

平成 27 年度

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
 - 2 問題冊子は、「空白」1 ページ、「物理」5 ページ、「空白」1 ページ、「化学」14 ページ、「生物」8 ページ、「地学」7 ページ、合計36ページである。解答用紙は、「物理」3 枚、「化学」3 枚、「生物」4 枚、「地学」2 枚である。脱落のあった場合には申し出ること。
 - 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ氏名、受験学部、受験番号（最後のページは、左右2か所）を忘れずに記入すること。
 - 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
 - 5 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
 - 6 理学部の受験者は、次により解答すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科・理科選択を志望する者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうち2科目を選択解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」と、その他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「化学」と、その他に「物理」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - 7 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
 - 8 医学部医学科の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択解答すること。
 - 9 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」・「生物」のうちから1科目を選択解答すること。
 - 10 机上に各自の「受験票」と「大学入試センター試験受験票」を出しておくこと。
 - 11 問題冊子および選択しない科目の解答用紙は持ち帰ること。
- ※ 本冊子の理科科目は以下を表す。
- | | |
|------------|------------|
| 物理：物理基礎・物理 | 化学：化学基礎・化学 |
| 生物：生物基礎・生物 | 地学：地学基礎・地学 |

(空 白)

物 理

第 1 問 (35 点)

図のような2つの斜面と水平面を通して運動する質量 m [kg] の小物体について考える. 左斜面と水平面, および右斜面の高さ h [m] の点 A より低い部分はなめらかである. 右斜面の点 A よりも高い部分は水平から一定の角度 θ [rad] をなしており, 表面はあらく, 小物体と斜面の間の動摩擦係数は μ' である.

左斜面の高さ H [m] の位置から小物体を初速度 0 ですべらせたところ, 小物体は右斜面の摩擦がある部分を上り, 点 B で静止した.

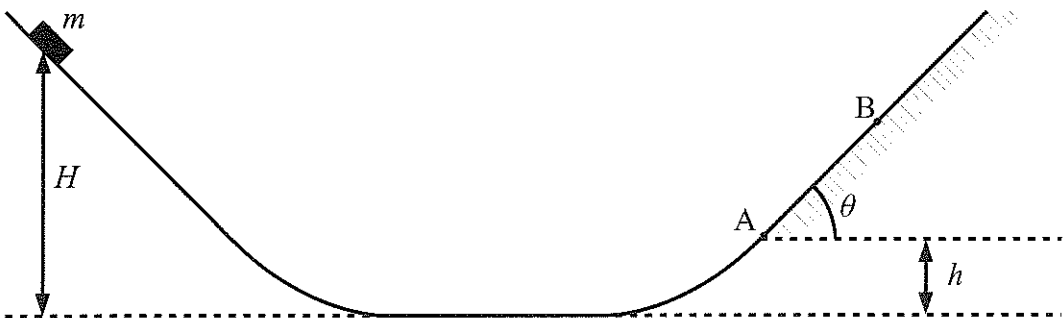
小物体の運動について以下の問いに答えよ. ただし, 左右の斜面と水平面はなめらかに接続されているものとし, 重力加速度の大きさを g [m/s²] とする.

問 1 点 A の位置に達したときの速さを求めよ.

問 2 AB 間を運動している間の斜面に沿った方向の小物体の運動方程式を書け. ただし, 斜面を上る向きを正とし, 加速度を a [m/s²] とせよ.

問 3 AB 間を移動するのに要する時間を求めよ.

問 4 AB 間を移動する間に摩擦力が小物体にする仕事を求めよ.



(空 白)

物 理

第 2 問 (35 点)

図のように、不導体の棒が水平に固定され、その下端の 2 つの支点から質量 m [kg]、長さ l [m] の導体棒が長さ d [m] の 2 本の軽い平行な導線で水平につるされている。2 本の導線はそれぞれ支点から導線で端子 P, Q につながれている。この装置に、鉛直上向きで磁束密度 B [T] の一様な磁場をかける。

はじめに、図のように、鉛直線と導線がなす角度が θ [rad] になるまで導体棒をもち上げ静かに手をはなすと周期 T [s] で振動を開始した。運動中、2 本の導線は平行で、導線と導体棒は垂直に保たれる。

重力加速度の大きさを g [m/s²] として以下の問いに答えよ。ただし、誘導電流が作る磁場は無視する。

問 1 導体棒が最下点を通過するときの速さ v [m/s] を求めよ。

問 2 端子 P と端子 Q の電位差の最大値 V_0 [V] を求めよ。

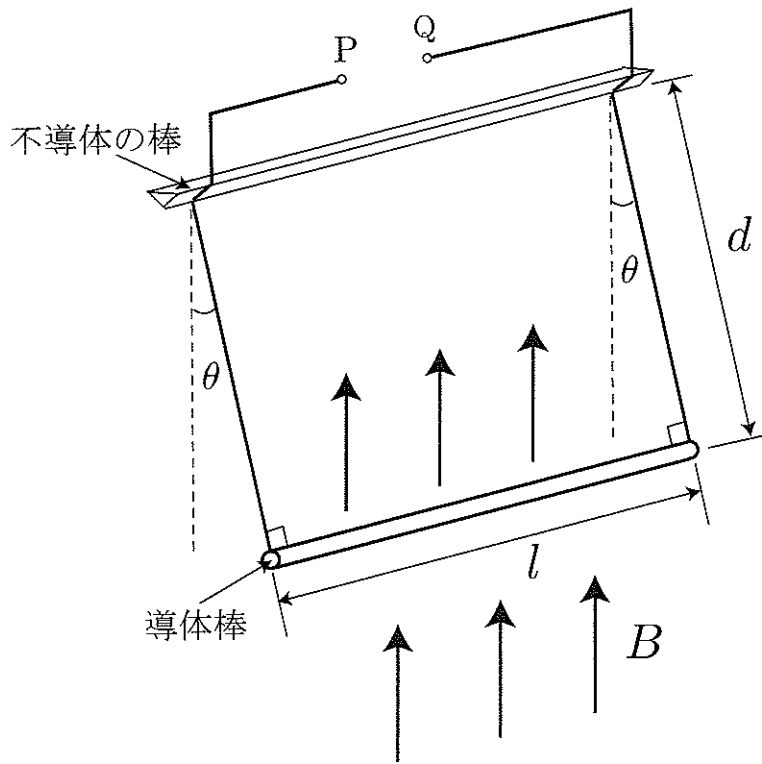
問 3 手をはなす時刻 t [s] を 0 としたとき、端子 P に対する端子 Q の電位の時間変化のおおよその形をグラフに描け。ただし、 θ は十分小さく、導体棒は単振り子と同じ運動をすると考えてよい。

次に、端子 P, Q の間に抵抗値 R [Ω] の抵抗をつなぎ、導体棒を角度 θ までもち上げ静かに手をはなした。このとき、導体棒が 1 回目に最下点を通過する速さ v' [m/s] は、抵抗をつながないときの速さ v より小さな値になった。また、振動が繰り返されるにしたがって振幅は小さくなっていった。

問 4 導体棒が 1 回目に最下点を通過する瞬間に、導体棒が磁場から受ける力の大きさを求めよ。また、この力はどの向きに働くか答えよ。

問 5 電流、力、熱という言葉すべて用いて、振幅が小さくなっていく理由を述べよ。

問 6 手をはなしてから導体棒が 1 回目に最下点を通過するまでの間に、抵抗に発生するジュール熱を、 v, v' とその他必要なものを用いて表せ。



物 理

第 3 問 (30 点)

図のように、固定された仕切り板によって左右に分けられたシリンダー容器がある。一方に定圧モル比熱 C_A [J/(mol·K)] の理想気体 A が、他方に定圧モル比熱 C_B [J/(mol·K)] の理想気体 B がそれぞれ 1 mol ずつピストンによって封入されている。シリンダーおよび左右のピストンはいずれも断熱材でできており、外部との熱のやりとりはない。仕切り板は熱をゆっくり伝えることはできるが、熱容量は無視できるものとする。左右のピストンはなめらかに動くことができ、内部の気体の圧力を一定値に保つことができるものとする。

気体 A の温度を T_A [K]、気体 B の温度を T_B [K] ($T_A > T_B$) としたところ、気体 A から気体 B に熱が移動してピストンの位置が変化し始めた。大気圧を p_0 [Pa]、気体定数を R [J/(mol·K)] とし、以下の問いに答えよ。

気体 A から気体 B に熱量 Q [J] だけ移動したとき、気体 A および B の温度と体積の変化量がそれぞれ ΔT_A [K]、 ΔV_A [m³] および ΔT_B [K]、 ΔV_B [m³] であった。

問 1 ΔV_A と ΔT_A の関係、および ΔV_B と ΔT_B の関係を求めよ。

問 2 ΔT_A および ΔT_B を、 Q とその他必要なものを用いて表せ。

十分長い時間が経過したとき、気体 A と気体 B の温度は等しくなり、ピストンの移動は終了した。

問 3 このときの気体の温度を求めよ。

問 4 ピストンの移動が始まってから終了するまでに、気体 A から気体 B に移動した熱量および気体が外部にした仕事を、 $(T_A - T_B)$ とその他必要なものを用いて表せ。

