

2022 年度

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

物理：2～7 ページ	解答用紙 4 枚
化学：8～19 ページ	解答用紙 4 枚
生物：20～33 ページ	解答用紙 4 枚
地学：34～41 ページ	解答用紙 3 枚

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 問題冊子や解答用紙に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、それぞれ受験番号（最後のページは、左右2箇所）、氏名を必ず記入すること。なお、解答用紙は上部で接着してあるので、はがさず解答すること。
- 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 解答用紙の裏面は計算等に使用してもよいが、採点はしない。
- 7 **現代システム科学域の受験者**は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、解答すること。
- 8 **理学部の受験者**は、次により解答すること。なお、第2・3志望がある場合、志望する学科についても確認すること。
 - (1) **数学科・生物学科・地球学科・生物化学科**を志望する者は「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうちから2科目を選択し、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、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 9 **工学部の受験者**は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 10 **農学部・獣医学部・医学部医学科の受験者**は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択し、解答すること。
- 11 **生活科学部食栄養学科の受験者**は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから1科目を選択し、解答すること。
- 12 問題冊子の余白は下書きに使用してもよい。
- 13 問題冊子及び選択しなかった科目の解答用紙は持ち帰ること。

張 明 附 記

(附 記 一 二 三 四 五 六 七 八 九 十)

附 記 一 二 三 四 五 六 七 八 九 十

附 記 一 二 三 四 五 六 七 八 九 十

附 記 一 二 三 四 五 六 七 八 九 十

附 記 一 二 三 四 五 六 七 八 九 十

附 記 一 二 三 四 五 六 七 八 九 十

附 記 一 二 三 四 五 六 七 八 九 十

(余 白)

物 理

第 1 問 (35点)

図1のように、天井に取り付けられたなめらかに回転する軽い滑車Pに糸をかけて、一端に質量 m の小球Aをつけ、もう一端を一定の力で引いた。以下では、糸は軽くて伸び縮みせず、小球の運動は鉛直方向のみであり、鉛直上向きを正とする。また、空気抵抗は無視し、重力加速度の大きさを g とする。以下の問いに答えよ。

軽い糸が一端において物体を引く力の大きさは、他端において糸にはたらいっている力の大きさに等しいと考えてよい。

問1 一定の力の大きさは $2mg$ であったとする。Aの加速度を求めよ。

次に、図2のように、Aと質量 $2m$ の小球Bを糸でつないでPにかけ、時刻 $t = 0$ で小球全てを同時に静かにはなした。A、Bを引く糸の力の大きさを S 、Aの加速度を a とする。

問2 AとBそれぞれの運動方程式を書け。

問3 Aの変位が h になる時刻と、そのときのAの運動エネルギーを求めよ。

今度は、図3のように、AとBを糸でつないでなめらかに回転する軽い滑車Qにかけ、このQと質量 $3m$ の小球Cを糸でつないでPにかけて、小球全てを同時に静かにはなした。A、Bを引く糸の力の大きさを S_1 とし、Q、Cを引く糸の力の大きさを S_2 とする。また、A、B、Cの加速度をそれぞれ a_A 、 a_B 、 a_C とする。

問4 A、B、Cそれぞれの運動方程式を書け。

問5 Qから見たAとBの加速度は、大きさが等しく向きが逆である。このことから得られる a_A 、 a_B 、 a_C の間の関係式を書け。

Qには鉛直下向きで大きさ $2S_1$ の力と鉛直上向きで大きさ S_2 の力がはたらいっている。Qが軽い場合には $2S_1 = S_2$ の関係式が成り立つとしてよい。

問6 a_C を g を用いて表せ。

問7 Cの変位が h' になるときのA、B、Cの重心の変位を求めよ。

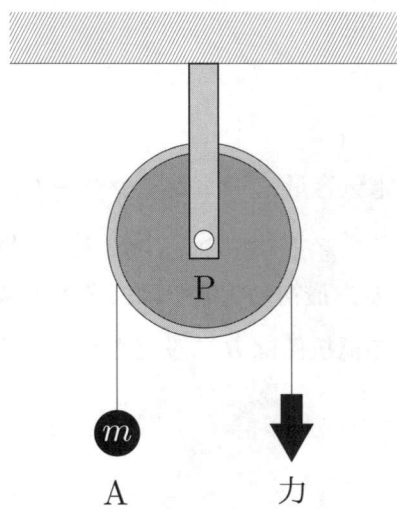


图 1

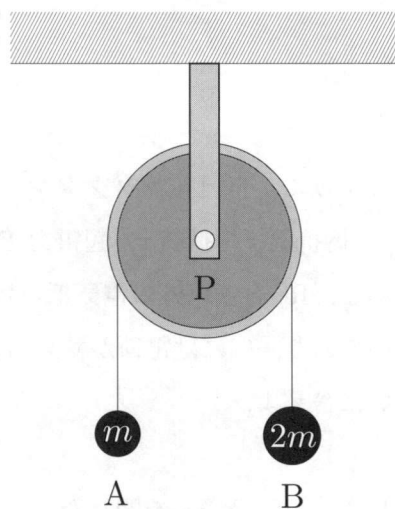


图 2

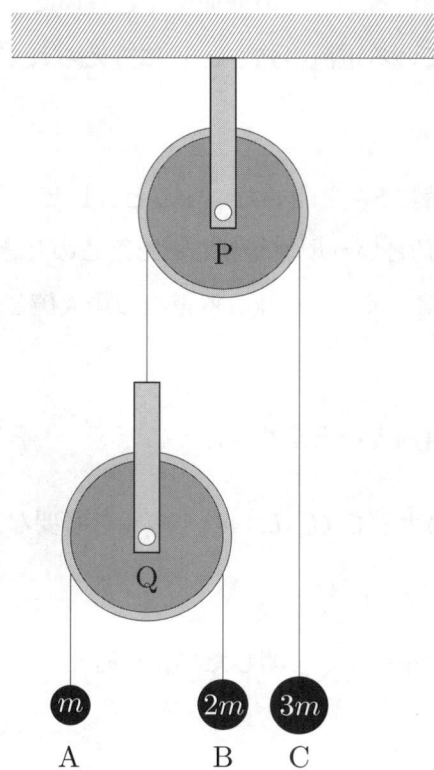


图 3

物 理

第 2 問 (35点)

図のように、自己インダクタンス L のコイル L 、電気容量 C のコンデンサー C 、可変抵抗 R_x 、抵抗値 r の抵抗 r 、起電力 E の直流電源 E 、スイッチ S_L 、 S_C 、 S_R 、 S_E からなる回路がある。 R_x と r 以外の電気抵抗は無視できるとする。最初の状態では、全てのスイッチが開いており、 C には電荷が蓄えられておらず、 R_x の抵抗値は R に設定されている。以下の問いに答えよ。

はじめに、 S_L と S_E を閉じた。

問 1 スwitch を閉じた直後に回路に流れる電流の強さ、点 a に対する点 b の電位、および点 b に対する点 c の電位をそれぞれ求めよ。

問 2 その後、電流は増加するが、その増加率はしだいに小さくなる。十分に時間が経過した後、回路に流れている電流の強さと L に蓄えられているエネルギーを求めよ。

次に、 S_C を閉じると同時に S_E を開いた。すると、 L と C に一定の周期で向きが変わる電流が流れ続ける、電気振動という現象が起こった。このとき、 L にかかる電圧の最大値と C にかかる電圧の最大値は等しく、 L を流れる電流の最大値と C を流れる電流の最大値も等しい。

問 3 この電気振動の固有周波数を求めよ。

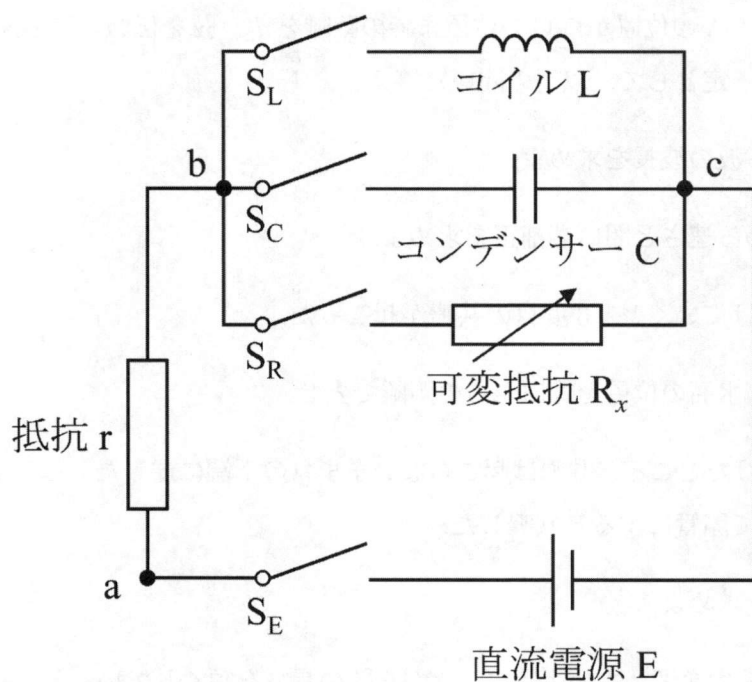
問 4 L にかかる電圧の最大値を C 、 L 、 E 、 r のうち必要なものを用いて表せ。

今度は、最初の状態から S_E と S_R を閉じた場合を考える。

問 5 R_x での消費電力を求めよ。

問 6 R_x の抵抗値を R から変化させると、ある値で R_x での消費電力が最大となった。このときの R_x の抵抗値と最大消費電力を求めよ。必要であれば、以下の相加・相乗平均の不等式を用いよ。

$p \geq 0, q \geq 0$ のとき、 $\frac{p+q}{2} \geq \sqrt{pq}$ (等号が成立するのは $p = q$ のとき)。



図

物 理

第 3 問 (30点)

図1のように、両端が固定された長さ l の弦が水平に張られており、弦の下には水を入れた管が鉛直に立てられている。この弦の中央をはじき、弦の基本振動により音波を生じさせる。その状態で、図2のように、水面を管口Aから徐々に下げていくと、Bの位置ではじめて管の中の気柱が音波と共鳴し、Cの位置で2度目の共鳴をした。Aの位置からBの位置までの距離を d_1 、Aの位置からCの位置までの距離を d_2 、弦を伝わる波の速さを V とする。開口端補正を一定として、以下の問いに答えよ。

問1 弦を伝わる波の波長を求めよ。

問2 音波の伝わる速さと開口端補正を求めよ。

さらに水面を下げていくと、3度目の共鳴が起こった。

問3 このときの水面の位置を管口からの距離で表せ。

水面をさらに下げたところ、共鳴は起こらないまま管の下端に達した。そこで、図3のように、下端を開いて開管にすると共鳴した。

問4 管の全長を求めよ。

その後、弦を張る力を変えないようにしながら弦の長さを短くしていくと、共鳴しなくなり、ある長さ l' のときにふたたび共鳴した。

問5 l' を l を用いて表せ。ただし、弦の振動は基本振動とする。

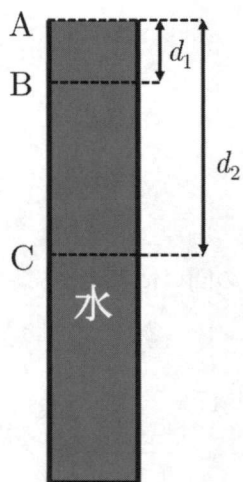
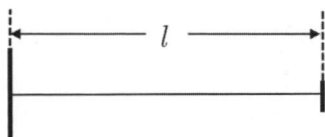


图 1

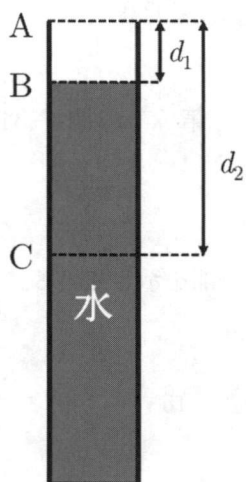
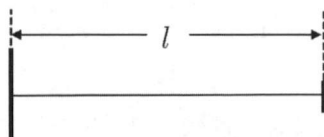


图 2

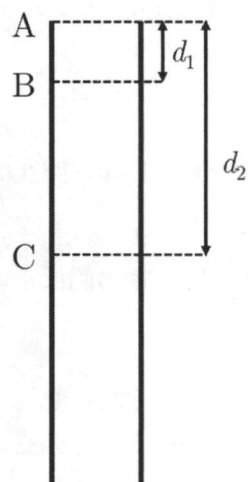
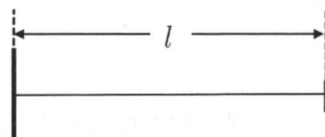


图 3