

学 力 検 査 問 題

理 科

(理科 1 科目受験者用)

平成 19 年 2 月 25 日

自 12 時 30 分

至 13 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理、化学、生物、地学の各問題があります。総ページは 49 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 2 枚(表裏の計 4 ページ)です。
物理、化学、地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 化学と生物には、選択問題があります。
化学と生物の注意事項を良く読んで解答しなさい。
- 4 下書用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 5 受験番号は、解答用紙、下書用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 6 解答は、解答用紙に記入しなさい。
志願票提出のさい届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 7 配付した解答用紙および下書用紙は、持ち出してはいけません。

理 科

物 理	3 ページ～ 12 ページ
化 学	13 ページ～ 24 ページ
生 物	25 ページ～ 40 ページ
地 学	41 ページ～ 49 ページ

12 ページ, 24 ページ, 35 ページ, 40 ページは白紙です。

以 上

物 理 (2 問)

[I] 図1のように、水平に置かれた一様な棒の2点A、B上に質量 m の物体を置いた。2点A、Bは、支点Oからそれぞれ距離 L の位置にある。棒は十分に長く、厚さが無視でき、さらに物体の大きさに比べ距離 L は十分に大きいとして以下の問いに答えよ。

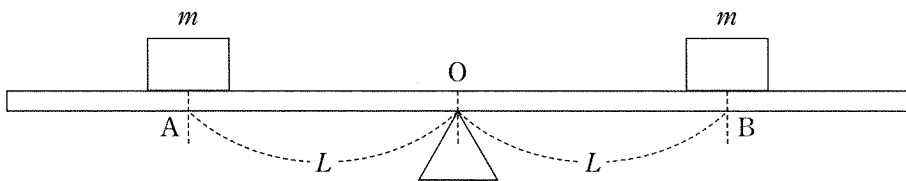


図 1

問 1 つりあいの状態を保ったまま、B点にある

物体を質量の等しい2つの物体M、Nに分

け、距離 d だけ離れた(図2)。このとき、

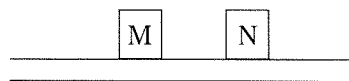


図 2

2物体M、Nの重心の位置は、支点Oからどれだけ離れているか。

問 2 つりあいの状態を保ったまま、物体M、N間の距離 d を少しでも大きくしていった。物体Mが支点Oに来たとき、 d の値はいくらか。その導き方も記せ。

いま、図1において、棒上のB点で静止している物体を破裂させ、質量比が1 : 2である2つ

の物体P、Qに分けた(図3)。物体P、Qは破裂

によって水平方向(棒方向)のみに動き、物体P、Qと棒との摩擦は無視できるとして、以下の問い(問3、問4)に答えよ。

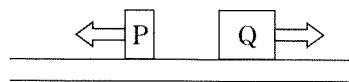


図 3

問 3 2つの物体P、Qの水平方向に飛び出す速さを v_P 、 v_Q としたとき、比 $\frac{v_Q}{v_P}$ の値を求めよ。その導き方も記せ。

問 4 物体Pが支点Oに達するまでの間、棒はどちらに傾くか。以下①～⑤から最も適当なものを選び番号で答えよ。また、そのように考えた理由を述べよ。

- ① Aの方が下に傾く。
- ② Bの方が下に傾く。
- ③ 最初はAが下に傾き、その後Bが下に傾きはじめる。
- ④ 最初はBが下に傾き、その後Aが下に傾きはじめる。
- ⑤ どちらにも傾かない。

(問題は次のページに続く)

つぎに、棒が傾かないよう支えを取りつけた状態で、棒上の B 点で静止している物体を破裂させ、質量比が 1 : 2 である 2 つの物体 P, Q に分けた(図 4)。

物体 P はやがて支点 O に達し、その後、A に向かって進み、OA の中点 C で静止した。物体 P, Q と棒との摩擦は OC 間を除いて無視できるとして以下の問い(問 5, 問 6, 問 7)に答えよ。ただし、重力加速度を g 、また物体 P が支点 O を通過するときの速さを v とする。

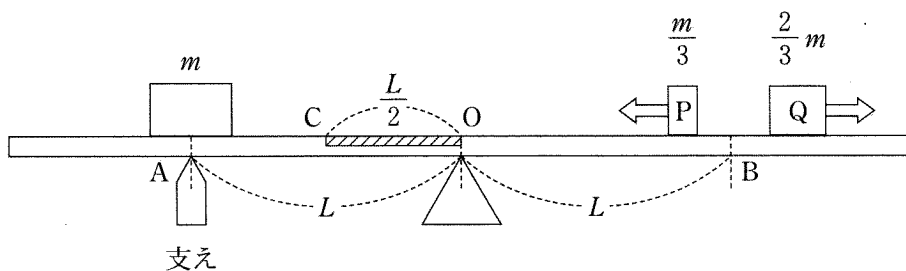


図 4

問 5 物体 P が OC 間を運動しているとき、物体 P の加速度を求めよ。また、物体 P と棒 OC との間の動摩擦係数 μ' を求めよ。その導き方も記せ。

問 6 物体 P が OA の中点 C に来た瞬間、物体 Q は支点 O からどれくらい離れているか。その導き方も記せ。

問 7 物体 P が C 点に来た瞬間、棒の支えを取り除き棒が動けるようにした。この後、棒はどちらに傾きはじめるか。以下(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 物体 P が C 点に来た瞬間、それぞれの物体に働く支点 O まわりの力のモーメント(大きさと回転の向き)を求めよ。ただし、回転の向きについては、つぎの①、②から 1 つ選び番号で答えよ。

① 時計まわり(右まわり)

② 反時計まわり(左まわり)

(イ) 棒はどちらに傾きはじめるか。つぎの①～③から 1 つ選び番号で答えよ。その理由も示せ。

① A の方が下に傾く。

② B の方が下に傾く。

③ どちらにも傾かない。

〔Ⅱ〕 空気中に長さ l_A 半径 a の円筒状に導線が n_A 回巻かれた、自己インダクタンス L_A のソレノイド A と、長さ l_B 半径 b (ただし、 $a > b$ かつ $l_A > l_B$) の円筒状に導線が n_B 回巻かれた、自己インダクタンス L_B のソレノイド B がある。これらのソレノイドに関して以下の問いに答えよ。ソレノイドの導線は電気抵抗を無視でき、太さは十分に細いものとする。また、ソレノイドの内部には一様な磁界ができるものとし、端の効果は無視できるものとする。空気の透磁率を μ とする。

図 1 のような、ソレノイド A と抵抗と電源からなる回路を考える。
抵抗 1, 2 の抵抗値をそれぞれ R_1, R_2 とし、電源 1 の電圧を V_0 とする。

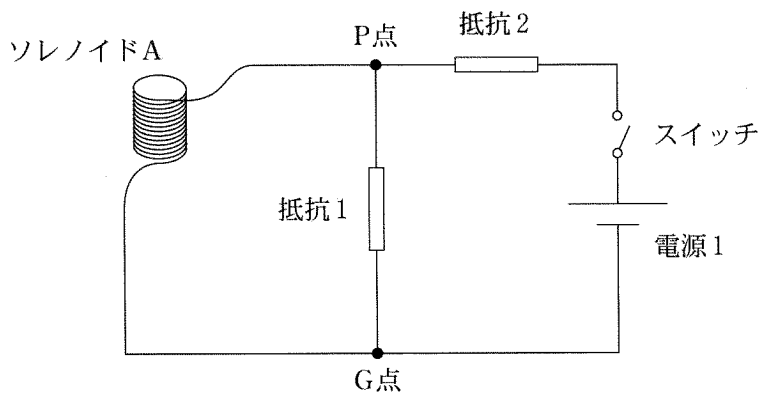


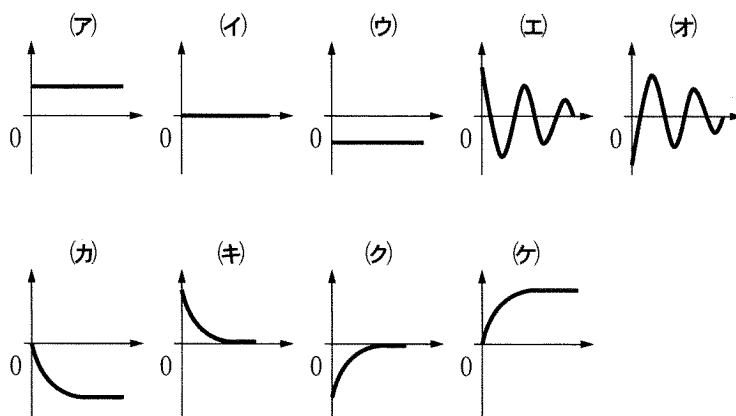
図 1

問 1 スイッチを閉じてから十分に時間が経過したのちに、ソレノイド A を流れる電流を求めよ。その導き方も示せ。

次にスイッチを開いた。

問 2 スイッチを開いた直後の GP の間の誘導起電力の大きさと向きを求めよ。その導き方も示せ。

問 3 横軸をスイッチを開いてからの時間とし、縦軸を起電力とすると、GP 間の起電力の時間変化を表すグラフとして最も適当なものを、下の解答群の中から選び記号で答えよ。ただし、起電力の向きが G から P へるときに起電力の符号が正であるものとする。



問 3 の解答群

問 4 スイッチを開いたあとで、抵抗 1 で消費されるエネルギーの総量を L_A を用いてあらわせ。その理由も示せ。

(問題は次のページに続く)

次に、図2のようにソレノイドAの中に、ソレノイドBを中心軸が一致するように入れ、動かさないように固定した後、ソレノイドAとソレノイドBと電源2を図のように接続した。時刻 $t=0$ から T の間に、電源2からソレノイドAに流す電流 I を0から I_0 ($I_0 > 0$)まで一定の割合で増大させ、その後、 $I=I_0$ に保った。

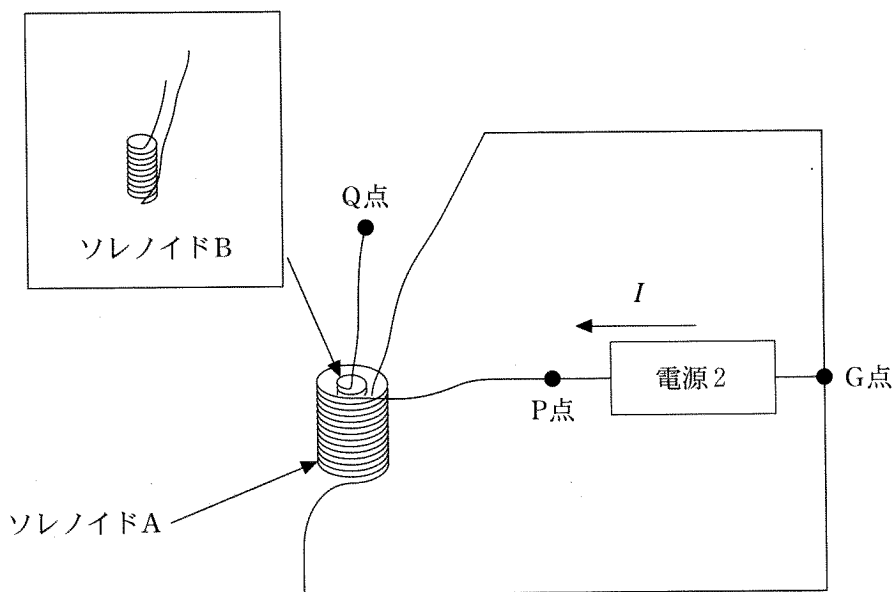


図2

問 5 GP間の誘導起電力 V は、 $0 \leq t \leq 2T$ の間でどのように時間変化するかグラフに描け。また、その導き方も示せ。ただし、起電力の向きが G から P へのときに起電力の符号が正であるものとする。

問 6 ソレノイド A の中心軸に垂直な断面を貫く磁束を Φ_A とするとき、

$$L_A I = n_A \Phi_A$$

が成り立つ。これを用いて L_A を a, l_A, n_A, T, I_0, μ のうちから必要なものを用いて表せ。その導き方も示せ。

問 7 時刻 t が $T < t$ のときの、ソレノイド B の内部の磁束密度の大きさと、ソレノイド B の中心軸に垂直な断面を貫く磁束の大きさを L_A を用いて表せ。その導き方も示せ。

問 8 時刻 t が $0 < t < T$ のときの、GQ間の誘導起電力を L_A を用いて表せ。その導き方も示せ。ただし、起電力の向きが G から Q へのときに起電力の符号が正であるものとする。

このページは白紙である。