平成25年度一般入学試験問題

前期入学試験

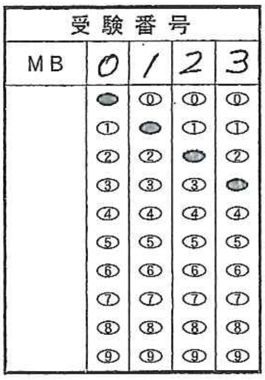
理　　　科

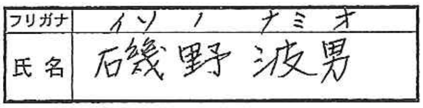
注意事項

1. 試験時間は100分である。
2. 物理・化学・生物の3科目のうち，2科目を選択すること。選択しない科目のマークシートは30分後に回収する。
   すべてのマークシートに受験番号，氏名を記入すること。
3. 解答は $\boxed{}$ に指示された解答番号に従ってマークシートにマークせよ。
4. 下書きや計算は問題用紙の余白を利用すること。
5. すべての配付物は終了時に回収する。
6. 質問がある場合は手を挙げて監督者に知らせること。

マークシート記入要領

例：受験番号が「０１２３」番の「磯野波男」さんの場合





注意：マークの良い例と悪い例

良い例			
悪い例		薄い。 はみ出している。 不完全である。	マークが悪い場合は，解答欄の該当箇所を採点できない場合がある。

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し，受験番号の各桁の数字を下の⓪～⑨から選んでマークする。
   次に，氏名を書き，フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では，⓪と①の位置が異なる。
3. マークはHBの鉛筆を使い，はみ出さないように ○ の中を ● のように完全に塗りつぶす。
   上の「注意：マークの良い例と悪い例」を参照のこと。
4. マークを消す場合は，消しゴムで跡が残らないように完全に消すこと。砂消しゴムは使用しないこと。
5. マークシートは折り曲げたり，汚したりしないように気を付けること。
6. 所定の欄以外には何も記入しないこと。
7. 解答する箇所は

   物理では，解答番号の $\boxed{1}$ から $\boxed{45}$ までである。
   化学では，解答番号の $\boxed{1}$ から $\boxed{42}$ までである。
   生物では，解答番号の $\boxed{1}$ から $\boxed{73}$ までである。

物　　　理

1 次の文章を読み，下の問い(問1～8)に答えよ。

図1に示すように，床から高さ h_0 の位置Aから，質量 m の小物体を鉛直上方に速さ v_0 で投げ上げる。小物体は最高点Bに達し，そのまま，床(C点)に落下し，はね返るものとする。床とのはねかえり係数を $e(0 < e < 1)$，重力加速度の大きさを g とし，以下の各問に答えよ。ただし，小物体の大きさや空気の抵抗は無視できるとする。

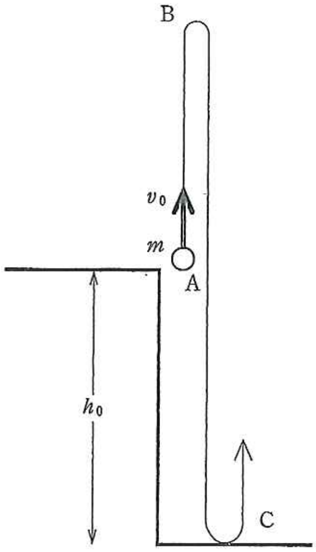


図1

問1　投げられてから最高点Bに達するまでの時間は $\boxed{1}$ であり，そのときの速さは $\boxed{2}$ である。また，最高点の床からの高さは $\boxed{3}$ である。

(1) $\boxed{1}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① 0　② $\frac{1}{2}gv_0$　③ gv_0　④ $\frac{g}{v_0}$　⑤ $\frac{g}{2v_0}$

⑥ $\frac{v_0}{g}$　⑦ $\frac{v_0}{2g}$　⑧ $\frac{v_0^2}{g}$　⑨ $\frac{v_0^2}{2g}$

(2) $\boxed{2}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① 0　② v_0　③ $\frac{1}{2}v_0$　④ $\frac{v_0}{g}$　⑤ $\frac{v_0}{2g}$

⑥ $\frac{v_0^2}{g}$　⑦ $\frac{v_0^2}{2g}$　⑧ $\frac{2v_0}{g}$　⑨ $\frac{2v_0^2}{g}$

(3) $\boxed{3}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① h_0　② $\frac{v_0}{g}$　③ $\frac{v_0}{2g}$　④ $\frac{v_0^2}{g}$　⑤ $\frac{v_0^2}{2g}$

⑥ $h_0+\frac{v_0}{g}$　⑦ $h_0+\frac{v_0}{2g}$　⑧ $h_0+\frac{v_0^2}{g}$　⑨ $h_0+\frac{v_0^2}{2g}$

問2　小物体が最高点Bから床のC点に達するまでの時間は $\boxed{4}$ であり，C点に達したときの速さは $\boxed{5}$ である。この速さで小物体は床のC点に衝突し，はね返りの運動をはじめる。

(1) $\boxed{4}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\frac{v_0}{g}$　② $\frac{2v_0}{g}$　③ $\frac{v_0}{g}+\frac{h_0}{v_0}$　④ $\sqrt{\frac{h_0}{g}}$　⑤ $\sqrt{\frac{2h_0}{g}}$

⑥ $\frac{\sqrt{v_0^2+2h_0}}{g}$　⑦ $\frac{\sqrt{v_0^2+2v_0}}{g}$　⑧ $\frac{\sqrt{v_0^2+2gh_0}}{g}$　⑨ $\frac{\sqrt{v_0^2+2mg}}{g}$

(2) $\boxed{5}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $2v_0$　② v_0+gh_0　③ $v_0+\frac{h_0}{v_0}$　④ $\sqrt{2gh_0}$　⑤ $\sqrt{v_0^2+2gh_0}$

⑥ $\sqrt{v_0^2+gh_0}$　⑦ $\sqrt{v_0^2+\frac{gh_0}{2}}$　⑧ $\sqrt{v_0^2+2mgh_0}$　⑨ $\sqrt{v_0^2+mgh_0}$

問3　小物体はC点ではね返りの運動をくり返すが，1回目にはね返った直後の速さは $\boxed{6}$ である。また，2回目にはね返った直後の速さは $\boxed{7}$ である。ただし，今後はB点の床からの高さを H として答えよ。

(1) $\boxed{6}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① ev_0　② $2ev_0$　③ $e\sqrt{gH}$　④ $e\sqrt{2gH}$　⑤ egH

⑥ $2egH$　⑦ $\frac{\sqrt{gH}}{e}$　⑧ $\frac{\sqrt{2gH}}{e}$　⑨ $\frac{2gH}{e}$

(2) $\boxed{7}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $(1+e)v_0$　② $2(1+e)v_0$　③ $(1+e)\sqrt{2gH}$　④ $(1+e)^2\sqrt{2gH}$　⑤ $2(1+e)gH$

⑥ $2e^2gH$　⑦ $e^2\sqrt{gH}$　⑧ $e^2\sqrt{2gH}$　⑨ $2e^2\sqrt{2gH}$

問 4　小物体がC点で1回目にはね上がった時から2回目のはね上がりまでの時間は $\boxed{\ 8\ }$ である。

$\boxed{\ 8\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $e\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$　② $2e\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$　③ $e\sqrt{\dfrac{H}{g}}$　④ $2e\sqrt{\dfrac{H}{g}}$　⑤ $e\sqrt{\dfrac{H}{2g}}$

⑥ $2e\sqrt{\dfrac{H}{2g}}$　⑦ $e^2\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$　⑧ $2e^2\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$　⑨ $(1+e)\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$

問 5　小物体がB点を通過してから，C点でのはねかえりの運動がなくなるまでの時間は $\boxed{\ 9\ }$ である。

$\boxed{\ 9\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{1}{1-e}\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$　② $(1+e)\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$　③ $\dfrac{1-e}{1+e}\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$　④ $\dfrac{1+e}{1-e}\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$　⑤ $(1-e)\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$

⑥ $\dfrac{1}{1+e}\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$　⑦ $(1-e)\sqrt{\dfrac{H}{g}}$　⑧ $\dfrac{1+e}{1-e}\sqrt{\dfrac{H}{g}}$　⑨ $\dfrac{1-e}{1+e}\sqrt{\dfrac{H}{g}}$

問 6　小物体が1回目のはねかえりで床面から受けた力積の大きさは $\boxed{\ 10\ }$ である。また，2回目のはねかえりで床面から受けた力積の大きさは $\boxed{\ 11\ }$ である。

(1)　$\boxed{\ 10\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $2m\sqrt{2gH}$　② $2em\sqrt{2gH}$　③ $(1+e)m\sqrt{2gH}$

④ $(1-e)m\sqrt{2gH}$　⑤ $2(1+e)m\sqrt{2gH}$　⑥ $2(1-e)m\sqrt{2gH}$

⑦ $\dfrac{m\sqrt{2gH}}{2e}$　⑧ $\dfrac{m\sqrt{2gH}}{1+e}$　⑨ $\dfrac{m\sqrt{2gH}}{1-e}$

(2)　$\boxed{\ 11\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $2(1+e)m\sqrt{2gH}$　② $2e(1+e)m\sqrt{2gH}$　③ $(1+e)^2m\sqrt{2gH}$

④ $2em\sqrt{2gH}$　⑤ $2e^2m\sqrt{2gH}$　⑥ $e(1+e)m\sqrt{2gH}$

⑦ $\dfrac{m\sqrt{2gH}}{2e^2}$　⑧ $\dfrac{m\sqrt{2gH}}{e(1+e)}$　⑨ $\dfrac{m\sqrt{2gH}}{(1+e)(1-e)}$

問 7　床面が物体のはねかえりで受けた力積の合計の大きさは $\boxed{\ 12\ }$ である。

$\boxed{\ 12\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $m\sqrt{2gH}$　② $em\sqrt{2gH}$　③ $(1-e)m\sqrt{2gH}$

④ $(1+e)m\sqrt{2gH}$　⑤ $\dfrac{1+e}{1-e}m\sqrt{2gH}$　⑥ $(1-e^2)m\sqrt{2gH}$

⑦ $(1-e)^2m\sqrt{2gH}$　⑧ $(1+e)^2m\sqrt{2gH}$　⑨ $\dfrac{(1-e^2)}{2}m\sqrt{2gH}$

問 8　小物体がB点を通過してから，C点でのはねかえりの運動がなくなるまでの間に，床面が小物体から受けた平均の力の大きさは，$\boxed{\ 12\ }$ を $\boxed{\ 9\ }$ で割ることによって求めることができる。

その値は $\boxed{\ 13\ }$ である。$\boxed{\ 13\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① mg　② $2mg$　③ $\sqrt{2}mg$　④ $\sqrt{3}mg$　⑤ $\sqrt{5}mg$

⑥ emg　⑦ $(1-e)mg$　⑧ $(1-e^2)mg$　⑨ $\dfrac{(1-e^2)}{2}mg$

2 次の文章a，bを読み，下の問い(問1～4)に答えよ。ただし，回路の導線の抵抗は無視できるものとする。また，必要であれば三角関数の加法定理 $\cos(\alpha+\beta)=\cos\alpha\cos\beta-\sin\alpha\sin\beta$ ならびに x が十分小さいときの近似式 $\cos x \fallingdotseq 1$，$\sin x \fallingdotseq x$ を用いよ。

a　図2のように，電気容量 C のコンデンサーを交流電源に接続した。時刻 t における，bに対するaの電位を $V(t)$ とする。この時刻に電源からaへ向かう電流を $I(t)$，図の左側の極板の電気量を $Q(t)$ と記す。キルヒホッフの法則によれば，$\boxed{14}=0$ が成り立つ。また，t から $t+\Delta t$ の間に電気量が $\Delta Q(t)$ 変化したとすると，Δt が十分小さければ $\Delta Q(t)=\boxed{15}$ と近似できる。この間に電源電圧が $\Delta V(t)$ 変化したとすると，$\Delta V(t)=\boxed{16}$ が成り立つ。一方で $V(t)=V_0\cos(\omega t)$ $(V_0>0,\ \omega>0)$ とすれば，$\Delta V(t)=\boxed{17}$ と近似できるから，$I(t)=\boxed{18}$ となる。

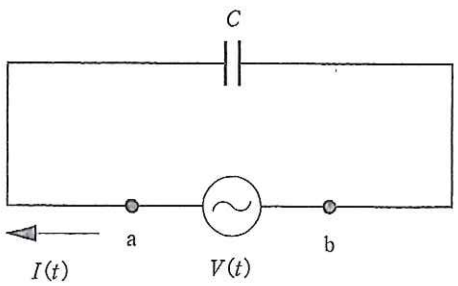


図2

問1

(1) $\boxed{14}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $V(t)+Q(t)/C$　② $V(t)-Q(t)/C$　③ $V(t)+Q(t)$
④ $V(t)-Q(t)$　⑤ $V(t)+CQ(t)$　⑥ $V(t)-CQ(t)$

(2) $\boxed{15}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $I(t)\Delta t$　② $-I(t)\Delta t$　③ $V(t)\Delta t$
④ $-V(t)\Delta t$　⑤ $C\Delta t$　⑥ $-C\Delta t$

(3) $\boxed{16}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $I(t)\Delta t/C$　② $-I(t)\Delta t/C$　③ $V(t)\Delta t/C$
④ $-V(t)\Delta t/C$　⑤ $C^2\Delta t$　⑥ $-C^2\Delta t$

(4) $\boxed{17}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $V_0\omega\Delta t\sin(\omega t)$　② $V_0\omega\Delta t\cos(\omega t)$　③ $-V_0\omega\Delta t\sin(\omega t)$
④ $-V_0\omega\Delta t\cos(\omega t)$　⑤ $V_0\omega t\sin(\omega\Delta t)$　⑥ $-V_0\omega t\cos(\omega\Delta t)$

(5) $\boxed{18}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $V_0\omega C\sin(\omega t)$　② $V_0\omega C\cos(\omega t)$　③ $-V_0\omega C\sin(\omega t)$
④ $-V_0\omega C\cos(\omega t)$　⑤ $\dfrac{V_0\omega Ct\sin(\omega\Delta t)}{\Delta t}$　⑥ $\dfrac{-V_0\omega t\cos(\omega\Delta t)}{\Delta t}$

b　次に，図3のように自己インダクタンスが L のコイルを同じ交流電源に接続した。t から $t+\Delta t$ の短時間に電流が $\Delta I(t)$ 変化したとしよう。キルヒホッフの法則により，$\boxed{19}=0$ となる。$V(t)=V_0\cos(\omega t)$ と $I(t)$ は同じ周期を持つことが期待されるので，$I(t)=I_0\cos(\omega t+\alpha)$ $(I_0>0)$ とおいて，I_0 と α を求めてみよう。Δt が十分小さい時 $\Delta I(t)=\boxed{20}$ と近似できるから，$V(t)=\boxed{21}$ がすべての時刻で成り立つ。従って $I_0=\boxed{22}$ および $\alpha=\boxed{23}$ と求めることが出来る。(ただし $-\pi<\alpha\leqq\pi$ とする。)

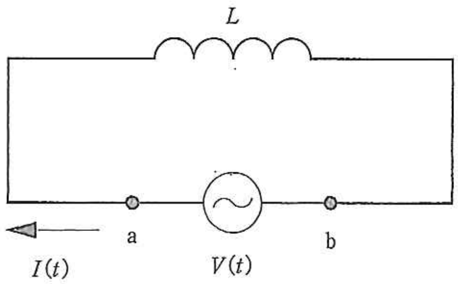


図3

問 2

(1) $\boxed{\ 19\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $V(t)+L\dfrac{\Delta I(t)}{\Delta t}$　② $V(t)-L\dfrac{\Delta I(t)}{\Delta t}$　③ $LV(t)+\dfrac{\Delta I(t)}{\Delta t}$

④ $LV(t)-\dfrac{\Delta I(t)}{\Delta t}$　⑤ $\Delta V(t)-L\Delta I(t)$　⑥ $\Delta V(t)+L\Delta I(t)$

(2) $\boxed{\ 20\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $I_0\omega\Delta t\sin(\omega t+\alpha)$　② $I_0\omega\Delta t\cos(\omega t+\alpha)$　③ $-I_0(\omega t+\alpha)\sin(\omega\Delta t)$

④ $-I_0(\omega t+\alpha)\cos(\omega\Delta t)$　⑤ $-I_0\omega\Delta t\sin(\omega t+\alpha)$　⑥ $-I_0\omega\Delta t\cos(\omega t+\alpha)$

(3) $\boxed{\ 21\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $-I_0\omega L\sin(\omega t+\alpha)$　② $-I_0\omega L\cos(\omega t+\alpha)$　③ $I_0\omega L\sin(\omega t+\alpha)$

④ $I_0\omega L\cos(\omega t+\alpha)$　⑤ $\dfrac{-I_0(\omega t+\alpha)L\sin(\omega\Delta t)}{\Delta t}$　⑥ $\dfrac{-I_0(\omega t+\alpha)L\cos(\omega\Delta t)}{\Delta t}$

(4) $\boxed{\ 22\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{V_0}{\omega L}$　② $\dfrac{V_0\omega}{L}$　③ $V_0\omega L$　④ $\dfrac{V_0L}{\omega}$　⑤ $\dfrac{L\omega}{V_0}$　⑥ $\dfrac{L}{V_0\omega}$

(5) $\boxed{\ 23\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $-\dfrac{1}{2}\pi$　② $-\dfrac{1}{4}\pi$　③ 0　④ $\dfrac{1}{4}\pi$　⑤ $\dfrac{1}{2}\pi$　⑥ π

問 3 問題文a，b中にある素子を用いて図4のような回路を作成した。このとき，電源を流れる電流は $\boxed{\ 24\ }$ である。図4の回路で，$L=1.0\times10^{-2}\,\mathrm{H}$，$C=4.0\times10^{-6}\,\mathrm{F}$，$V_0=5.0\,\mathrm{V}$ としたところ，電源を流れる電流は常に0になった。

(1) $\boxed{\ 24\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑧のうちから1つ選べ。

① $\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)V_0\sin(\omega t)$　② $\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)V_0\cos(\omega t)$　③ $\left(\dfrac{1}{\omega C}-\omega L\right)V_0\sin(\omega t)$

④ $\left(\dfrac{1}{\omega C}-\omega L\right)V_0\cos(\omega t)$　⑤ $\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)V_0\sin(\omega t)$　⑥ $\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)V_0\cos(\omega t)$

⑦ $\left(\dfrac{1}{\omega L}-\omega C\right)V_0\sin(\omega t)$　⑧ $\left(\dfrac{1}{\omega L}-\omega C\right)V_0\cos(\omega t)$

(2) 電源電圧の振動数は $\boxed{\ 25\ }.\boxed{\ 26\ }\times10^{-\boxed{27}}$ Hzである。答えは指数表示とし，$\boxed{\ 25\ }$，$\boxed{\ 26\ }$，$\boxed{\ 27\ }$ にそれぞれ一の位，小数第1位，指数の数字をマークせよ。ただし，$\boxed{\ 25\ }\neq0$ とし，数値は枠に合わせて四捨五入せよ。

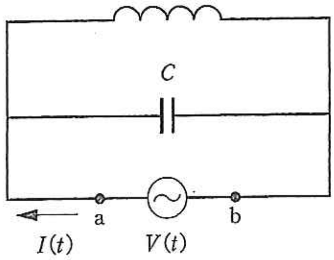


図4

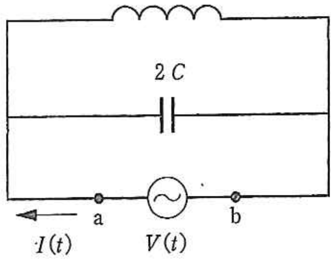


図5

問 4 図5のように，コンデンサーの容量とコイルの自己インダクタンスをそれぞれ2倍にすると，電源を流れる電流は $\boxed{\ 28\ }$ になった。ただし，$I_1>0$ とする。

(1) $\boxed{\ 28\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① $I_1\cos(\omega t)$　② $-I_1\cos(\omega t)$　③ $I_1\sin(\omega t)$

④ $-I_1\sin(\omega t)$　⑤ $I_1\{\cos(\omega t)+\sin(\omega t)\}$　⑥ 0

(2) I_1 の数値は $\boxed{\ 29\ }.\boxed{\ 30\ }\times10^{-\boxed{31}}$ Aである。答えは指数表示とし，$\boxed{\ 29\ }$，$\boxed{\ 30\ }$，$\boxed{\ 31\ }$ にそれぞれ一の位，小数第1位，指数の数字をマークせよ。ただし，$\boxed{\ 29\ }\neq0$ とし，数値は枠に合わせて四捨五入せよ。

$\boxed{3}$ 次の文章を読み，下の問い(問1～4)に答えよ。

20世紀初頭，原子について次のことが明らかになって来た。原子の中には，元素の種類によって決まる一定個数の電子がある。電子は負電荷を持ち，質量は原子に比べて非常に小さい。一方，原子は中性だから，原子の中には，大きな質量を持つ正の電荷が存在していることになる。これらのことから，正電荷は原子の中にどのように分布しているのかが大きな問題になった。正電荷が原子の中心付近に集中しているとする模型(a)や原子全体に広がっているとする模型(b)が考えられた。このような原子に，アルファ粒子を当てたときどのように跳ね返るかを考えて見よう。アルファ粒子は正電荷 $2e$(e は電気素量)を持ち，電子よりはるかに大きい質量(m とする)を持つ。原子の質量はアルファ粒子よりさらに大きいものとする。一般に重いものと軽いものが衝突すると，エネルギーと運動量の保存の法則により，軽いものは大きく跳ね飛ばされるが，重いものの進路はあまり変わらない。従って，アルファ粒子の進路は $\boxed{32}$ と思われるので，原子内の $\boxed{33}$ の分布についての情報が得られると期待される。

簡単のため，正電荷 Q は半径 R の球の中に一様に分布しているものとし，アルファ粒子がこれに正面衝突する場合を考えよう(図6)。電子の負電荷の影響は無視する。原子はアルファ粒子よりはるかに重く，アルファ粒子が衝突してもほとんど動かないものとする。球の中心からのアルファ粒子までの距離を r とする。真空中で距離 r だけ離れた2つの電荷 q，q' の間に働く電気力は $F = k_0qq'/r^2$ で与えられる。ここで，k_0 は比例定数である。球状の電荷分布からの電気力は，球の中心にある点電荷からの力と同じである。従って，アルファ粒子に働く反発力の大きさは $\boxed{34}$ に等しい。位置エネルギーの基準を $r = \infty$ にとれば，アルファ粒子の持つ位置エネルギーは $\boxed{35}$ となる。$r = \infty$ の位置でのアルファ粒子の運動エネルギーを E_0 とすると，距離 r の位置での速さは $\boxed{36}$ と表される。R が十分小さければ，$r > R$ のうちに速さが0になり，反発力により後戻りし，$r = \infty$ に向かって飛び去る。速さが0になるのは $r = \boxed{37}$ のときである。従って，半径 R が $\boxed{37}$ より $\boxed{38}$ ときはアルファ粒子は原子内の正電荷からの電気的反発力によって跳ね返される。

これに対し，R が大きいと，$r = R$ になってもアルファ粒子の速さが0にならず，正電荷の球の中に突入する。すると，アルファ粒子は前方に分布する正電荷からは後ろ向きの反発力を受けるが，後方の正電荷からは前向きの反発力を受けることになり，全体としての反発力は弱くなる。電気力線の考えを使うと $r < R$ でアルファ粒子に働く力は，半径 r の球の内部の電荷が球の中心にある場合と同じであることが分かる。即ち，$r < R$ での力の大きさは $F = 2k_0eQr/R^3$ となり，r に比例することが分かる。このことは，ばねの力と同じで，ばね定数が $k = -2k_0eQ/R^3$ の場合に相当する(反発力なので k が負になっていることに注意)。従って，$r = 0$ を基準とする位置エネルギーは $kr^2/2 = \boxed{39}$ となり，その $r = R$(球の表面)における値は $\boxed{40}$ となる。一方 $\boxed{35}$ の $r = R$(球の表面)における値は $\boxed{41}$ となる。$r = \infty$ を基準とし，球内外の位置エネルギーが $r = R$ の位置で一致するようにするには，球内での位置エネルギーを $\boxed{39} + \boxed{42}$ とすればよい。従って，$E_0 > \boxed{42}$ の場合はアルファ粒子が球の中心 $r = 0$ の位置に達してもまだ運動エネルギーを持っており，ここを通過して前方に飛び去る。即ち原子は $E_0 > \boxed{42}$ のアルファ粒子を跳ね返せない。逆に言えば半径 R が $\boxed{43}$ より $\boxed{44}$ ときはアルファ粒子は跳ね返らない。

ここまで，簡単のため，球内部の正電荷を一様とし，正面衝突だけを考えてきたが，分布が一様でなく正面衝突でないときも，アルファ粒子が原子によってどのように散乱されるかを計算することができる。それによれば，正電荷が小さな領域に閉じ込められていれば，高速のアルファ粒子が跳ね返されることがあり，その割合も計算できるが，正電荷が広がっている場合は，高速のアルファ粒子が大きく跳ね返されることはない。ラザフォードの指導のもと，ガイガーとマースデンは金属箔にアルファ線を照射し，跳ね返り方を調べたが，結果は驚くべきものであった。大きく跳ね返されるアルファ粒子があり，定量的に調べると，原子の正電荷は原子全体の半径の10000分の1以下の半径の領域に集中しているとすると実験結果とよく合うことが分かったのである。このようにして $\boxed{45}$ が発見され，ミクロの世界への理解が飛躍的に進展するきっかけとなった。

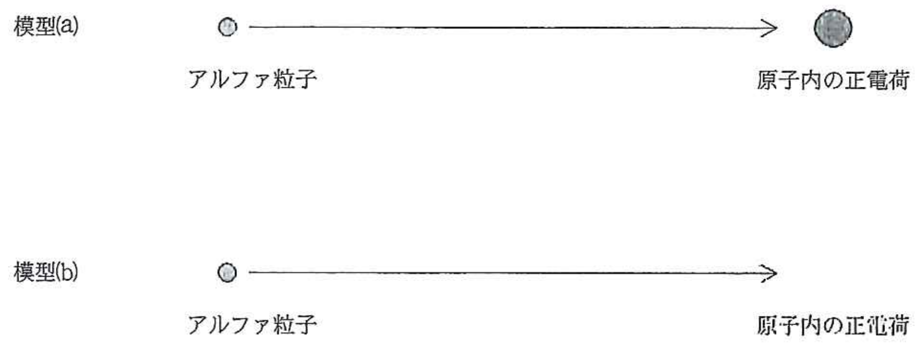


図6

問 1

(1) 文中の $\boxed{\ 32\ }$ に入る文として最も適切なものを，次の①～③のうちから1つ選べ。

① 電子の強い引力を大きく受けるが，引力がない正電荷は影響を受けない

② 軽い電子にはあまり影響されず，重い正電荷の影響を大きく受ける

③ 電子の引力と正電荷の反発力の双方から同様に大きな影響を受ける

(2) 文中の $\boxed{\ 33\ }$ に入る言葉として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① 軽い電子　② アルファ粒子　③ 重い正電荷

④ 軽い負電荷　⑤ 重い正電荷と軽い負電荷

問 2

(1) 文中の $\boxed{\ 34\ }$ ，$\boxed{\ 35\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

① $\dfrac{k_0eQ}{r}$　② $\dfrac{2k_0eQ}{r}$　③ $\dfrac{3k_0eQ}{r}$　④ $-\dfrac{k_0eQ}{r}$　⑤ $-\dfrac{2k_0eQ}{r}$

⑥ $-\dfrac{3k_0eQ}{r}$　⑦ $\dfrac{k_0eQ}{r^2}$　⑧ $\dfrac{2k_0eQ}{r^2}$　⑨ $\dfrac{3k_0eQ}{r^2}$

(2) 文中の $\boxed{\ 36\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\sqrt{\dfrac{E_0}{m}}$　② $\sqrt{\dfrac{2E_0}{m}}$　③ $\sqrt{\dfrac{3E_0}{m}}$

④ $\sqrt{\dfrac{1}{m}\left(E_0-k_0\dfrac{eQ}{r}\right)}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{2}{m}\left(E_0-k_0\dfrac{eQ}{r}\right)}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{3}{m}\left(E_0-k_0\dfrac{eQ}{r}\right)}$

⑦ $\sqrt{\dfrac{1}{m}\left(E_0-k_0\dfrac{2eQ}{r}\right)}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2}{m}\left(E_0-k_0\dfrac{2eQ}{r}\right)}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{3}{m}\left(E_0-k_0\dfrac{2eQ}{r}\right)}$

(3) 文中の $\boxed{\ 37\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{k_0eQ}{E_0}$　② $\dfrac{2k_0eQ}{E_0}$　③ $\dfrac{3k_0eQ}{E_0}$　④ $\dfrac{E_0}{k_0eQ}$　⑤ $\dfrac{E_0}{2k_0eQ}$

⑥ $\dfrac{E_0}{3k_0eQ}$　⑦ $\dfrac{2E_0}{k_0eQ}$　⑧ $\dfrac{3E_0}{k_0eQ}$　⑨ $\dfrac{3E_0}{2k_0eQ}$

(4) 文中の $\boxed{\ 38\ }$ に入る言葉として最も適切なものを，次の①～②のうちから1つ選べ。

① 大きい　② 小さい

問 3

(1) 文中の $\boxed{\ 39\ }$ ～ $\boxed{\ 42\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

① $\dfrac{k_0eQ}{R}$　② $\dfrac{2k_0eQ}{R}$　③ $\dfrac{3k_0eQ}{R}$　④ $-\dfrac{k_0eQ}{R}$　⑤ $-\dfrac{2k_0eQ}{R}$

⑥ $-\dfrac{3k_0eQ}{R}$　⑦ $-\dfrac{ek_0Qr^2}{R^3}$　⑧ $-\dfrac{2ek_0Qr^2}{R^3}$　⑨ $-\dfrac{3k_0eQr^2}{R^3}$

(2) 文中の $\boxed{\ 43\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{k_0eQ}{E_0}$　② $\dfrac{2k_0eQ}{E_0}$　③ $\dfrac{3k_0eQ}{E_0}$　④ $\dfrac{E_0}{k_0eQ}$　⑤ $\dfrac{E_0}{2k_0eQ}$

⑥ $\dfrac{E_0}{3k_0eQ}$　⑦ $\dfrac{2E_0}{k_0eQ}$　⑧ $\dfrac{3E_0}{k_0eQ}$　⑨ $\dfrac{3E_0}{2k_0eQ}$

(3) 文中の $\boxed{\ 44\ }$ に入る言葉として最も適切なものを，次の①～②のうちから1つ選べ。

① 大きい　② 小さい

問 4 文中の $\boxed{\ 45\ }$ に入る言葉として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① 放射能　② アルファ粒子の散乱　③ 原子内の電子分布

④ 原子核　⑤ 原子エネルギー