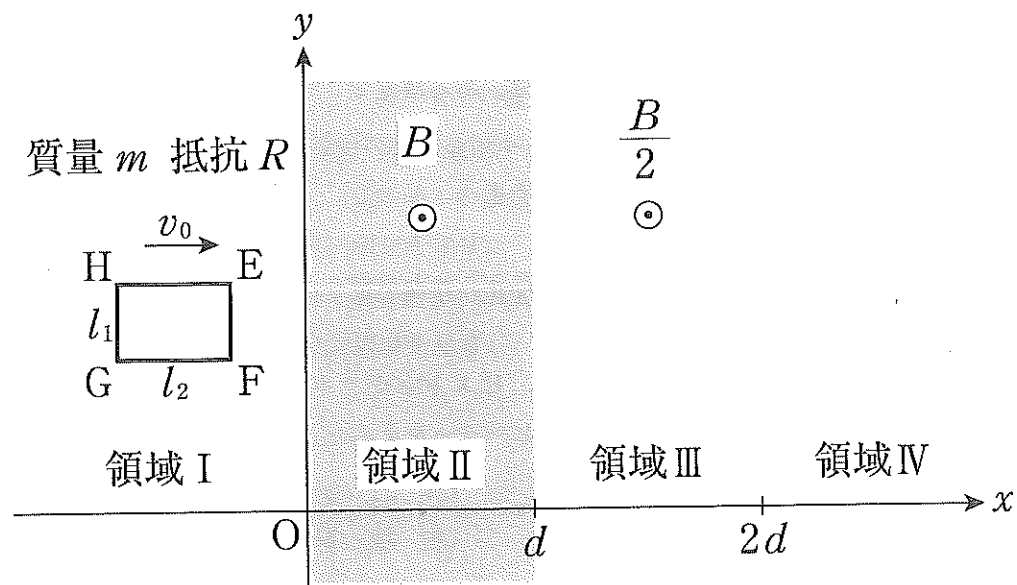
以下、どの領域でもコイルは x 軸の正の方向へ動き続けているとする。

(2) コイルが領域 II と III の境界を通過しているとき、

- (ア) コイルの速さを v_2 とする。このとき、コイルに流れる電流の大きさを求めなさい。
- (イ) 辺 EF および辺 GH にかかる力の大きさをそれぞれ求めなさい。また、それらの向きを示しなさい。
- (ウ) コイルが領域 III に完全にいったときのコイルの速さを求めなさい。

(3) コイル全体が領域 IV にあるときのコイルの速さを求めなさい。

(4) 領域 I から領域 IV までのコイルの運動について、辺 EF の位置を横軸に、コイルの速さを縦軸にしてグラフに示しなさい。さらに、領域 III の磁束密度の大きさが 0 の場合のコイルの速さを同じグラフ上に示しなさい。



〔Ⅲ〕 図1のように、断熱材でできた箱(内側の高さ L)が鉛直に立てられている。箱の内部は仕切板とピストンによって3つの部屋Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに区切られている。部屋ⅠとⅡを区切っている仕切板は、底面から高さ aL ($0 < a < 1$)の位置に固定されている。部屋ⅡとⅢを区切っている質量 M のピストンは、上下になめらかに動くことができるが、ストッパーによって仕切板から高さ bL ($0 < b$ かつ $a+b < 1$)の位置より下には落ちない。仕切板とピストンには弁(図中 ⊗印)が付いており、この弁を通してのみ気体は移動できる。また、部屋Ⅱにはヒーターが設置されている。

最初の状態では2つの弁は閉じており、部屋Ⅱには温度 T_0 、物質質量 n [mol]の単原子分子理想気体が封入されている。部屋Ⅰと部屋Ⅲは真空である。また、ピストンは仕切板から高さ bL の位置にある。重力加速度の大きさを g 、気体定数を R として以下の問いに答えなさい。ただし、仕切板とピストンの熱容量と厚さ、およびヒーターとストッパーの大きさは無視できる。

ヒーターで気体の温度をゆっくり上げると、ある温度でピストンが上へ動き始めた。

- (1) このときの気体の温度を求めなさい。
- (2) ピストンが動き始めるまでに気体に与えられた熱量を求めなさい。

気体の温度を上げ続け、図2のように、ピストンがストッパーから高さ cL ($0 < c$ かつ $a+b+c < 1$)の位置まで上昇したところでヒーターを止めた。

- (3) このときの気体の温度を求めなさい。
- (4) このときの気体の内部エネルギーを求めなさい。
- (5) ピストンが動き始めてからこのときまでに気体に与えられた熱量を求めなさい。

その後、仕切板かピストンのどちらか一方の弁をわずかに開けて、気体の一部を移動させたあと、再び弁を閉じた。しばらく経つと移動した気体と部屋Ⅱに残った気体の温度は等しくなった。このとき、どちらの弁を開けた場合もピストンはストッパーから同じ高さ dL ($0 < d < c$)の位置まで下がっていた。

(6) 仕切板の弁を開けた場合について、次の問いに答えなさい。

(ア) 気体全体の内部エネルギーを求めなさい。

(イ) 気体の温度を求めなさい。

(ウ) 部屋Ⅰに移動した気体の物質量を求めなさい。

(7) ピストンの弁を開けた場合について、次の問いに答えなさい。

(ア) 部屋Ⅲの気体の圧力は、弁を開ける直前の部屋Ⅱの気体の圧力の何倍か求めなさい。

(イ) 部屋Ⅲに移動した気体の物質量を求めなさい。また、仕切板の弁を開けた場合と比較して、どちらの場合により多くの気体が移動したか答えなさい。

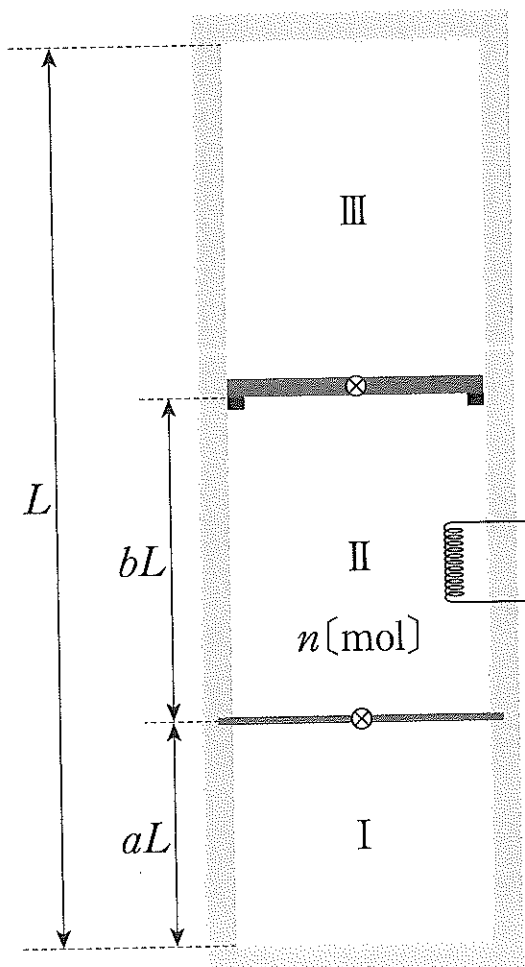


図 1

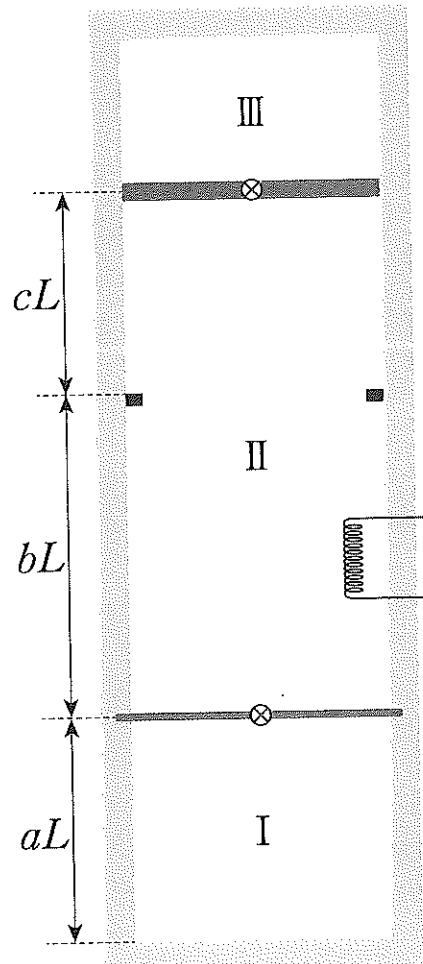


図 2