

平成 30 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 48 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 ～ 12 ページ, 化 学 13 ～ 28 ページ

生 物 29 ～ 40 ページ, 地 学 41 ～ 48 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) 教育学部および工学部の受験者は、90 分。
 - (2) 理学部および農学部の受験者は、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。
 - (3) 医学部および歯学部の受験者は、180 分。
- 6 問題冊子および下書き用紙は、持ち帰ること。

平成30年度新潟大学個別学力検査（前期日程）

問題訂正

周知方法： 訂正紙の配付

試験日時： 平成30年2月25日 13時30分開始

理科（物理）

問題訂正

問題冊子10ページ 上から3行目の以下の箇所を訂正します。

(誤) 反射板R を固定して置いた。



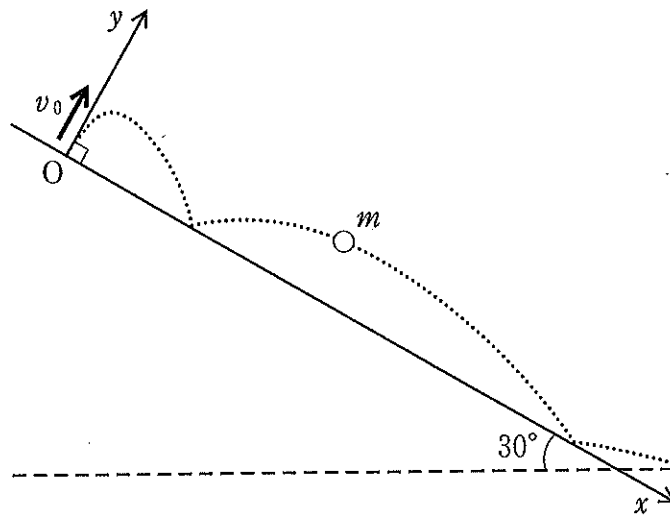
(正) 反射板R が固定して置かれていた場合を考える。

物理

1

〔1〕 図のように、水平面となす角度が 30° の十分に長い斜面がある。斜面に沿って下向きを x 軸，斜面と垂直な斜め上向きを y 軸にとる。斜面を $y = 0$ とする。大きさが無視できる質量 m のボールを斜面に垂直に速さ v_0 で投げ出し，ボールが斜面との衝突を繰り返しながら斜面をくだる運動を考える。

ボールを投げ出した点を原点 O ， $x = 0$ ， $y = 0$ とし，投げ出した時刻を $t = 0$ とする。ボールには鉛直下向きに重力がはたらき，重力加速度の大きさは g とする。ボールは斜面と弾性衝突をし，斜面との摩擦はないものとする。ボールにはたらく空気抵抗は無視できるとして，以下の問いに答えよ。ただし，問4と問5の解答にあたっては，計算の過程も簡潔に示すこと。



- 問 1 ボールが斜面から離れているとき，ボールにはたらく力の x 成分と y 成分を答えよ。
- 問 2 そのときのボールの加速度を x 成分と y 成分に分けて答えよ。
- 問 3 ボールを投げ出してから最初に斜面と衝突するまでの運動を考える。その間の時刻 t におけるボールの位置 x と y をそれぞれ求めよ。
- 問 4 最初にボールが斜面と衝突する時刻を求めよ。
- 問 5 最初に斜面と衝突する直前，および衝突した直後におけるボールの速度をそれぞれ， x 成分と y 成分に分けて求めよ。
- 問 6 N 回目に斜面と衝突する時刻を求めよ。

〔2〕 太陽の万有引力を受けて水星が運動することを考える。このとき、太陽と水星の大きさは共に、無視できるものとする。万有引力定数を G 、太陽の質量を M 、水星の質量を m として、以下の問いに答えよ。ただし、太陽は静止しているものとする。また、水星にはたらく力については、太陽の万有引力以外の力を無視する。

問 1 ある時刻 t_a において、太陽と水星との間の距離が r_a であった。この時刻において、水星が太陽から受ける万有引力の大きさ F_a 、および万有引力による水星の位置エネルギー U_a をそれぞれ、 G 、 M 、 m 、および r_a のうち、必要なものを用いて表せ。ただし、万有引力による位置エネルギーが 0 となる基準点を無限遠に選ぶものとする。

問 2 水星が太陽に最も近づく点 P_b を近日点、太陽から最も遠ざかる点 P_c を遠日点という。近日点 P_b と遠日点 P_c のそれぞれにおいて、太陽と水星との間の距離を r_b と r_c 、水星の速さを v_b と v_c とする。このとき、次のア～ウから正しいものを 1 つ選び、その記号を書け。また、それが正しい理由を簡潔に述べよ。

ア. $r_b v_b^2 < r_c v_c^2$ イ. $r_b v_b^2 = r_c v_c^2$ ウ. $r_b v_b^2 > r_c v_c^2$

問 3 問 1 の時刻 t_a において、水星の速さが v_a であった。 v_a^2 と v_b^2 との差、すなわち $v_a^2 - v_b^2$ を求め、これを G 、 M 、 m 、 r_a 、および r_b のうち、必要なものを用いて表せ。解答にあたっては、計算の過程も簡潔に示すこと。

問 4 v_a 、 v_b 、 v_c を小さい順に左から右へ並べよ。ただし、 r_a は r_b より大きく、 r_c より小さいものとする。

2 は次ページ

2

〔1〕 図1のような，起電力 V の直流電源，抵抗値がいずれも R の抵抗1と抵抗2，電気容量 C のコンデンサー，自己インダクタンス L のコイル，およびスイッチからなる電気回路がある。コイルの抵抗，導線の抵抗，および電源の内部抵抗は無視できるとする。はじめ，スイッチは開いており，コンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。円周率を π とし，以下の問いに答えよ。ただし，特に断りがなければ，計算の過程も簡潔に示すこと。

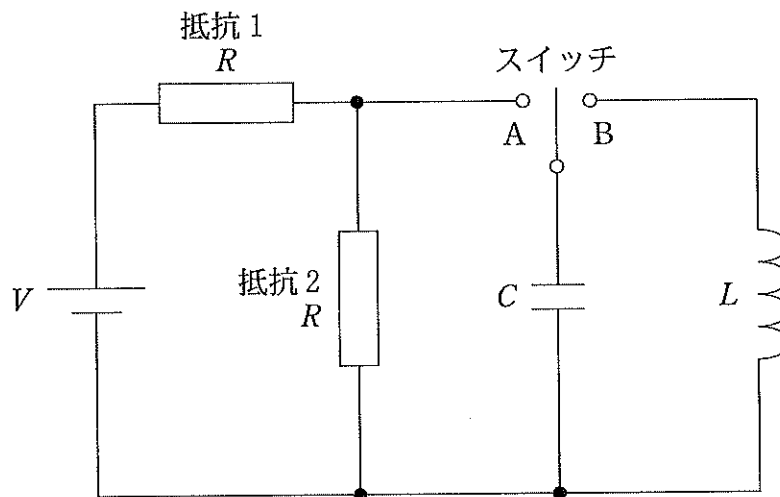


図1

- 問1 スイッチを図1中のA側へ閉じた。その直後に抵抗1を流れる電流の大きさを求めよ。
- 問2 スイッチをA側へ閉じた状態でしばらく時間が経つと，抵抗1を流れる電流が一定になった。このとき，抵抗1を流れる電流の大きさを求めよ。
- 問3 このとき，コンデンサーに蓄えられた電気量および静電エネルギーを求めよ。

問 4 次に、スイッチを図 1 中の B 側へ閉じた。すると、コイルに振動電流が流れ始めた。この振動電流の最大値および周期を求めよ。ただし周期は、計算の過程を書かなくてもよい。

問 5 振動電流が流れ始めて周期の 2 分の 1 の時間が経過し、コイルに流れる電流が 0 になった瞬間にスイッチを A 側へ閉じた。その直後に抵抗 1 を流れる電流の大きさを求めよ。

[2] 図2のように、真空中に半径 a の小さな円形コイル A が、無限に長い直線状の導線 B と同じ平面内に置かれている。コイルの中心 P と導線との距離を r とし、導線には、大きさ I の一定の電流を図の矢印の向きに流す。真空の透磁率を μ_0 として、以下の問いに答えよ。ただし、特に断りがなければ、計算の過程も簡潔に示すこと。

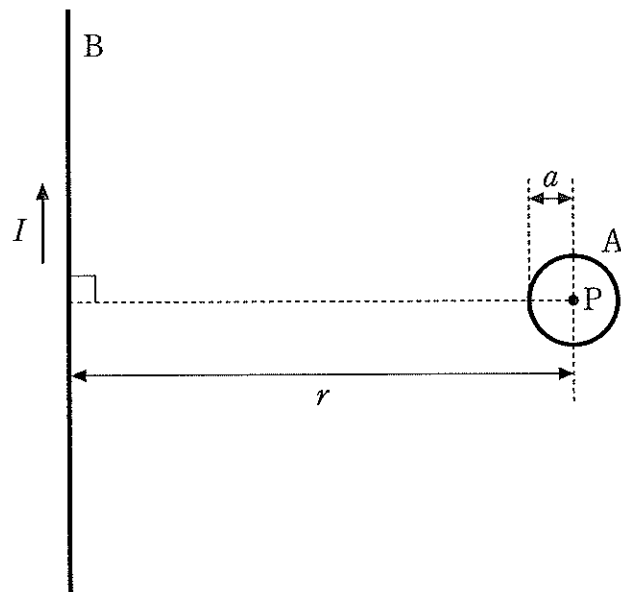


図 2

問 1 導線 B を流れる電流がつくる磁場の強さ H は、点 P において

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

で与えられる。この磁場は、図のコイルを紙面の表から見たときに、どの向きか、解答用紙の枠内に答えのみを書け。ただし、 π は円周率である。

問 2 コイルを貫く磁束を求めよ。ただし、コイルの半径 a は導線からの距離 r に比べて十分に小さく、コイルの内側では磁場の強さ H は一様と見なせるものとする。

次に、図3のように、コイルAを導線Bと同じ平面内で導線と直交する方向に、一定の速さ v で導線から遠ざける。コイルの抵抗を R として、以下の問いに答えよ。ただし、コイルを流れる電流が作る磁場の影響は無視できるものとする。

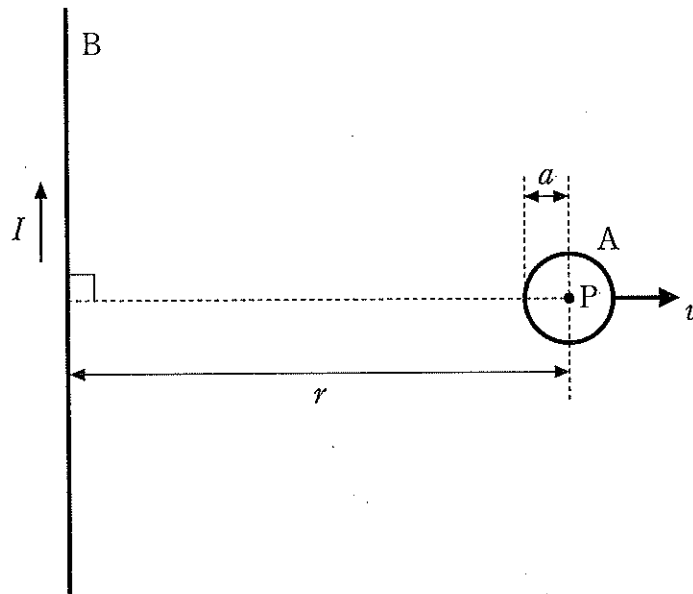


図3

問3 コイルに生じる誘導起電力の大きさが、

$$\frac{\mu_0 I a^2 v}{2 r^2}$$

となることを示せ。ここで、 Δt の大きさが十分に小さいとき、

$$\frac{1}{r + v\Delta t} = \frac{1}{r} - \frac{v\Delta t}{r^2}$$

が成り立つことを用いてよい。

問4 コイルを流れる誘導電流の大きさを求めよ。また、その向きは、図のコイルを紙面の表から見たときに、時計回りか、反時計回りか、解答用紙の枠内に答えのみを書け。

問5 問4で求めた誘導電流により、コイルにはジュール熱が発生する。このとき、誘導電流がした仕事の仕事率、すなわち、電力を求めよ。

問6 コイルを一定の速さ v で導線から遠ざけるためには、問5のジュール熱に相当する仕事をする外力を、コイルにはたらかせる必要がある。この外力の大きさを求めよ。

3

- 〔1〕 音源 S と観測者 O が同一直線上を移動している。この直線を x 軸にとり、音源の位置を x_s 、観測者の位置を x_o とすると、時刻 t と x_s および x_o の関係は、図 1 の実線および破線でそれぞれ表された。音源の振動数を 86.0 Hz、音速を 340 m/s として、以下の問いに答えよ。ただし、風は吹いていないものとする。解答にあたっては、計算の過程も簡潔に示すこと。

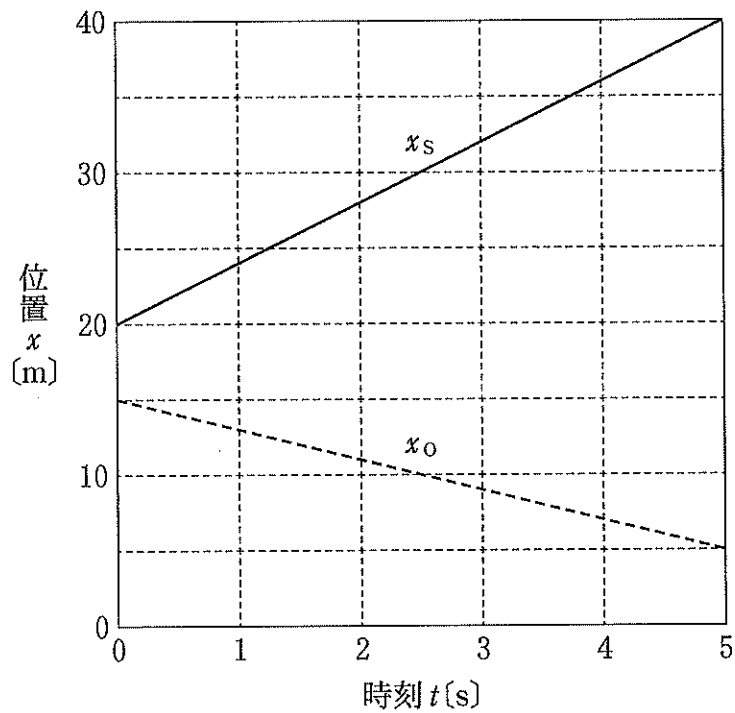


図 1

問 1 観測者 O が観測する振動数を求めよ。

次に、図 1 で表された移動する音源 S と観測者 O に加えて、 x 軸の原点 $x = 0$ に反射板 R を固定して置いた。

問 2 反射板 R で反射された音を、観測者 O が観測するとき、その振動数を求めよ。

問 3 観測者 O はうなりを観測した。時刻 $t = 0 \text{ s}$ から $t = 5 \text{ s}$ の 5 s 間に、観測者 O が観測するうなりの回数を求めよ。

- [2] 1モルの分子からなる理想気体の温度と圧力を、ゆっくり変化させた。このとき、温度を絶対温度で表すと、気体の温度 T と圧力 P の関係を表すグラフは、図2のようになった。この気体の内部エネルギー U は温度 T に対し、 $U = aT$ の比例関係を満たすことがわかっている。ここで a は、分子の種類で決まる正の定数である。気体定数を R として、以下の問いに答えよ。ただし、解答にあたっては、計算の過程を書かなくてもよい。

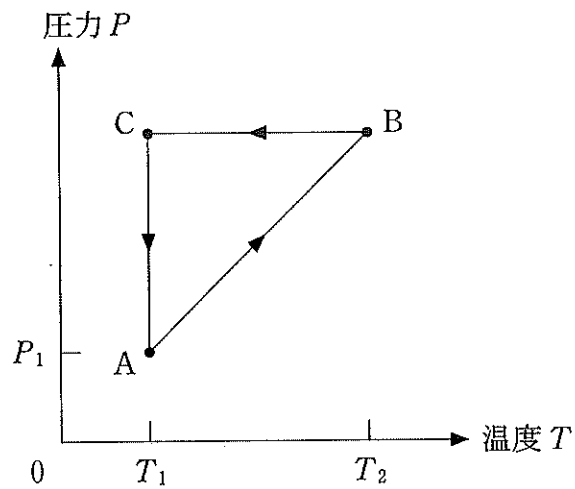


図2

問 1 最初、気体は温度 T_1 、圧力 P_1 の状態 A にあった。次に、外から熱を与えると、温度と圧力は比例関係を満たしながら図 2 の A→B のように変化し、温度 T_2 の状態 B になった。状態 B の圧力 P_B および体積 V_B をそれぞれ、 R 、 T_1 、 T_2 、 P_1 のうち、必要なものを用いて表せ。

問 2 状態 A から状態 B への変化について、気体が外に対してした仕事 W_{AB} 、および外から気体に与えた熱量 Q_{AB} をそれぞれ、 a 、 R 、 T_1 、 T_2 、 P_1 のうち、必要なものを用いて表せ。

問 3 次に、気体の圧力が一定のまま、温度は図 2 の B→C のように変化し、温度 T_1 、圧力 P_B の状態 C になった。状態 B から状態 C への変化について、気体が外に対してした仕事 W_{BC} 、および外から気体に与えた熱量 Q_{BC} をそれぞれ、 a 、 R 、 T_1 、 T_2 、 P_1 のうち、必要なものを用いて表せ。

問 4 最後に、気体の温度が一定のまま、圧力は図 2 の C→A のように変化し、温度 T_1 、圧力 P_1 の状態 A にもどった。気体の状態変化 A→B→C→A について、圧力 P と体積 V の関係をグラフに表せ。解答にあたっては、3 つの状態 A、B、C に対応する点をグラフに明記すること。