

平成 27 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 50 ページある。(落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。)

問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物	理	1 ~ 13 ページ,	化	学	14 ~ 28 ページ
生	物	29 ~ 41 ページ,	地	学	42 ~ 50 ページ

- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
 - (1) 教育学部及び工学部の受験者は、90 分。
 - (2) 理学部の受験者は、次のとおりである。
 - ① 数学科及び化学科の受験者は、90 分。
 - ② 物理学科の受験者は、120 分。
 - ③ 生物学科及び自然環境科学科で理科 1 科目の受験者は、90 分。
 - ④ 生物学科及び自然環境科学科で理科 2 科目の受験者並びに地質科学科の受験者は、180 分。
 - (3) 医学部及び歯学部の受験者は、180 分。
 - (4) 農学部の受験者は、次のとおりである。
 - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
 - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
- 6 物理及び化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理及び化学の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 7 生物には、選択問題があるので、生物の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 8 問題冊子及び下書き用紙は、持ち帰ること。

物 理

注意

物理選択の受験者は、下の表を見て○印の問題を解答せよ。

志望学部(学科)	問題番号			
	1	2	3	4
教育学部	○		○	○
理学部(物理学科)	○	○	○	○
理学部(数学科・生物学科・ 地質科学科・自然環境科学科)	○	○		○
医学部	○	○	○	
歯学部	○	○	○	
工学部	○	○		○
農学部	○		○	○

1

注意 全学部受験者用

図1のように、壁に固定した棒の先に、ばね定数が k のばねをつりさげ、その先端に質量 m の小球を取りつける。小球には糸をつけ、鉛直上方から引いて小球を支えることができる。小球の位置を表す x 軸を鉛直下向きにとり、ばねが自然長であるときの小球の位置を $x = 0$ とする。なお、重力加速度の大きさを g とし、ばねと糸の質量、空気抵抗は無視する。以下の問いに答えよ。ただし、すべての解答は、 k 、 m 、 g のうち必要なものを用いて表せ。小球の位置を解答する場合はその x 座標で答えよ。

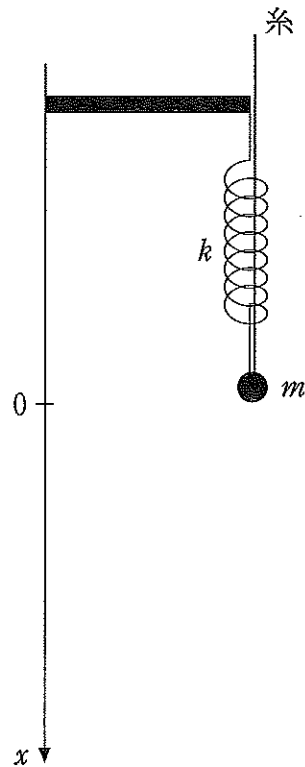


図1

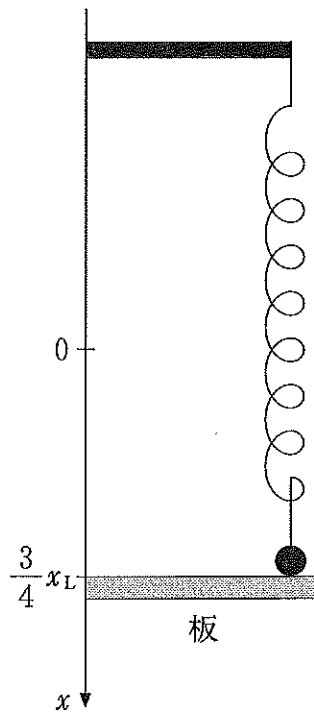


図2

問1 糸を引いて、小球を $x = 0$ の位置で静止させた。このときの糸の張力の大きさを求めよ。

問 2 $x = 0$ から小球をゆっくりと下げていくと、糸の張力が 0 となる位置があった。

(1) この位置を求めよ。

(2) $x = 0$ からこの位置までの移動において、糸の張力が小球にした仕事を求めよ。ただし、仕事の正負が分かるよう符号を含めて表せ。

問 3 小球をもとの $x = 0$ に戻して静止させた。次いで、静かに糸を切ったところ、小球は単振動を始めた。

(1) 小球が到達できる最下点の位置を求めよ。その x 座標を x_L とする。

(2) 最下点に到達した瞬間の小球の加速度を求めよ。ただし、加速度の正負が分かるよう符号を含めて表せ。

(3) 糸を切ってから最下点に到達するまでの時間を求めよ。

問 4 次に、図 2 のように、板を水平に固定した。ふたたび糸をつけて小球を $x = 0$ の位置に静止させた。次いで、糸を静かに切ったところ、小球は $x = \frac{3}{4}x_L$ の位置で板と衝突した。ただし、 x_L は問 3(1) の最下点の位置である。

(1) 糸を切ってから板に衝突するまでの時間を求めよ。

(2) 衝突する直前の小球の速さを求めよ。

(3) 衝突してはねかえった小球が到達する最上点の位置が $x = \frac{1}{8}x_L$ であった。小球と板の間のはねかえり係数を求めよ。

2

注意 理学部(数学科・物理学科・生物学科・地質科学科・自然環境科学科), 医学部, 歯学部および工学部受験者用

- [1] 極板 A, B 間の間隔が d で電気容量が C の平行板コンデンサーがある。極板間は真空とみなせるとする。このコンデンサーを図 1 のように, 電圧 V の電池とスイッチ S に接続し, 極板間に極板と同じ面積で厚さが $\frac{d}{2}$ の金属板を, 極板と平行かつ 2 枚の極板からの距離が等しくなるように挿入した。以下の問いに答えよ。ただし, 解答は d, C, V のうち必要なものを用いて表せ。なお, 極板は十分に大きく, 電気力線の向きは常に極板と垂直であるものとする。

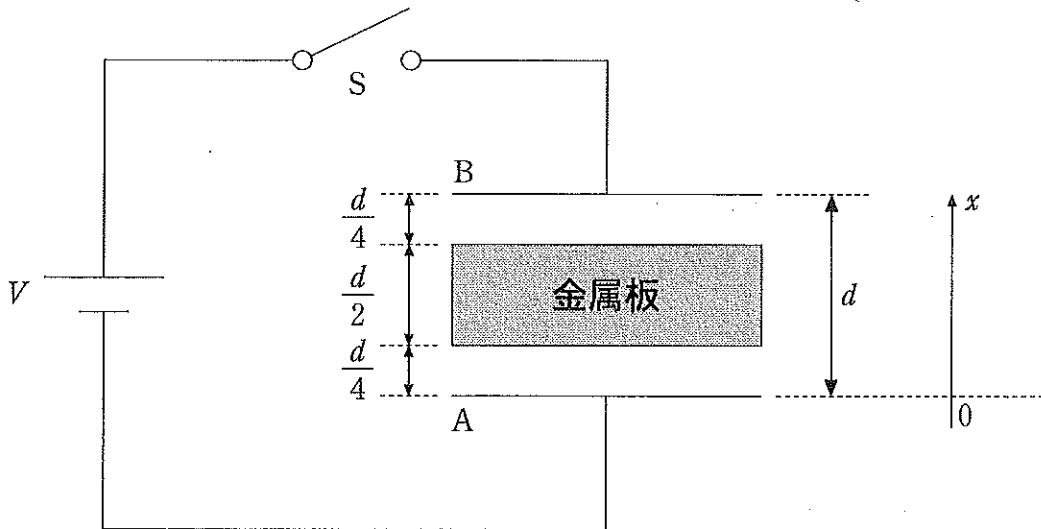


図 1

はじめに, スイッチ S を閉じ十分に時間が経過した。

- 問 1 金属板が挿入されたコンデンサー全体の電気容量を求めよ。
- 問 2 図 1 のように, 極板 A, B 間の位置を極板 A からの距離 x ($0 < x < d$) で表す。位置 x における電場の強さと極板 A を基準とした電位を解答用紙のグラフに描け。

次に、スイッチを開いた後、コンデンサー内の金属板を同じ形状で比誘電率が 3 の誘電体に置き換えた。

問 3 誘電体が挿入されたコンデンサー全体の電気容量を求めよ。

問 4 極板 A, B 間の電位差を求めよ。

問 5 コンデンサー全体に蓄えられている静電エネルギーを求めよ。

問 6 外力を加えて、誘電体をコンデンサー内からゆっくりと取り除いた。このとき外力がした仕事を求めよ。

[2] 図2のように、真空中にある直交座標軸の z 軸に沿って、無限に長い導線が置かれ、電流 I_1 が z 軸の正の向きに流れている。また、一辺の長さが a の正方形のコイル ABCD があり、電流 I_2 が $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の向きに流れている。コイルの辺 AB, DC の中点 K, L を通る軸は x 軸上の $x = r$ の位置に z 軸と平行に置かれており、図3に示したようにコイル面 ABCD は x 軸と垂直に固定されている。真空中の透磁率を μ_0 として以下の問いに答えよ。

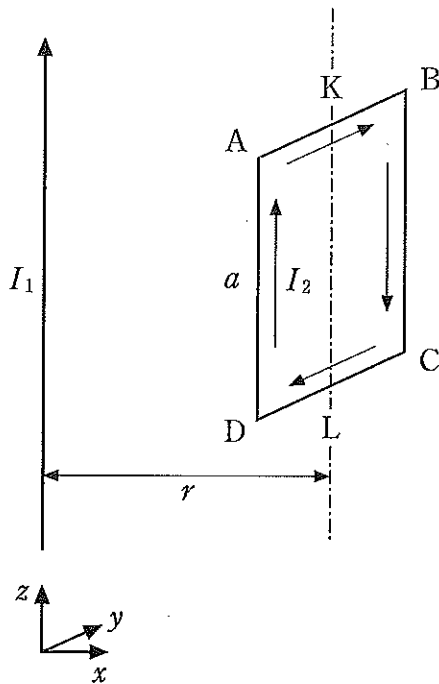


図2

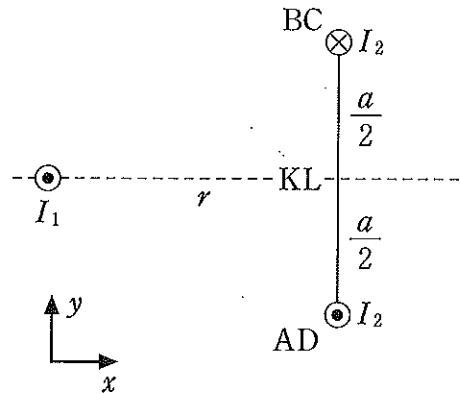


図3

- 問 1 電流 I_1 が AD 上につくる磁束密度の大きさを求めよ。
- 問 2 コイルが電流 I_1 から受ける力の合力の大きさと向きを求めよ。
- 問 3 軸 KL のまわりの、コイルに加わる力のモーメントを求めよ。

3 は次ページ

- [1] 図1のように, 長さが 120 cm で両端が開いた開管 A と, 同じ長さで一方の端が閉じた閉管 B, そして弦の振動で音を発生する装置 C がある。ふたつの管にはコルクの粉が入れてあり気柱の振動の様子を見ることができる。装置 C は張力を変えずに弦の長さを変化させることができ, 弦には腹がひとつの固有振動のみが生じるものとする。空気中の音速は 340 m/s とし, 気柱の開口端補正は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。ただし, 数値で答える場合, 有効数字 2 桁とせよ。

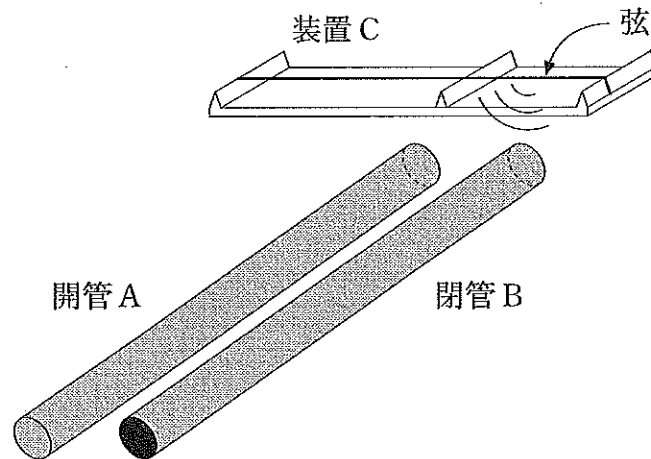


図 1

はじめに、弦の長さを 30 cm として音を発生させた。このとき、開管 A が共鳴して、コルクの粉の様子から定常波の腹が 3 か所あることがわかった。

問 1 開管 A 内での気柱の固有振動の様子を横波表示で解答用紙の図に描け。

問 2 音の振動数を求めよ。

問 3 弦を伝わる波の速さを求めよ。

次に、音を出しながら弦を少しづつ長くしていくと、しばらく共鳴はおきず、弦の長さが 40 cm となったとき、一方の管が共鳴した。

問 4 解答用紙の図から、共鳴した方の管を選び、気柱の固有振動の様子を横波表示で描け。

問 5 この気柱の固有振動の波長を求めよ。

〔2〕 図2のように、空気中で波長 λ の単色光をスリットSに入射させ、さらに、2つのスリットA、Bにあてて、スクリーン上で光の干渉の様子をみる。スリットA、Bの面はスクリーンに対して平行であり、かつ、スリットSおよびスクリーンから等距離 l の位置に置かれている。スリットSからスクリーンにおろした垂線とスクリーンとの交点をOとする。スリットAとBは、スリットSとスクリーン上の点Oを結ぶ軸をはさんで反対側に位置しており、軸SOからの距離はそれぞれ a 、 b である。スリットAは可動式であり、 a は変えることができる。スクリーン上の位置を表す x 軸を図のようにとり、点Oを $x=0$ とする。 l は λ 、 a 、 b に比べて十分に大きいとして、以下の問いに答えよ。ただし、 $|y|$ が十分小さいとき、近似式 $\sqrt{1+y} \cong 1 + \frac{1}{2}y$ を用いよ。

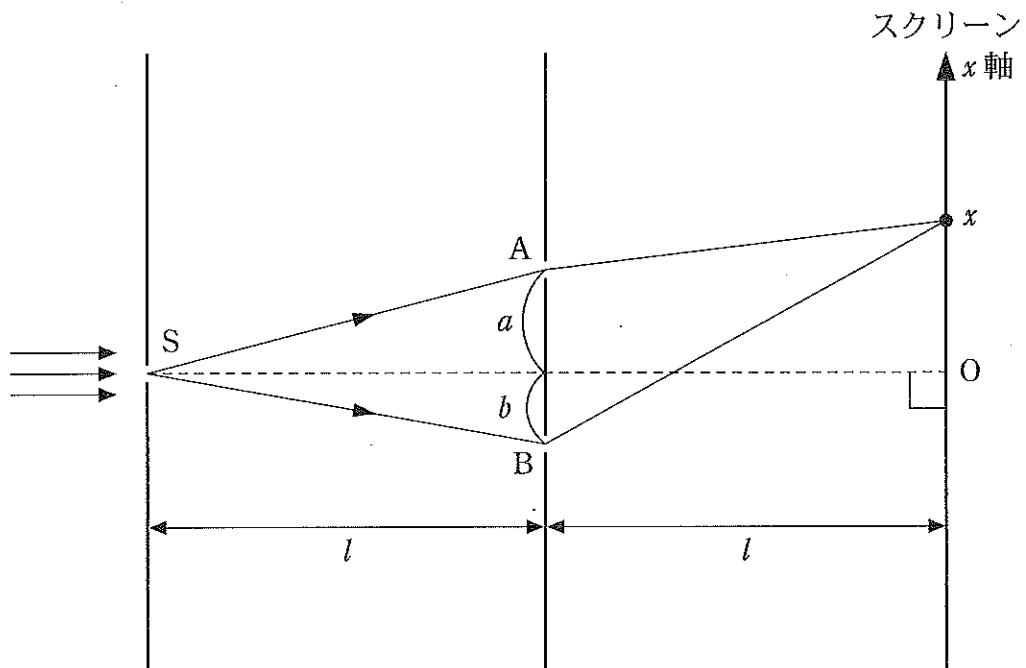


図2

問 1 スリット S からスリット A を通りスクリーン上の位置 x に達する光の経路の長さを求めよ。

問 2 スリット A を $a = b$ となる位置に置いた。このとき、スクリーン上には $x = 0$ の位置のほか等間隔に多数の明線ができた。明線の間隔を求めよ。

問 3 スリット A を問 2 の位置から動かすと、スクリーンにできる明線も移動した。

(1) スクリーン上の位置 x に明線ができるための条件を求めよ。

(2) スリット A を動かす前に $x = 0$ にあった明線の、移動後の位置を求めよ。

問 4 問 3 のスリットの位置を保ったまま、光が通る空間すべてを屈折率 $n (n > 1)$ の液体で満たした。このときスクリーンにできる明線の間隔は、液体を満たす前の明線の間隔の何倍になるか理由をつけて答えよ。

4

注意 教育学部, 理学部(数学科・物理学科・生物学科・地質科学科・自然環境科学科), 工学部および農学部受験者用

- [1] 図1のように, 体積が 1 m^3 の容器Aと体積が 2 m^3 の容器Bがあり, それらが体積や熱伝導の無視できる管でつながっている。気体定数を $R = 8.31\text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とし, 有効数字2桁で以下の問いに答えよ。

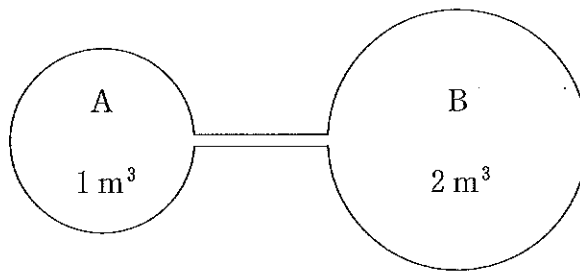


図1

- 問1 理想気体をこの連結容器に閉じ込めたところ, 両方の容器の温度が $27\text{ }^\circ\text{C}$, 圧力が $0.25 \times 10^5\text{ Pa}$ であった。それぞれの容器には何モルの気体が入っているか。
- 問2 容器Aの温度を $327\text{ }^\circ\text{C}$ に, 一方, 容器Bの温度を $27\text{ }^\circ\text{C}$ に保ち, 状態が変化しなくなるまで放置した。それぞれの容器の中の圧力を求めよ。

〔2〕 図2のように、断熱材でできた断面積 S のシリンダーとなめらかに動くピストンが水平に置かれている。ピストンにはばね定数 k のばねがつながれ、このばねの他端は固定されている。また、シリンダー中には大きさの無視できるヒーターが設置されている。大気圧 p_0 下でシリンダー中に1モルの単原子分子理想気体を封入した。図2に示されているように、ピストンの位置を x 座標で表し、シリンダーの端を $x=0$ とする。気体定数を R とし、シリンダー中の気体について以下の問いに答えよ。

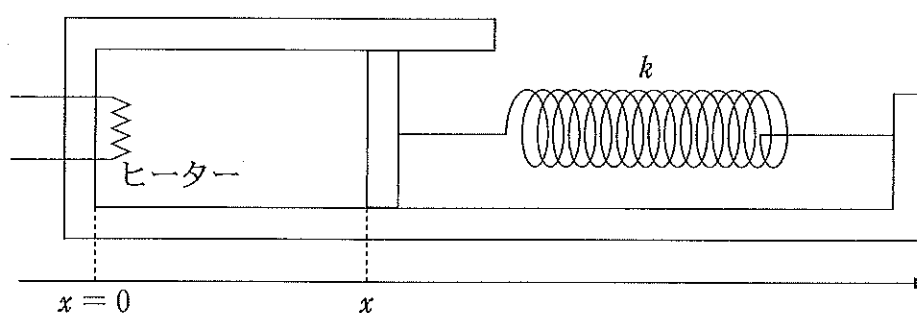


図2

- 問1 ばねが自然長の状態でピストンが静止している。このときのピストンの位置は $x=l$ であった。気体の温度を求めよ。
- 問2 問1の状態から気体をヒーターでゆっくりと加熱したところ、ピストンがゆっくり移動した。ピストンの位置が x のとき、気体の圧力を求めよ。
- 問3 加熱終了後にピストンは $x=2l$ で静止した。このときの気体の温度を求めよ。
- 問4 この加熱過程で気体が外部にした仕事を求めよ。
- 問5 この加熱過程で気体に加えられた熱量を求めよ。