

平成 26 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 19 ページ

化 学 20 ページ～ 33 ページ

生 物 34 ページ～ 53 ページ

地 学 54 ページ～ 63 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあったら申し出なさい。

平成 26 年度個別学力検査等（前期日程）問題

問題訂正

理科「物理」

大問2 5 ページ 5 行目

（誤）～単振り子のおもりの運動は常に単振動とみなすことができる。

（正）～単振り子のおもりの運動は常に単振動とみなすことができる。ただし、箱はエレベーター内で固定されているものとする。

6 ページ 17～18 行目

（誤）～単振り子のおもりの運動は常に単振動とみなすことができる。

（正）～単振り子のおもりの運動は常に単振動とみなすことができる。ただし、箱は列車内で固定されているものとする。

物 理

注意 1. 志望学部・学科により、以下に示す番号の問題を解答すること。

志 望 す る 学 部 ・ 学 科	解 答 す る 問 題 番 号
教 育 学 部 志望者のうち物理を選択する者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 6
理 学 部 物理学科志望者	☐ 2 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 7
理 学 部 地球科学科志望者のうち物理を選択する者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 6 ☐ 7
医 学 部 志望者のうち物理を選択する者	☐ 2 ☐ 5 ☐ 7
看 護 学 部 志望者のうち物理を選択する者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 6
工 学 部 建築学科，機械工学科，電気電子工学科，情報画像学科志望者	☐ 2 ☐ 4 ☐ 6
工 学 部 都市環境システム学科，メディカルシステム工学科，ナノサイエンス学科，共生応用化学科，画像科学科志望者，およびデザイン学科志望者のうち物理を選択する者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 6
園 芸 学 部 志望者のうち物理を選択する者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 6
先 進 科 学 プログラム (方式Ⅱ) 物理学分野志望者	☐ 2 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 7
先 進 科 学 プログラム (方式Ⅱ) 物理化学・生命化学分野志望者のうち物理を選択する者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 6 ☐ 7
先 進 科 学 プログラム (方式Ⅱ) 電気電子工学分野および情報画像分野志望者	☐ 2 ☐ 4 ☐ 6
先 進 科 学 プログラム (方式Ⅱ) ナノサイエンス分野および画像科学分野志望者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 6

2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。

3. 問題文中に特に指示がない限り，結果のみを解答用紙の該当する欄に記入すること。

1

図1のように、ばね定数 k のばねを床の上に鉛直に取り付け、その上に質量 M の板を固定し、板をつりあいの位置で静止させる。次に図2のように、板を押し下げ静止させ、同時に板の中心の鉛直上方に質量 m の小球を静止させる。さらに図3のように、板と小球が同時かつ静かに運動を始めるようにして、鉛直上方に動く板と落下する小球を衝突させる。小球と板の運動はともに鉛直方向のみとし、小球の大きさと板の厚さ、空気抵抗、ばねの質量は無視できるものとする。また、板は運動の途中で常に水平を保つものとする。板のつりあいの位置からみた落下前の小球の高さを h ($h > 0$)、運動開始前の板の下げ幅を A ($A > 0$)、重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えなさい。

問1 図1のように、板がつりあいの位置で静止しているとき、ばねは自然長からどれだけ縮んでいるか。縮みの長さを M , k , g のうち必要な記号を用いて表しなさい。

次に、板と小球の衝突の位置が板のつりあいの位置と等しくなるための条件を考えよう。ただし、板が動き始めてからつりあいの位置に到達するのは衝突の時間が初めてとする。以下の問いに答えなさい。

問2 小球が落下し始めてからつりあいの位置に到達するまでの時間を m , h , g のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問3 小球との衝突がなければ、板はつりあいの位置を中心として単振動する。板が動き始めてからつりあいの位置に到達するまでの時間を M , k , A のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問4 つりあいの位置で衝突を生じさせるためには小球の高さ h をいくらにすればよいか。このときの h を m , g , M , k , A のうち必要な記号を用いて表しなさい。

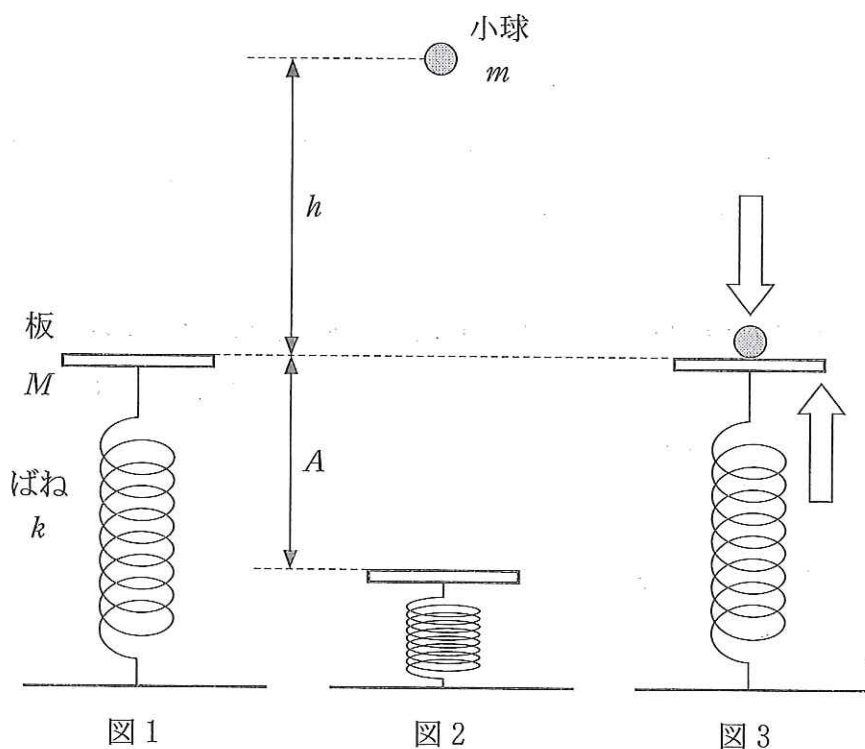
さらに、小球が板と衝突してはね返った後に到達する最高点の高さが、落下前の小球の高さ h と等しくなるための条件を考えよう。ただし、小球と板の衝突は弾性衝突とする。以下の問いに答えなさい。

問 5 衝突直前の小球の速さ v を m , h , g のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 6 衝突直前の板の速さ V を M , k , A のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 7 小球のはね返り後の最高点の高さを問 4 で求めた h と等しくするためには、衝突直前の小球の速さ v と板の速さ V をいくくらにすればよいか。このときの V と v の比を m , M を用いて表しなさい。

問 8 このときの A を m , g , M , k のうち必要な記号を用いて表しなさい。



2

振り子時計は単振り子の周期が一定であることを利用して、その振動回数で時間を計測する時計である。この振り子時計をエレベーターや列車に設置した場合を考えてみる。図1のように箱の中に、質量 m の小球を長さ ℓ の伸び縮みしない糸でつるした単振り子を設置した。糸の重さや空気抵抗は無視でき、単振り子の運動は箱の外に影響を与えないものとする。重力加速度の大きさを g として、以下の問1～問8に答えなさい。

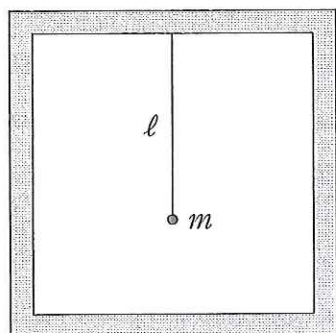


図1

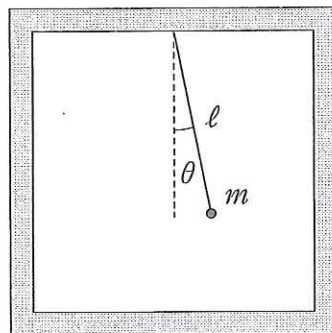


図2

まず、箱が静止している場合を考える。

問1 図2のように糸が鉛直方向となす角が θ となるまでおもりを横に引いて、静かに手をはなした。手をはなした直後の糸の張力を m , ℓ , g , θ のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問2 手をはなすと、おもりは鉛直面内で往復運動をした。小球の速さの最大値を m , ℓ , g , θ のうち必要な記号を用いて表しなさい。

θ が十分小さい場合、単振り子のおもりの運動は単振動とみなすことができ、その周期は、 $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ となる。

次に、箱をエレベーターに乗せ、鉛直方向に上下運動させる場合を考える。鉛直上向きを正として、1回の上下運動における、時刻 t とエレベーターの速度 v の関係を図3に示す。ここで、 V はエレベーターの最高の速さである。ただし、エレベーターの加速度は g より常に小さく、また、 T は単振り子の周期に比べて十分長く、単振り子のおもりの運動は常に単振動とみなすことができる。

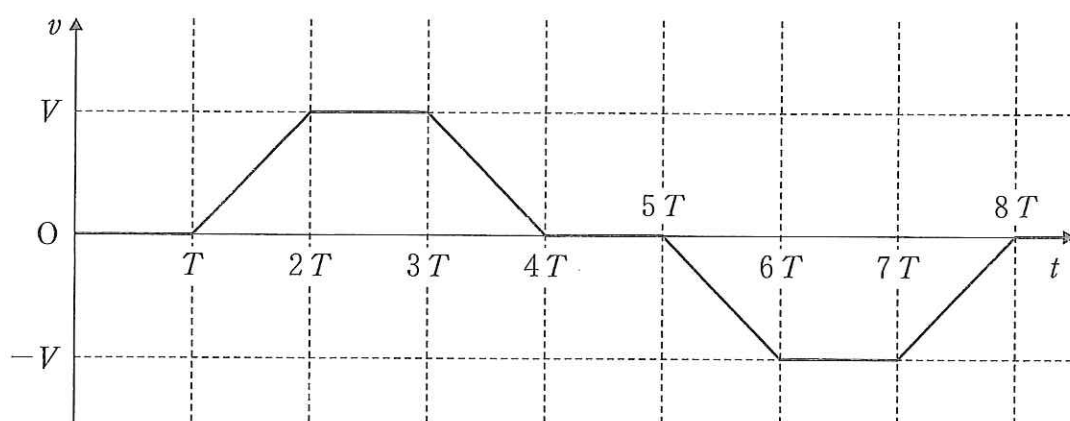


図3

問3 時刻 T から $2T$ までのエレベーターの加速度を、 T と V を用いて表しなさい。

問4 $t=0$ で、図2のように糸が鉛直方向となす角が θ となるまでおもりをわずかに横に引いて、静かに手をはなし単振り子を単振動させた。時刻 T から $2T$ まで、時刻 $2T$ から $3T$ まで、時刻 $3T$ から $4T$ までの単振り子の周期を m 、 ℓ 、 g 、 θ 、 T 、 V のうち必要な記号を用いてそれぞれ表しなさい。

問 5 エレベーターが高さ 0 の場所に静止している状態で、正しく時刻を刻むように調整した振り子時計を、時刻を合わせてエレベーターに乗せた。その後、振り子時計を乗せたエレベーターは、図 3 に示すように速度を変化させて上下運動を数十回繰り返したのち、高さ 0 の場所で停止した。このとき、振り子時計は正しい時刻を示しているか。下の①～③のうちから一つ選んで記号で書きなさい。また、その理由を数式を用いて説明しなさい。必要ならば、 $\sqrt{1+x} + \sqrt{1-x} < 2$ ($0 < x < 1$) であることを利用しなさい。ただし、エレベーターの加速度は g より常に小さく、 T は振り子時計の単振り子の周期に比べ十分長く、単振り子のおもりの運動は常に単振動とみなすことができるものとする。

- ① 正しい時刻を示している ② 遅れている
③ 進んでいる

次に、箱を列車に乗せ A 駅と B 駅の間を水平方向に移動させ、折り返し運転させる場合を考える。右向きを正として、時刻 t と列車の速度 v の関係を図 4 に示す。ここで、 W は列車の最高の速さである。時刻 T のときに列車は A 駅を出発し、時刻 $4T$ のときに B 駅に到着し、時刻 $8T$ のときに A 駅に戻ってくる。ただし T は単振り子の周期に比べ十分長く、単振り子のおもりの運動は常に単振動とみなすことができる。

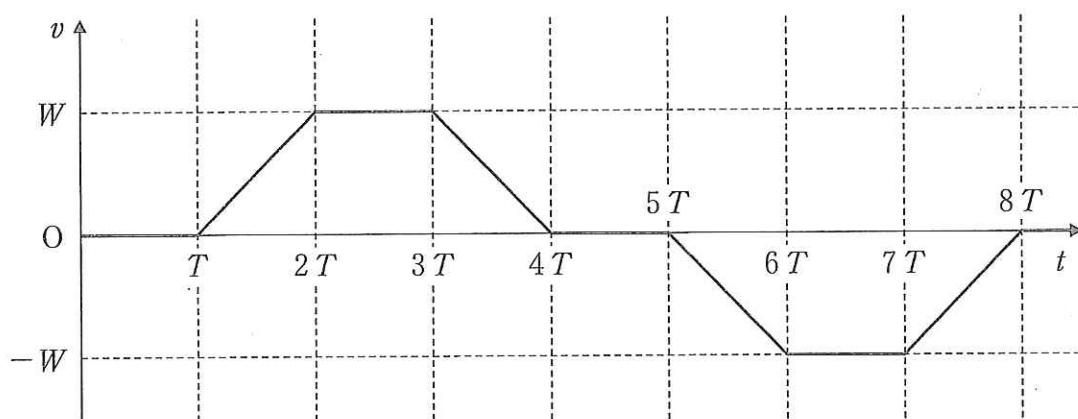


図 4

問 6 A 駅から B 駅までの距離を、 T と W を用いて表しなさい。

問 7 時刻 $t = 0$ で、図 2 のように糸が鉛直方向となす角が θ となるまでおもりをわずかに横に引いて、静かに手をはなし単振り子を単振動させた。時刻 T から $2T$ まで、時刻 $2T$ から $3T$ まで、時刻 $3T$ から $4T$ までの単振り子の周期を m , ℓ , g , θ , T , W のうち必要な記号を用いてそれぞれ表しなさい。

問 8 列車が A 駅に静止している状態で、正しく時間を刻むように調整した振り子時計を、時刻を合わせて列車に乗せた。その後、振り子時計に乗せた列車は、図 4 に示すように速度を変化させて折り返し運転を数十回繰り返したのち、A 駅で停止した。このとき、振り子時計は正しい時刻を示しているか。下の①～③のうちから一つ選んで記号で書きなさい。また、その理由を 40 字程度で説明しなさい。ただし T は振り子時計の単振り子の周期に比べ十分長く、単振り子のおもりの運動は常に単振動とみなすことができたとする。

- ① 正しい時刻を示している ② 遅れている
③ 進んでいる

3

以下の問いに答えなさい。

A

問 1 図 1 に示すように、起電力 E の電池、抵抗値 R が変化する可変抵抗器からなる回路がある。可変抵抗器に流れる電流 I を R の関数としてその概形を描きなさい。ただし、 E は一定で、 $R > 0$ とする。

問 2 図 2 に示すように、起電力 E の電池、スイッチ S 、抵抗値 R が変化する可変抵抗器および電気容量 C_1 と C_2 のコンデンサーからなる回路がある。最初、スイッチ S は開いており、このとき 2 つのコンデンサーには電荷はたくわえられていない。時刻 $t = 0$ でスイッチ S を閉じ、 $0 < t < T$ の間、 C_2 のコンデンサーの電圧が kt となるように R を時間とともに変化させた。ただし、 T および k は正の定数である。 E 、 C_1 、 C_2 、 t 、 T 、 k の中から必要な記号を用いて次の問いに答えなさい。(解答に R は用いないこと。)

- (1) $0 < t < T$ において、図 2 の回路に流れる電流の大きさを求めなさい。
- (2) $0 < t < T$ において、時刻 t に図 2 の可変抵抗器にかかる電圧の大きさを求めなさい。

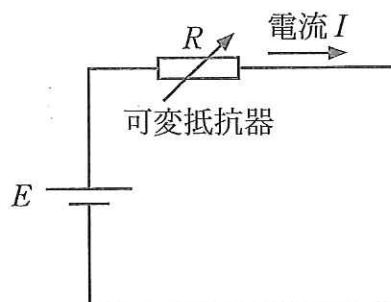


図 1

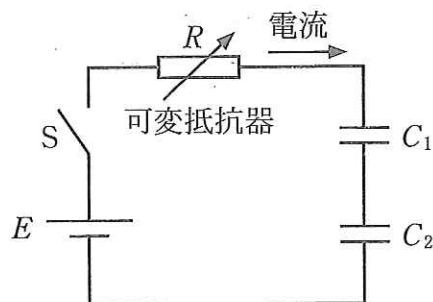


図 2

B 図3に示すように、 x 軸に垂直で一様な磁場が $x \geq 0$ の領域だけにあり、その磁束密度の大きさは B である。また、一辺の長さが a 、もう一辺の長さが b の1回巻きの長方形コイルがある。コイルの端子 PQ 間の距離は b に比較して十分短く、このコイルの抵抗は無視でき、コイルの自己インダクタンスは L である。コイル面を磁場の向きと垂直にしてコイル全体が磁場のない $x < 0$ の領域に収まるように置き、コイル面を磁場の向きと垂直に保ったままコイルを一定の速さ v で x の正方向に移動させる実験を行った。ここで、コイル全体が $x \geq 0$ の領域に入るまでコイルを移動させるものとする。

問 1 コイルの端子 PQ 間に発生する電圧の大きさの最大値を求めなさい。

次に、コイル全体が $x < 0$ の領域にあるときに端子 PQ 間を短い導体でつなぎ、コイル面を磁場方向と垂直に保ったままコイルを一定の速さ v で x の正方向に移動させる実験を行った。ここで、コイル全体が $x \geq 0$ の領域に入るまでコイルを移動させるものとする。

問 2 コイルに流れる電流の大きさの最大値を求めなさい。また、コイルの各辺が磁場から受ける力の合力の大きさの最大値を求めなさい。

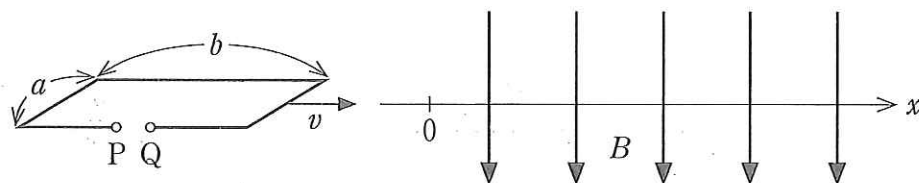


図 3

4

以下の問いに答えなさい。

A

問 1 図 1 に示すように、起電力 E の電池、抵抗値 R が変化する可変抵抗器からなる回路がある。可変抵抗器に流れる電流 I を R の関数としてその概形を描きなさい。ただし、 E は一定で、 $R > 0$ とする。

問 2 図 2 に示すように、起電力 E の電池、スイッチ S 、抵抗値 R が変化する可変抵抗器および電気容量 C_1 と C_2 のコンデンサーからなる回路がある。最初、スイッチ S は開いており、このとき 2 つのコンデンサーには電荷はたくわえられていない。時刻 $t = 0$ でスイッチ S を閉じ、 $0 < t < T$ の間、 C_2 のコンデンサーの電圧が kt となるように R を時間とともに変化させた。ただし、 T および k は正の定数である。 E 、 C_1 、 C_2 、 t 、 T 、 k の中から必要な記号を用いて次の問いに答えなさい。(解答に R は用いないこと。)

- (1) $0 < t < T$ において、図 2 の回路に流れる電流の大きさを求めなさい。
- (2) $0 < t < T$ において、時刻 t に図 2 の可変抵抗器にかかる電圧の大きさを求めなさい。

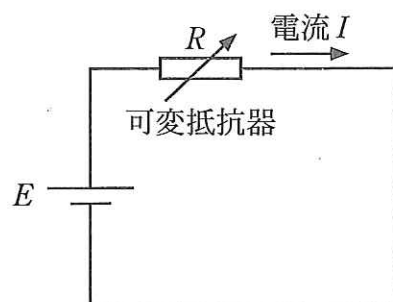


図 1

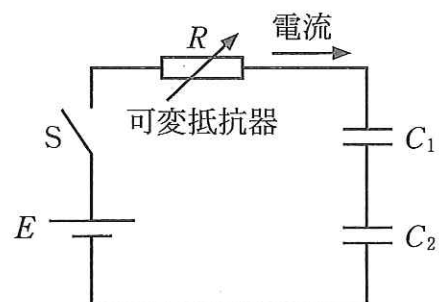


図 2

B 図3に示すように、 x 軸に垂直で一様な磁場が $x \geq 0$ の領域だけにあり、その磁束密度の大きさは B である。また、一辺の長さが a 、もう一辺の長さが b の1回巻きの長方形コイルがある。コイルの端子 PQ 間の距離は b に比較して十分短く、このコイルの抵抗は無視でき、コイルの自己インダクタンスは L である。コイル面を磁場の向きと垂直にしてコイル全体が磁場のない $x < 0$ の領域に収まるように置き、コイル面を磁場の向きと垂直に保ったままコイルを一定の速さ v で x の正方向に移動させる実験を行った。ここで、コイル全体が $x \geq 0$ の領域に入るまでコイルを移動させるものとする。

問 1 コイルの端子 PQ 間に発生する電圧の大きさの最大値を求めなさい。

次に、コイル全体が $x < 0$ の領域にあるときに端子 PQ 間を短い導体でつなぎ、コイル面を磁場方向と垂直に保ったままコイルを一定の速さ v で x の正方向に移動させる実験を行った。ここで、コイル全体が $x \geq 0$ の領域に入るまでコイルを移動させるものとする。

問 2 コイルに流れる電流の大きさの最大値を求めなさい。また、コイルの各辺が磁場から受ける力の合力の大きさの最大値を求めなさい。

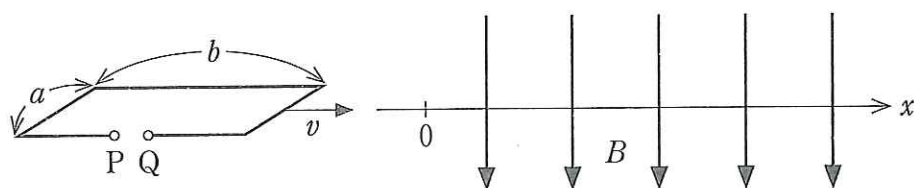


図 3

C 図4に示すような、起電力 E の電池、自己インダクタンス L のコイル(抵抗は無視できる)、電気容量 C のコンデンサー、スイッチ S_1 、およびスイッチ S_2 から構成される回路がある。時刻 $t = 0$ において、スイッチ S_1 およびスイッチ S_2 はいずれも開かれ、コイルを流れる電流 I_L およびコンデンサーの電圧 V_C はいずれも 0 の状態で、スイッチ S_1 を閉じた。その後、 I_L が I_1 に達する時刻 $t = t_1$ においてスイッチ S_1 を開きスイッチ S_2 を閉じた。時刻 $t = t_1$ から時間 t_2 が経過した時刻 $t = t_1 + t_2$ において V_C は $t = t_1$ の後、初めて最大値となりその値は E であった。

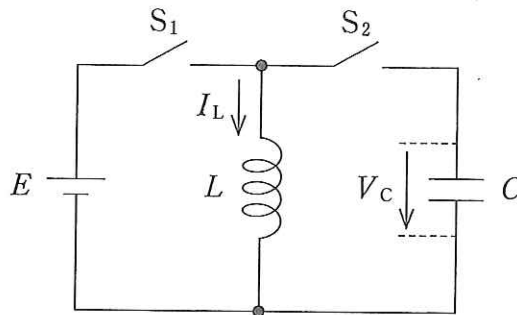


図4

問 1 $t = t_1 + t_2$ においてコンデンサーにたくわえられているエネルギーを求めなさい。また、このときコイルに流れる電流はいくらか。解答は E , L , C のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 2 時刻 $t = t_1$ におけるコイルに流れる電流 I_1 を E , L , C のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 3 時刻 t_1 を E , L , C のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 4 時刻 $t = t_1$ から V_C が最大値 E となるまでの時間 t_2 を、 E , L , C のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 5 $t = 0$ から $t = t_1 + 4t_2$ までの I_L および V_C の波形を示しなさい。

5 図1のように、真空中において $+x$ 方向を向いた磁束密度の大きさ B の一様な磁場が存在する領域があり、図2のような装置を用いて原点 O の位置から電子(質量 m 、電荷 $-e$)を速度 $\vec{v}$ で打ち出す。図2は電子を打ち出す装置の概念図で、陰極から初速度 0 で出た電子は電位差 V で加速され、スリット S から打ち出される。スリット S の位置は図1の原点 O に一致し、装置を傾けることで電子を打ち出す方向を変えることができる。また、装置の陽極は接地されていて、打ち出し後の電子の運動には影響を与えないものとする。重力の影響は無視できるものとして、以下の問いに答えなさい。

問1 電子が原点から $+z$ 方向に速度 $\vec{v} = (0, 0, v_0)$ (ただし $v_0 > 0$)で打ち出された直後に、電子にはたらく力の大きさと向きを求めなさい。

問2 問1の条件において、電子は打ち出された後、 $y-z$ 面内で半径 r の等速円運動をする。半径 r を求め、電子の運動の軌跡を解答欄に図示しなさい。ただし、電子の運動方向を矢印で示すこと。また、このときの円運動の周期 T を m 、 e 、 B を用いて表しなさい。

問3 打ち出し装置内で電場が電子にする仕事と、原点から飛び出したときの電子の運動エネルギーとが等しいとして、問2の結果を用いて、 $\frac{e}{m}$ (電子の比電荷)を B 、 V 、 r を用いて表しなさい。また電位差 V を $0 < V \leq V_0$ の範囲で変化させた場合に、 r^2 と V の関係を解答欄のグラフに描きなさい。なお、グラフの縦軸には電位差 V_0 のときの r^2 の値も記入しなさい。

問 4 電子を打ち出す装置を傾けて電子を $+z$ 軸方向から $+x$ 軸方向に角度 θ ($\theta < 90^\circ$) だけ傾いた方向に原点から速度 $\vec{v} = (v_0 \sin \theta, 0, v_0 \cos \theta)$ で打ち出したところ、 x 軸正方向から眺めた $y-z$ 面上での電子の運動は問 2 とは半径の異なる等速円運動になった。このときの半径 R を θ と問 2 の場合の半径 r を用いて表しなさい。さらに、 θ が 60° の場合に、電子を打ち出す装置の電位差 V を変化させて V' にしたところ、半径 R が R' に変化し、問 2 の場合の半径 r と等しくなった。電位差 V' をもとの V の何倍にしたか答えなさい。また、電位差の代わりに磁束密度の大きさ B を変化させて同様の結果を得るには、 B をもとの値の何倍にすればよいか答えなさい。

問 5 電子を原点から速度 $\vec{v} = (0, v_0, 0)$ で打ち出す場合、空間的に一様なある電場 $\vec{E}$ を加えたところ、電子は等速直線運動した。このときの電場 $\vec{E}$ の x, y, z 成分を求めなさい。

問 6 座標 $(0, y_q, 0)$ (ただし、 $y_q > 0$) に正の点電荷 q を固定し、電子を原点から $+z$ 方向に打ち出したところ、電子は点電荷を中心とした角速度 ω の等速円運動を行った。クーロンの法則の比例定数は k_0 として、点電荷を固定した位置の y 座標 y_q を B, e, m, q, ω, k_0 を用いて表しなさい。ただし、問 5 の電場 $\vec{E}$ は加わっていないとする。

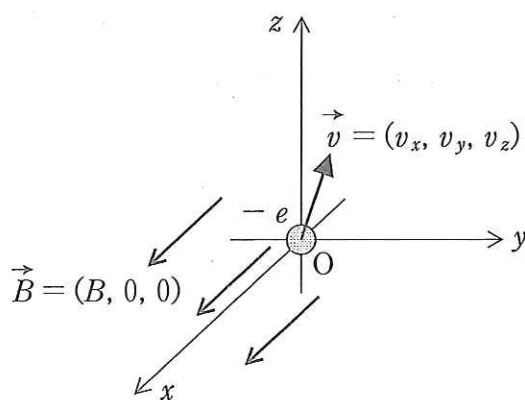


図 1

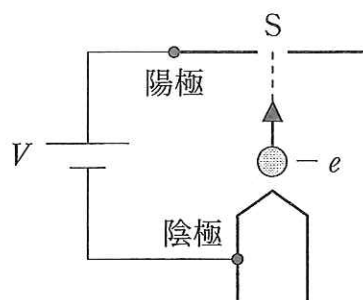


図 2

6 図のように水槽につながったシリンダーがある。水槽およびシリンダー内には水が張られ、シリンダーの中に2枚のプレートが設置されている。下プレートはシリンダー内の水に浮いており、その上に設置された上プレートとの間の気室は単原子分子理想気体で充満されている。上下のプレートはともに鉛直方向になめらかに動くことができるが、シリンダー・プレート間から水や気体が漏れることはない。また、上下のプレート、シリンダー、水槽は断熱材でできており、熱の出入りはないものとする。

図1の初期状態で上下のプレートはつりあいの状態で静止している。このときの気室内の気体の温度を T 、外気圧を p_0 、シリンダーの断面積を S 、上下のプレートの厚さを d 、気室の高さ(上下のプレートの間隔)を D 、水の密度を ρ 、上下のプレートの密度を $\frac{1}{2}\rho$ 、重力加速度の大きさを g 、気体定数を R とし、シリンダー内の気体の質量はプレートや水と比較して無視できるほど小さいものとする。

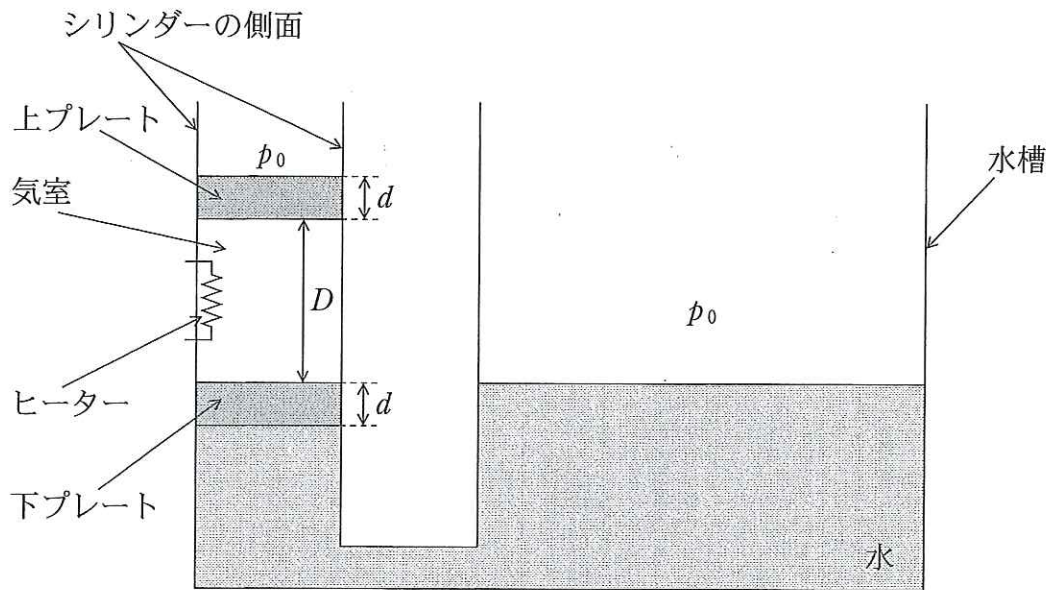


図1

問1 以下の問いに T 、 p_0 、 S 、 d 、 D 、 ρ 、 g 、 R のうち必要な記号を用いて答えなさい。

- (1) 上プレートは気室内と気室外の圧力差により発生する力と重力のつりあいにより静止している。気室内の理想気体の圧力を求めなさい。
- (2) 気室内の理想気体の物質質量(モル数)を求めなさい。

問 2 図 1 の初期状態から、気室内に設置されたヒーターを加熱し気室内の温度を T から T_1 に上昇させた。以下の問いに $T, T_1, p_0, S, d, D, \rho, g, R$ のうち必要な記号を用いて答えなさい。

- (1) 温度上昇後の気室の高さを求めなさい。
- (2) 気室内の理想気体がした仕事を求めなさい。
- (3) 気室内の理想気体の内部エネルギーの増加量を求めなさい。なお単原子分子理想気体の物質量あたりの定積比熱(定積モル比熱)は $\frac{3}{2}R$ である。

問 3 図 1 の初期状態から、図 2 のように上プレートの上に上プレートと同じ質量のおもりをゆっくりと置いたところ、上下のプレートは共に下がり、つりあいの位置で止まった。水槽の断面積はシリンダーの断面積に比べ非常に大きいため、水槽内の水面位置の変化は無視できるほど小さいものとする。以下の問いに $T, p_0, S, d, D, \rho, g, R$ のうち必要な記号を用いて答えなさい。

- (1) 気室内の圧力を求めなさい。
- (2) シリンダーの水面(下プレートの下端)と水槽の水面の高さの差を求めなさい。

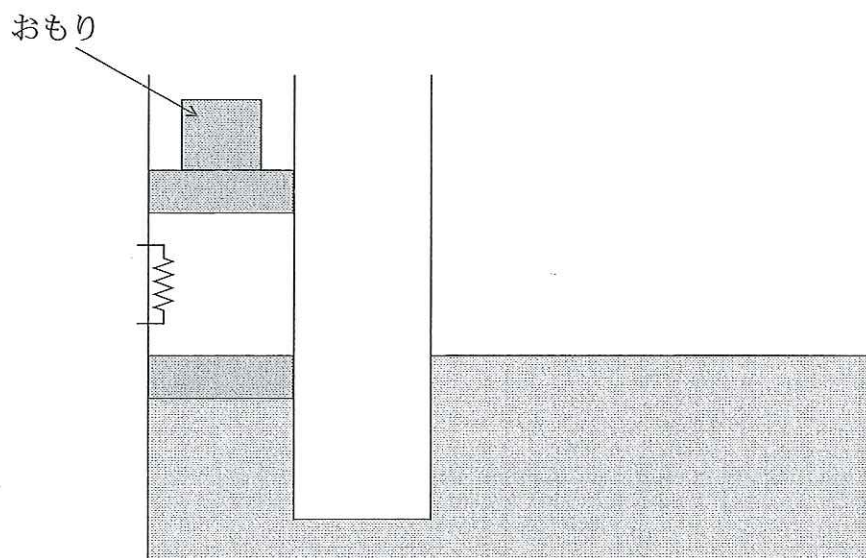


図 2

7 図1のように、細い金属線でできたつる巻きばねABに棒が通され、ばねと棒はともに端Bで壁に固定されて水平になっている。ばねが自然な状態で静止するときのAB間の長さを L とする。図2はこのときのばねの端A付近を拡大したもので、ばねには間隔 d で小さな印がつけられており、これらを順に、印アからシとする。印アは端Aに一致している。図3は図2を模式図で表したもので、小円はばねの上の印アからシの位置を表し、また、他の補助線は棒に刻まれた目盛を表す。ばねの端Aを棒に沿って振幅 $\frac{\sqrt{2}d}{4}$ で単振動させたところ、各印は次々に単振動をするようになり、ばねには疎と密な部分が交互にでき、棒に沿って端Bに向かって伝わる波が生じた。ばねを伝わる波が端Aから端Bに達するのに要する時間を t_0 とする。図4は、この波が端Bに達する前のある瞬間の印アからシの位置を表す。

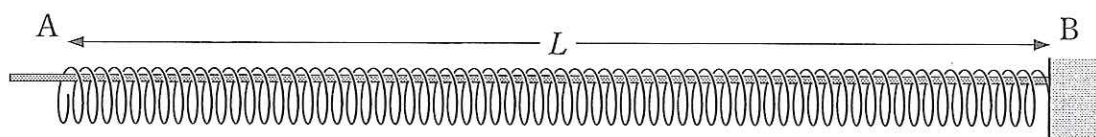


図1

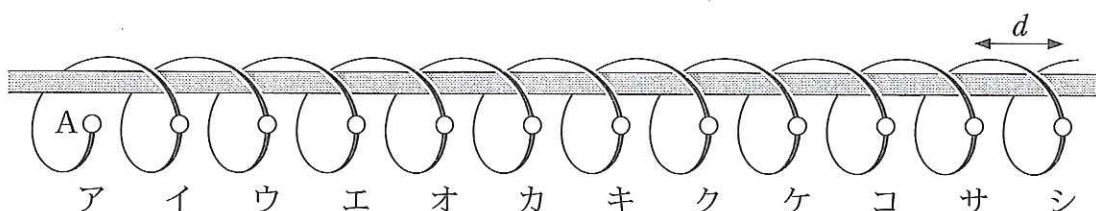


図2

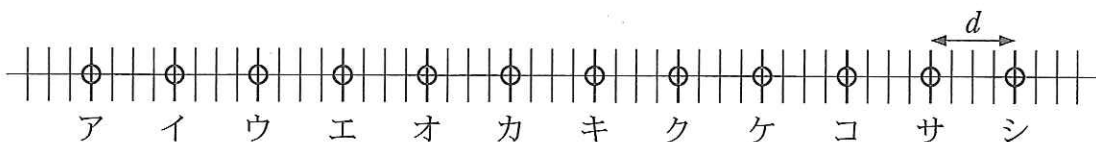


図3



図4

ばねと棒の摩擦や空気抵抗、重力の影響は無視でき、波は減衰しないものとして、以下の問1～問9に答えなさい。ただし、印の名前や図で答えるもの以外の解答は L , d , t_0 のうち必要な記号を用いて表すこと。

問1 ばねを伝わる波の速さを求めなさい。

問2 ばねを伝わる波の波長を、図4をもとにして求めなさい。

問3 各印がおこなう単振動の周期を求めなさい。

以下の問4～問7については、端Aが動き出した瞬間から測った時刻 t が $t \leq t_0$ を満たすあいだについて考える。

問4 図2に示されたすべての印のうち、図4の瞬間において変位の向きが波の進行の向きと同じで、かつ、変位の大きさが最大となるものをすべてあげなさい。

問5 図4の瞬間から4分の1周期たった後の瞬間において、印アからエの4つの印の位置を小円で示し、それぞれに印の名前を添えなさい。ただし、解答用紙に示された静止時の例に対応させながら、小円の中心がその印の位置を表すように注意して描くこと。

問6 図2に示されたすべての印のうち、図4の瞬間において速度の向きが波の進行の向きと同じで、かつ、速さが最も大きいものをすべてあげなさい。また、その速さを答えなさい。

問7 端Aが動き出した瞬間から t 秒後の端Aの変位を、AからBへの向きを正として x で表すと、これは ω を正の定数として、 $x = \frac{\sqrt{2}d}{4} \sin(\omega t)$ に従って変化した。このとき、図4の状態として可能な t の最小値を求めなさい。

問7で求めた t の値を t_1 とする。以下の問8と問9では、端Aが動き出した瞬間から測った時刻 t が $t_0 + t_1 \leq t \leq 2t_0$ を満たすあいだについて考える。このとき、端Bの付近を観察すると定常波が見られた。図5はばねが自然な状態で静止するときの端B付近を拡大したもので、端Aの付近と同様に、ばねには間隔 d で小さな印がつけられており、これらを順に、印スからヌとする。印ヌは端Bに一致している。なお、波は端Bに達した後、端Bで完全に反射するものとする。

問8 図5に示されたすべての印のうち、定常波が見られるときに腹および節となるものを、それぞれすべてあげなさい。

問9 次の(a)および(b)の瞬間における、印スからタの4つの印の位置を小円で示し、それぞれに印の名前を添えなさい。ただし、解答用紙に示された静止時の例に対応させながら、小円の中心がその印の位置を表すように注意して描くこと。

(a) 印スの変位が端Bに向かう向きで最大となる瞬間

(b) (a)から8分の3周期たった後の瞬間

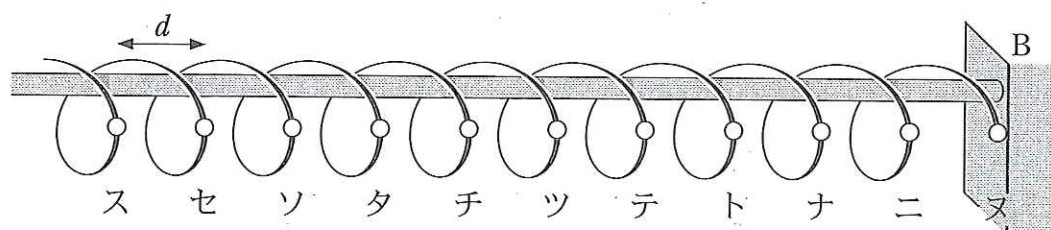


図5