

旭川医科大学

平成 26 年度一般入試後期日程

理 科 問 題 紙

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は 19 ページあります。物理は 1～4 ページ、化学は 5～10 ページ、生物は 11～19 ページです。
3. 解答用紙は物理 2 枚、化学 4 枚、生物 4 枚の合計 10 枚あります。草案紙は 3 枚あります。
4. 受験番号は、監督者の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入しなさい。
5. 物理、化学、生物の 3 科目から 2 科目を選択し、その科目の解答用紙の「選択する」を○で囲みなさい。なお、2 科目を選択した場合のみ採点の対象となります。
6. 解答用紙のみを提出しなさい。解答用紙は全科目分の 10 枚を必ず提出しなさい。なお、問題紙と草案紙は持ち帰りなさい。
7. 答案作成にあたっては、次の事項を守りなさい。
 - (1) 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書くこと。
 - (2) 字数制限のある解答欄については、一行につき 25～30 字を目安に書くこと。括弧、句読点およびアルファベットは 1 字とする。数字および分子式やイオン式、その他の記号・略称はそれぞれ 1 字相当とする。

物 理

問題 1 地面から高さ H の位置に、高さ h の斜面と質量 m の質点を水平に射出する仕組みを備えた図1のような装置を考える。装置の質量は、質点の r 倍 ($r > 1$) とする。はじめ、質点と装置は静止している。この装置が質点を射出したところ、装置は質点と反対方向に速さ v で地面にそって移動した。一方、質点は装置上の水平面をすすんだ後、その水平面となめらかにつながった斜面をのぼり、斜面から地面に対して 30 度上方に速さ V で飛び出した。重力加速度の大きさを g とする。質点と装置の間、および装置と地面の間の摩擦、並びに空気抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えなさい。なお、一連の運動は同一平面内でおきたものとする。

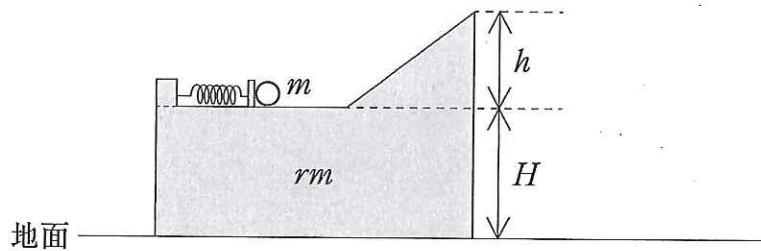


図 1

- 問 1 射出直後の質点の速さを、 r 、 v を用いて答えなさい。
- 問 2 質点の射出にともない装置が失ったエネルギーを、 r 、 m 、 v を用いて答えなさい。
- 問 3 質点が斜面から飛び出す瞬間の装置の速さを、 r 、 V を用いて答えなさい。
- 問 4 質点が斜面をのぼりきるためには、 v はいくら以上でなければならないか。 g 、 h 、 r を用いて答えなさい。

問 5 質点が斜面から飛び出す瞬間に持っている運動エネルギーを, g, h, m, r, v を用いて答えなさい。

問 6 質点が飛行中に到達する最高点の地面からの高さを, g, H, h, r, v を用いて答えなさい。

問 7 質点が斜面を飛び出してから最高点に到達するまでの間に装置が移動した距離を, g, h, r, v を用いて答えなさい。

問題 2 以下の文章は、平行板コンデンサーの充電について説明したものである。

文章中の空欄 から を、文章中で定義された d_A , d_B , R , S , V , および、真空の誘電率 ϵ_0 の中から必要な文字を使った適切な式で埋めなさい。なお、極板の端の影響は考えなくてよいものとする。

内部抵抗が無視できる電位差 V の電池、抵抗値 R の抵抗、スイッチ A、スイッチ B、コンデンサー A、コンデンサー B からなる図 2 のような回路が真空中に置かれている。コンデンサー A, B は、極板の面積が S の平行板コンデンサーであり、極板間の距離はそれぞれ d_A , d_B ($d_A > d_B$) とする。はじめ、コンデンサー A, B には電荷がなく、スイッチ A, B は開いている。

スイッチ A を閉じてから時間が十分に経過すると、電気容量 のコンデンサー A に電気量 の電荷が蓄えられている。このとき、コンデンサー A の静電エネルギーは となる。次に、スイッチ A を開き、引き続きスイッチ B を閉じると、その瞬間、抵抗には大きさ の電流が流れる。スイッチ B を閉じてから時間が十分に経過すると、コンデンサー A, B の両端の電位差が等しくなる。この状態で、コンデンサー A, B に蓄えられている電気量の比は、

$$\frac{(\text{コンデンサー A に蓄えられている電気量})}{(\text{コンデンサー B に蓄えられている電気量})} = \text{オ}$$

になる。スイッチ B を閉じている間、コンデンサー A, B に蓄えられている全電気量は で一定である。したがって、スイッチ B を閉じてから時間が十分に経過した後には、コンデンサー B に電気量 の電荷が蓄えられていることになる。このとき、コンデンサー B の静電エネルギーは である。その後、スイッチ B を開く。この一連の操作を 1 回目の開閉操作と呼ぶことにする。1 回目の開閉操作でコンデンサー B の増加した電気量 ΔQ_1 は である。この開閉操作の過程のうち、スイッチ B を閉じている間にジュール熱として失われるエネルギーは である。

1 回目の開閉操作の後、再びスイッチ A を閉じ、時間が十分に経過すると、コンデンサー A には電気量 の電荷が蓄えられている。コンデンサー B に蓄えられている電気量は のまま変化しない。次に、スイッチ A を開き、

引き続きスイッチBを閉じる。スイッチBを閉じてから時間が十分に経過した後には、コンデンサーBには電気量 の電荷が蓄えられている。その後、スイッチBを開く。この一連の操作を2回目の開閉操作と呼ぶことにする。2回目の開閉操作でコンデンサーBの増加した電気量 ΔQ_2 は である。

このような開閉操作を繰り返すことによってコンデンサーBに電荷を蓄えることにする。1回目の開閉操作と2回目の開閉操作で増加した電気量の比 $\frac{\Delta Q_2}{\Delta Q_1}$ は と表される。3回目、4回目、 \dots 、 k 回目の開閉操作でコンデンサーBの増加した電気量をそれぞれ ΔQ_3 、 ΔQ_4 、 \dots 、 ΔQ_k とし、同様に計算を続けると、 $\frac{\Delta Q_3}{\Delta Q_2}$ 、 $\frac{\Delta Q_4}{\Delta Q_3}$ 、 \dots 、 $\frac{\Delta Q_k}{\Delta Q_{k-1}}$ の比も となることが確認される。 $\frac{\Delta Q_2}{\Delta Q_1}$ 、 $\frac{\Delta Q_3}{\Delta Q_2}$ 、 \dots 、 $\frac{\Delta Q_k}{\Delta Q_{k-1}}$ の比が一定であることから、 ΔQ_1 、 ΔQ_2 、 \dots 、 ΔQ_k は初項 、公比 の等比数列になることがわかる。

一般に、初項 a 、公比 $r (r \neq 1)$ の等比数列の n 項までの総和は $a \frac{1-r^n}{1-r}$ と表される。また、 $0 < r < 1$ のとき、 n を限りなく大きくすると r^n は0に近づく。これらのことを用いると、開閉操作を限りなく繰り返すことによってコンデンサーBに蓄えられる電気量は に近づくことがわかる。この値は、スイッチA、Bを同時に閉じてから時間が十分に経過した後のコンデンサーBに蓄えられている電気量と等しくなる。

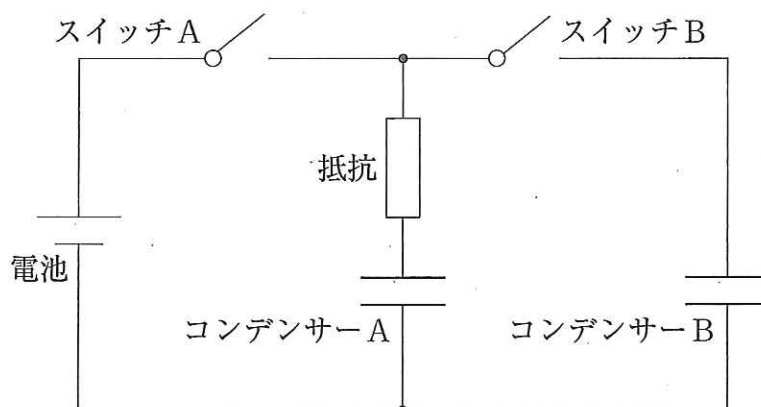


図2