

問題訂正

「物理」

2

28 ページ 本文 8 行目

(誤)

コイルの太さは無視できるものとする。

(正)

コイルを構成する導線の太さは無視できるものとする。

問題訂正



- 試験開始の合図があるまでは、この面を上に行っていること。
- 試験開始前に表面の訂正内容を見ると、不正行為とみなします。

理 科 問 題 紙

令和 7 年 2 月 25 日

自 14 : 00

至 16 : 00

答 案 作 成 上 の 注 意

1. 理科の問題紙は 1 から 31 までの 31 ページである。
2. 解 答 用 紙 は、生 物 ⑦，⑧，⑨，化 学 ⑩，⑪，
⑫，⑬，物 理 ⑭，⑮，⑯ の 10 枚である。
3. 生物，化学，物理のうち 2 科目を選択すること。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された箇所に書くこと。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定すること。
6. 折りこまれている白紙(2 枚)は草案紙として使用すること。
7. 問題紙と草案紙は持ち帰ること。
8. 選択しない科目も含め，すべての解答用紙に受験番号を記入してください。受験番号が記入されていない解答用紙は，答案が記入されていても採点の対象外となります。

物 理

1 エレベーターが静止状態から鉛直方向に上昇するときの運動を、次の3段階で考える。まず、静止状態から時間 t_1 の間一定な大きさ a_1 の加速度で加速して速さ v_0 になり、次に、この v_0 で時間 t_2 の間上昇を続けた後、時間 t_3 の間一定な大きさ a_2 の加速度で減速して目的の階で停止する。全移動時間 T は $T = t_1 + t_2 + t_3$ である。このエレベーターの運動を、エレベーター内の天井から質量 m のおもりを付けたバネ定数 $k(>0)$ の軽いバネをつるして調べた。以下の問に答えなさい。エレベーターの加速及び減速直後に生じるバネの振動は直ちにおさまリ、バネの長さは t_1, t_2, t_3 の間はそれぞれ一定値を示すとする。バネに付けたおもりの運動については、鉛直下向きを正とし、バネにおもりが付いていないときのバネの自然長の下端を、バネの伸縮時の原点 O とする(図1(a))。重力加速度の大きさを g とする。バネに付けるおもりは質点とみなしてよい。

問 1 エレベーターが地上で静止しているときにバネにおもりを付けると、バネは O から x_0 だけ伸びておもりは静止した(図1(b))。おもりに働く力のつり合いの式を書きなさい。

エレベーターが静止状態から加速上昇するとき、おもりの付いたバネは x_0 からさらに x_1 だけ伸び、 t_1 の間おもりは静止していた(図1(c))。

問 2 エレベーター上昇時の加速度の大きさ a_1 を求め、 m, k, x_1 を用いて表しなさい。

問 3 エレベーター上昇時の一定の速さ v_0 を求め、 m, k, t_1, x_1 を用いて表しなさい。

エレベーターが減速し始めてから停止するまで、おもりの付いたバネは x_0 から x_2 だけ縮んでおもりは静止していた(図 1 (d))。 x_2 と x_1 の間には $x_2 = nx_1$ の関係があった。

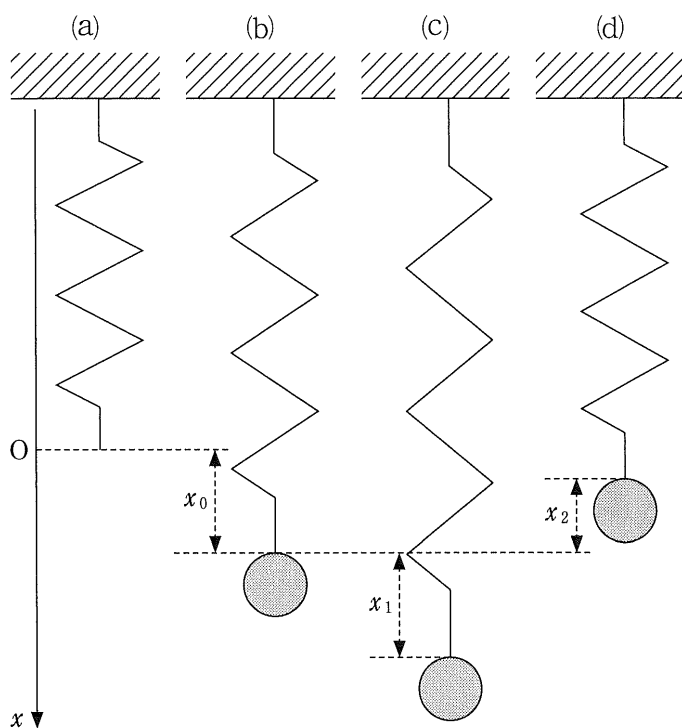


図 1 エレベーター内でのバネの状態

問 4 エレベーターが減速を始めてから目的の階で停止するまでの上昇距離 L を求め、 v_0 , t_1 , n を用いて表しなさい。

問 5 エレベーターが地上で静止しているときから上昇を始めて T 後に、地上から高さ H の階で停止した。エレベーターが加速上昇する時間 t_1 を求め、 v_0 , T , n , H を用いて表しなさい。

問 6 東京スカイツリーの地上から高さ 350 m にある天望デッキには、高速のエレベーターが運行しており、高さ 20 m (4 階) の地点から出発し、高さ 80 m まで加速して $v_0 = 600$ m/分の速さとなり、この速さで上昇する。このエレベーターの上昇運動がこの大問のような加速、等速、減速の 3 段階であるとする。バネ定数が $k = 5.0$ N/m の軽いバネと質量 $m = 300$ g のおもりを用いて、この大問のようにその上昇運動を調べるとき、加速上昇の際に生じる x_1 の値を求め、有効数字 2 桁で単位を付して答えなさい。

2

図2のように、 xy 平面の x 軸に沿った長さ $2L$ [m]の範囲 $0 \leq x \leq 2L$ に、紙面に対し垂直に、紙面の裏から表に向かう向き(z 軸正方向とする)に、磁束密度の大きさが B [T]の様な磁場がかけられている。この磁場中を、一辺が L [m]の正方形で、一周の電気抵抗が R [Ω]の導体のコイルABCDが、 x 軸方向に一定の速さ v [m/s]で通過するように運動させる。角 θ は辺DAと x 軸のなす角である。コイルを貫く磁束を Φ [Wb]とする。このとき、以下の問に答えなさい。ただし、コイルは変形せず、その運動は xy 平面内に限定され、運動中は θ が一定とする。コイルを構成する導線の太さは無視できるものとする。

まず、 $\theta = 0$ の場合を考える。点Aが $x = 0$ の位置を通過する時刻を $t = 0$ とする。点Aの x 座標に応じて次の①～③の場合分けを行う。

- ① 点Aは $0 < x < L$ の範囲にある
- ② 点Aは $L < x < 2L$ の範囲にある
- ③ 点Aは $2L < x < 3L$ の範囲にある

問1 ①～③の各場合において、時刻 t における Φ を、問題文中の文字のうち必要なものを用いて表しなさい。

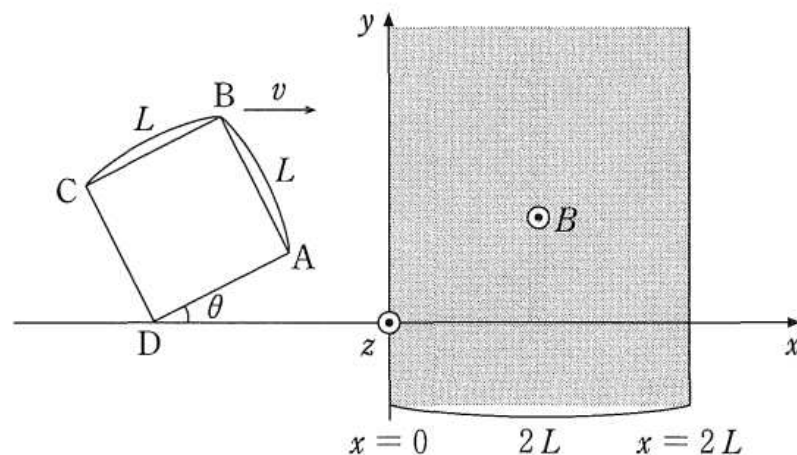


図2 x 軸正方向に速さ v で角 θ だけ傾いて並進する導体のコイルと xy 平面に垂直な z 軸正方向にかけられた磁場

問 2 ①～③の各場合において、コイルに生じる起電力の大きさと、コイルの辺 AB に流れる電流の向きをそれぞれ解答欄に答えなさい。ただし、起電力の大きさは問題文中の文字のうち必要なものを用いて表しなさい。電流の向きは「A→B」, 「B→A」, 「なし」のいずれかで答えなさい。

問 3 ①～③の各場合において、コイルの辺のうち、その辺を流れる電流に磁場から受ける力が生じている辺を全て解答欄に答えなさい。ただし、コイルの辺は「AB」, 「BC」, 「CD」, 「DA」のように記しなさい。該当する辺がないときは「なし」と記しなさい。

問 4 点 A が $x = 0$ の位置を通過しコイルが磁場に入り始めてから点 C が $x = 2L$ の位置を通過しコイル全体が磁場を抜け出るまでの間に、コイルを流れる電流によりコイルから熱が生じる。その熱の総量を、問題文中の文字のうち必要なものを用いて表しなさい。

次に、 $0 < \theta < \frac{\pi}{4}$ の場合を考える。

問 5 コイルが磁場に入り始めてから磁場を完全に抜け出るまでの間に、コイルに生じる起電力の大きさが時間に対して変化しない時間がある。そのような時間の合計を求め、問題文中の文字のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 6 コイルに生じる起電力の大きさの最大値は、問 2 で求めた起電力の大きさの最大値の何倍か。その倍率を、問題文中の文字のうち必要なものを用いて表しなさい。

3 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

原子を構成しているのは主に次の(あ)、(い)、(う)の3種の粒子である。

(あ)と(い)は原子の質量の大半を占め、原子核を作る。

(あ)は電荷をもち、(い)は電荷をもたない。

(う)は(あ)と異符号の電荷をもち、原子核の周りにある。

ある元素Xの原子の原子核が ${}^4_2\text{X}$ と書かれるとき、この電氣的に中性な原子1個に含まれる(あ)の数は[①]個、(い)の数は[②]個、(う)の数は[③]個である。

同じ元素でも原子核を作る(え)の個数が異なる原子が存在する。このような原子は(お)と呼ばれる。(お)の原子核のうち不安定なものは、放射線を放って異なる元素の原子核に変わることがある。放射線として α 線、 β 線、 γ 線が知られている。 α 線は(か)原子核の粒子線である。 β 線は(き)の粒子線である。 γ 線は(く)の一種である。

問 1 文中の(あ)から(く)に当てはまる最も適切な語句を語群から選びなさい。

ただし同じ語句を何度選んでもよい。

語群

電子 陽子 中性子 中間子 量子 水素 トリチウム 炭素 ヘリウム
ラジウム イオン グラビトン 同位体 電磁波 音波 エネルギー

問 2 粒子(あ)、(い)、(う)について粒子を質量の大きい方から順に解答欄に記号で答えなさい。

問 3 文中の[①]、[②]、[③]にあてはまる数を、問題文で与えられた文字の中から必要なものを用いて式で表しなさい。

問 4 下線部の過程について、ある ${}^4_2\text{X}$ の原子核が1回の α 崩壊によって ${}^4_{Z'}\text{X}'$ の原子核になった。このとき A' 、 Z' をそれぞれ A 、 Z を用いて式で表しなさい。

問 5 下線部の過程について、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ の原子核が何回かの α 崩壊と β 崩壊を経て ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ の原子核になった。この過程で起こった α 崩壊と β 崩壊の回数をそれぞれ a , b とする。 a , b が満たす関係式を示し、 a , b の値を答えなさい。

問 6 新元素ニホニウム Nh は、 ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ と ${}^{70}_{30}\text{Zn}$ を衝突させて生成される。この衝突では Nh 原子核 1 個と (イ) の粒子 1 個が生成される。こうして生成された Nh の原子番号と、原子核に含まれる核子の個数を計算により求めなさい。

問 7 半減期 40 分の核種がある。はじめこの核種がある個数存在しているとすると、1 時間後までに崩壊したこの核種の割合はいくらか。有効数字 2 桁で答えなさい。

