

学 力 検 査 問 題

理 科

(理科 2 科目受験者用)

平成 16 年 2 月 25 日

自 12 時 30 分

至 14 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理、化学、生物、地学の各問題があります。総ページは 37 ページです。
- 2 解答用紙は、物理、生物につきそれぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。化学、地学はそれぞれ 1 枚(1 ページ)です。
- 3 下書用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 4 受験番号は、解答用紙、下書用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 5 解答は、解答用紙に記入しなさい。
志願票提出のさい届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 6 配付した解答用紙および下書用紙は、持ち出してはいけません。

理 科

物 理	3 ページ～ 10 ページ
化 学	11 ページ～ 18 ページ
生 物	19 ページ～ 28 ページ
地 学	29 ページ～ 37 ページ

10 ページ, 18 ページ, 25 ページ, 28 ページは白紙です。

以 上

物 理

[I] エレベーターに乗ると、体重が重くなったり軽くなったり感じる。この現象を考えてみよう。

静止したエレベーターの中で図1のように、自然の長さ l_0 [m] の軽いばねの一端をエレベーターの天井に固定し、他端に質量 1 kg のおもりをつるした。ばねは、自然の長さから x [m] 伸び、つり合った。このエレベーターで超高層ビルの地上階から最上階まで鉛直に昇り、到着までの 35 秒間に、ばねの伸び x [m] を測定した。上昇中、おもりは常につり合いの位置にあり、図2のグラフを得た。

ばねの質量は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。

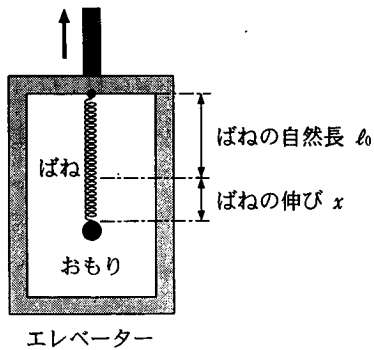


図1

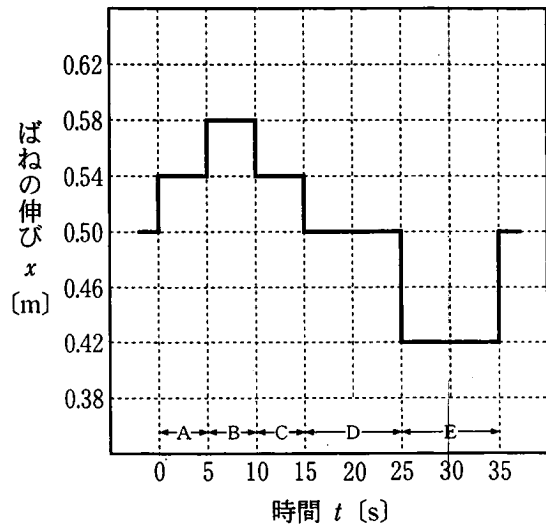


図2

問1 エレベーターが地上階で静止しているときに測定したばねの伸びは 0.5 m である。このばねのばね定数 k [N/m] を、重力加速度 g [m/s²] を用いて表せ。

問 2 図 2 に示したそれぞれの時間領域(A～E)で、上昇中のエレベーターの運動にあてはまる最も適切な運動名を次の解答群(ア～カ)の中から選び、その記号を解答欄に記入せよ。ただし、同じ記号を繰り返し選んでもよい。

- | | |
|------------|------------------|
| (ア) 放物運動 | (イ) 等加速度直線(加速)運動 |
| (ウ) 等速直線運動 | (エ) 等加速度直線(減速)運動 |
| (オ) 等速曲線運動 | (カ) 静止 |

問 3 エレベーターが鉛直上向きに a [m/s^2] の加速度で上昇運動をしている。このとき、おもりの質量を m [kg]、重力加速度の大きさを g [m/s^2]、おもりがばねから受ける力を F [N] とし、鉛直方向のおもりの運動方程式を示せ。ただし、鉛直上向きの力の方向を正とし、静止した地上から観測するものとする。

問 4 問 3 の結果から、観測したばねの伸びが x [m] のとき、このエレベーターの鉛直上向きの加速度 a [m/s^2] を、 k 、 x 、 m 、 g を用いて表せ。

問 5 エレベーターが、ある時刻に上向きの初速度 v_0 [m/s]、上向きの加速度 a [m/s^2] の等加速度運動を始めた。この運動を始めてから t 秒後のエレベーターの上昇する速さ v [m/s] と、この t 秒間に上昇した高さ h [m] を表す式を示せ。

問 6 図 2 に示した時間領域(A～E)における初速度 v_0 と上向きの加速度 a をばねの伸びの測定値を用いて求め、解答欄にそれぞれ記入せよ。簡単のために、重力加速度 g の大きさを 10 m/s^2 とし計算せよ。

問 7 上昇開始から到着までの 35 秒間において、このエレベーターの速さが時間変化する様子を解答用紙のグラフに表せ。

- 〔Ⅱ〕 大きくて薄い2つの極板AおよびBを、真空中に d (m)の間隔で平行におき、起電力 V (V)の電池の正極と負極にそれぞれつないだ。ここで、図1のように、原点 O が2つの極板間の中心にあり、 x 軸が極板に直交する座標系を用いよう。2つの極板はその間隔に比べて十分大きいため、極板の内側($-d/2 < x < d/2$)には一様な x 方向の電界 \vec{E} が作られるが、極板の外側($x < -d/2$, および $x > d/2$)に電界は作られない。なお、極板Bには点電荷が自由に通過できる小孔が x 軸上にあいている。極板Bの右側領域($x > d/2$)には磁束密度の大きさが B (T)である一様な磁界 \vec{B} が z 方向(紙面に垂直で裏から表へ向かう方向)に加えられている。ただし、それ以外の領域($x < d/2$)に磁界は存在しない。

以下の問いに答えよ。なお、重力の影響は無視すること。

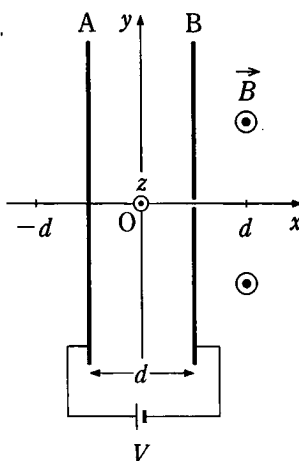
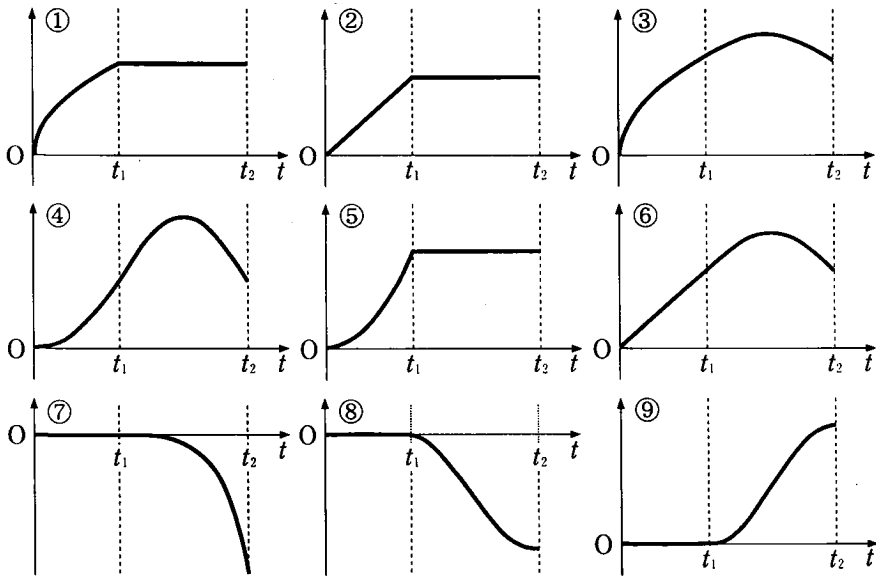


図1

- 問1 原点 O における電界の x 成分 E_x を求めよ。
- 問2 $-d < x < d$ の範囲における x 軸に沿った電位 $\Phi(x)$ の分布を、 x の関数としてグラフに表せ。ただし、極板Aの電位をゼロとすること。
- 問3 原点 O に正の電荷 q (C)をもつ質量 m (kg)の点電荷 P を静かにおくと、点電荷 P は初速度ゼロで運動しはじめた後、しばらくすると極板Bの小孔を通過した。点電荷 P が運動をはじめた時から小孔を通過するまでの時間 t_1 (s)と、小孔を通過したときの速さ v_1 (m/s)を、それぞれ V を使って求めよ。ただし、電荷量 q は十分小さいため、点電荷 P の運動が電界の分布に影響を与えることはないとする。

問 4 その後、点電荷 P は極板 B の右領域 ($x > d/2$) において等速円運動を半周期おこない、原点 O を離れてから時間 t_2 [s] 後に極板 B の右表面に衝突した。点電荷が小孔を通過してから極板 B に衝突するまでの時間 $t_2 - t_1$ と、小孔から極板 B 上の衝突点までの距離 l [m] を q, m, B, v_1 のうちから必要なものを使って求めよ。

問 5 点電荷 P の速さ v 、その座標 x および y を点電荷が運動をはじめてからの時間 t の関数として最も的確に表しているグラフを、横軸を時間 t とする以下のグラフ群①～⑨よりそれぞれ選択せよ。同じグラフを繰り返し選んでもよい。



問 6 図 1 において極板 B の右側領域 ($x > d/2$) に、新たに一様な電界 \vec{E}' を磁界 \vec{B} と共に加えて、問 3 と同じ実験を行った。このとき、点電荷 P は極板 B の小孔を通過した後に等速直線運動をはじめた。新たに加えた電界 \vec{E}' の x, y および z 成分 (E'_x, E'_y, E'_z) を q, m, B, v_1 のうちから必要なものを使って求めよ。その理由も書け。

〔Ⅲ〕 次の文章中の ア ~ ク にあてはまる最も適切な語句や数式を選び、①~④の番号で答えよ。

問 1 図 1 のように光が水中から空気中に向かって入射角 θ_i で水面に入射している。光の速さは、真空中と空気中でほぼ同じであるが水中では遅い。そのため空気の屈折率を 1 とすると水の屈折率 n は $n > 1$ となる。光の入射角が小さい範囲では、入射した光は反射角 θ_r の方向に反射し、 θ_d の方向に屈折する。 θ_d と θ_i の間には ア の関係がある。次に入射角がある角度よりも大きくなり、イ の条件を満たすとき全ての光が反射される。光は電界、磁界の振動が空間を伝わる ウ であり、一般に水面で反射された光は、偏光と呼ばれる特定の エ をもつ成分が多くなる。

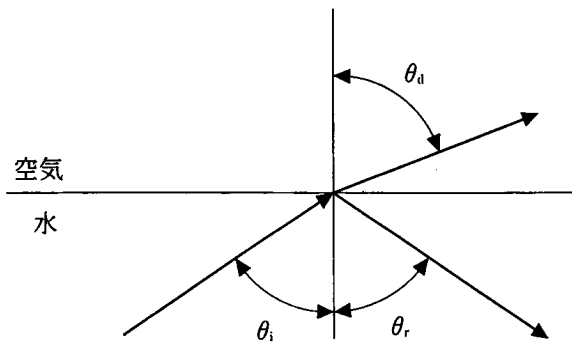


図 1

ア ~ エ の解答群

ア	① $n = \frac{\sin\theta_d}{\cos\theta_i}$	② $n = \frac{\sin\theta_d}{\sin\theta_i}$
	③ $n = \frac{\cos\theta_i}{\sin\theta_d}$	④ $n = \frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_d}$
イ	① $\sin\theta_i > n$	② $\cos\theta_i < \frac{1}{n}$
	③ $\sin\theta_i > \frac{1}{n}$	④ $\cos\theta_i < n$
ウ	① 横波 ② 縦波 ③ 疎密波 ④ 物質波	
エ	① 振幅 ② 波長 ③ 振動方向 ④ 振動数	

問 2 図 2 のように 1 つの発振器に接続された 2 つのスピーカー A と B が、波長 λ の音を出している。2 つのスピーカーの前でマイクロフォンを図の矢印の方向にゆっくり移動すると、マイクロフォンの場所によって交互に音の強弱が観測された。これは、2 つのスピーカーからの音の **オ** 効果として理解できる。スピーカー A および B からマイクロフォンまでの距離をそれぞれ L_1 、 L_2 とするとき、**カ** の関係が成り立つところでは音が弱く観測される。空気中を伝わる音波は **キ** であり、振動の変位の方向と波の進行方向のなす角は、**ク** である。

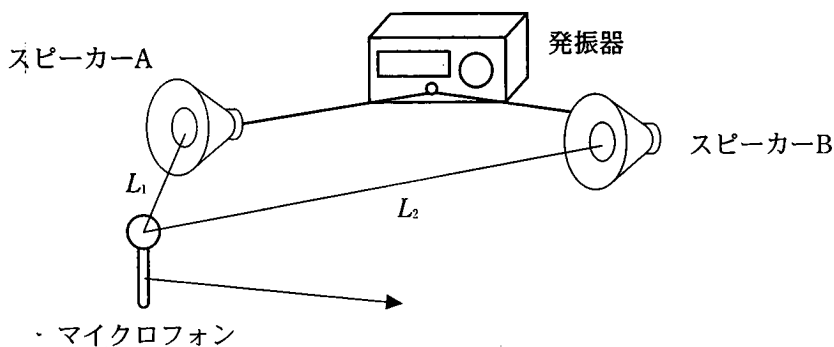


図 2

オ ~ **ク** の解答群

オ	① 干渉 ② 屈折 ③ 回折 ④ うなりの
カ	① $ L_1 - L_2 = m\lambda$ ($m = 0, 1, 2, \dots$)
	② $ L_1 + L_2 = m\lambda$ ($m = 0, 1, 2, \dots$)
	③ $ L_1 - L_2 = (m + \frac{1}{2})\lambda$ ($m = 0, 1, 2, \dots$)
	④ $ L_1 + L_2 = (m + \frac{1}{2})\lambda$ ($m = 0, 1, 2, \dots$)
キ	① 横波 ② 縦波 ③ 電磁波 ④ 物質波
ク	① 0° ② 30° ③ 60° ④ 90°