

平成 31 年 度 (後期)

理 科

2 科目選択 時間 120 分

問 題 物 理 ページ：1～2

化 学 ページ：3～4

生 物 ページ：5～7

解答用紙 物理, 化学, 生物 各 1 枚

- 注 意
1. この中には上記の物が入っている。試験開始後確認すること。
 2. 3 科目すべての解答用紙に受験番号を記入すること。
 3. 出願のときの選択に従って 2 科目について解答すること。
 4. 試験終了時に、3 科目すべての解答用紙を回収する。

物 理 (全2の1)

物理量はSI国際単位系で表現している。解答欄に[]がある所はその単位をSI国際単位系による簡潔な形で記入せよ。円周率を π 、重力加速度の大きさを g とする。

- 1 図1-1のように、表面のあらい板上の点Aに質量 m の小さな物体を置いて、板の一端を静かに持ち上げていく。板の傾きの角が φ ($0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$)をこえたところで物体は板の上をすべり出す。板は十分に大きいものとし、物体と板の表面の間の動摩擦係数を μ' とする。小さな物体にはたらく空気抵抗は無視できるものとする。

I. 板の角度が φ 以下の状況を考える。

- (1) 板の角度が φ よりも小さい角 θ であるとき、物体にはたらく摩擦力の大きさはいくらか。

- (2) 静止摩擦係数はどのように表されるか。

II. 板の角度を α ($\varphi < \alpha < \frac{\pi}{2}$)で固定したとする。

- (3) 物体の加速度の大きさは重力加速度の大きさの何倍か。

- (4) 物体が点Aから板の斜面に沿って距離 L すべりおりたとき、摩擦によって失われる力学的エネルギーはいくらか。

III. 次に、図1-2のように板の角度を α ($\varphi < \alpha < \frac{\pi}{2}$)で固定し、同じ小さな物体に軽いパラシュートをつけてその運動を調べた。このパラシュートは物体の速さが v_p 以上になった時に開き、物体の速さ v に対して大きさが kv で、物体の動きと逆向きにはたらく空気抵抗による力を及ぼすものとする。ここで k は正の定数である。物体がすべり出して少しするとパラシュートが開き、さらにしばらくすると物体は v_p よりも大きい一定の速さで板の上をすべるようになった。パラシュートと板の間には摩擦ははたらかず、またパラシュートが開く前は、空気による抵抗は無視できるものとする。

- (5) パラシュートが開いた直後の物体の加速度の大きさはどのように表されるか。

- (6) 点Aからすべりはじめてパラシュートが開くまでの時間はいくらか。

- (7) 板の角度が $\alpha = \frac{\pi}{6}$ で $\mu' = \frac{7}{8\sqrt{3}}$ であるとき、終端速度の大きさはどのように表されるか。

- (8) 板の角度 α が $\sin \alpha = \frac{3}{5}$ を満たすときの終端速度の大きさは、板の角度 α が $\sin \alpha = \frac{4}{5}$ を満たすときの終端速度の大きさの半分であった。板と物体の間の動摩擦係数 μ' の値はいくらか。

- (9) パラシュートが開いた直後の加速度の大きさを a_p 、終端速度に近い状態での加速度の大きさを a_f とする。加速度の大きさは a_p と a_f のうちどちらが大きいのか答えよ。

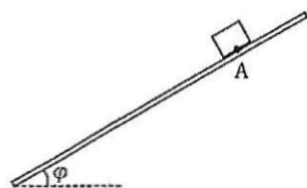


図1-1

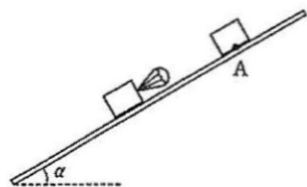


図1-2

- 2 図2-1のように、スピーカーのついた発音体とマイクのついた受信体がある。発音体も受信体も両者を結ぶ直線上をそれぞれ異なる一定の速さで移動可能である。音速を c とし、発音体と受信体の移動する速さは c よりも小さいものとする。発音体は一定の振動数 f の音波を1.0秒間だけ発する。 f は整数である。マイクでは、図2-2に模式的に示されるような波が受信される。縦軸は変位である。横軸は時間を表し、受信している時間の長さを a とする。図2-2の波は正弦波で途中を略してある。無風状態として以下の問いに答えよ。



図2-1

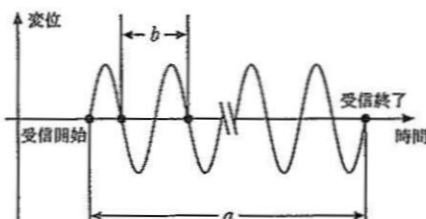


図2-2

物 理 (全2の2)

- (1) 両者が静止しているときに受信された波形が図2-2であったとすると、図2-2中の a , b はいくらか。また b の名称を答えよ。
- (2) 静止している受信体に向かって発音体が速さ V_s で移動する場合を考える。このとき受信された波形が図2-2であったとすると、 a , b はいくらか。
- (3) 発音体が速さ V_s で、受信体が速さ V_o で互いに逆方向で遠ざかる方向に移動する場合を考える。受信された波形が図2-2であったとすると、 a , b はいくらか。
- (4) 音速 c を 340 m/s とする。静止している発音体が周波数 $f = 200 \text{ Hz}$ の音波を発信する。受信体が速さ $V_o = 40 \text{ m/s}$ で発音体に向かって移動するとき、 a , b はいくらか、有効数字2桁で求めよ。

3 図3-1のような長方形回路 PQRS がある。辺 PQ の長さは l 、辺 SP の長さは h となっている。この回路は辺 PQ の質量が m であり、それ以外の部分の質量は無視できるとする。直流電源がつながれている辺 SR は、水平となるように支えられている。この回路は辺 SR を回転軸としてなめらかに回転できるものとする。ある大きさの電流を回路に流し、鉛直上向きに磁界をかけてその磁界を徐々に強くしていったところ、磁束密度の大きさが B となったときに、辺 SP は鉛直下向きの方向から角度 θ 傾いて静止した。この状態を「状態1」とする。図3-2は、この回路を辺 SP の側から見たものである。辺 SP と鉛直方向のなす角度は、図3-2のように鉛直下向きから反時計回りにはかり、この角度は 0 から $\frac{\pi}{2}$ の範囲にあるものとする。回路を流れる電流が作る磁界は無視できるものとして以下の問いに答えよ。

I. 状態1を考える。

- (1) 辺 PQ を流れる電流の向きは $P \rightarrow Q$, $Q \rightarrow P$ のどちらか。
- (2) 辺 PQ が磁界から受ける力の大きさを m , g , θ を用いて表わせ。
- (3) 辺 PQ を流れる電流の大きさを求めよ。

II. 状態1から電流をゆっくりと調整し、辺 SP が鉛直方向となす角度が $\frac{\pi}{4}$ となるようにした。この状態を「状態2」とする。

- (4) 状態2において、回路を流れる電流の大きさを求めよ。
- (5) 状態2において、電流の大きさは変化させずに、磁界の向きを辺 SR には垂直なまま鉛直上向きとなす角度が $\frac{\pi}{6}$ となるようにゆっくりと傾けた。回路が静止した状態を「状態3」とし、図3-2に示す。状態3で辺 SP と鉛直方向のなす角 α を求めよ。

III. 状況を状態1に戻し、辺 PQ を外力で支えて電流を止めた。

- (6) 回路 PQRS を貫く磁束の大きさを求めよ。
- (7) 辺 SP と鉛直方向のなす角度が 0 になるまで、辺 PQ を水平方向の速さが v で一定となるように動かした。動かしている間に辺 PQ に生じる誘導起電力の大きさを求めよ。

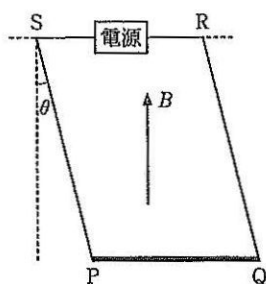


図3-1

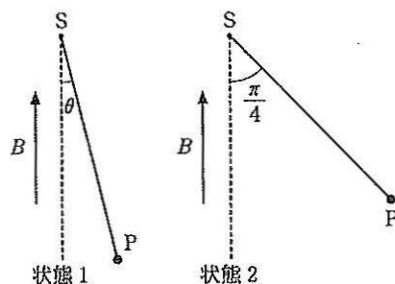
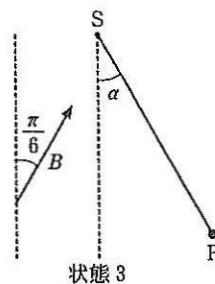


図3-2



状態3