

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。

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。

1911
1912

1913
1914

1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030

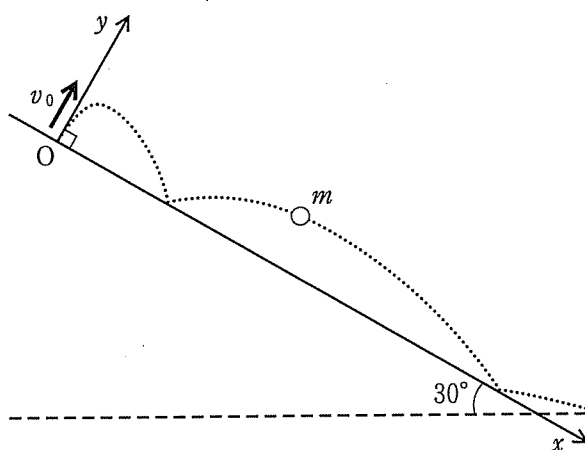


物 理

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。

この文は、非常に薄い文字で印刷されており、ほとんど読み取れません。内容は不明です。

この文は、非常に薄い文字で印刷されており、ほとんど読み取れません。内容は不明です。

この文は、非常に薄い文字で印刷されており、ほとんど読み取れません。内容は不明です。

この文は、非常に薄い文字で印刷されており、ほとんど読み取れません。内容は不明です。

この文は、非常に薄い文字で印刷されており、ほとんど読み取れません。内容は不明です。

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。

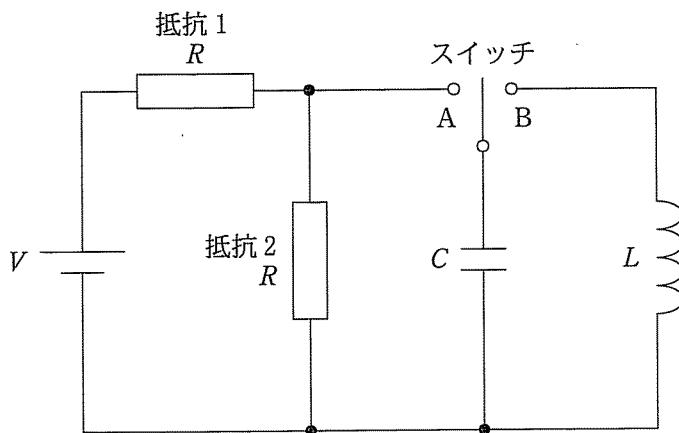


図1

- 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。

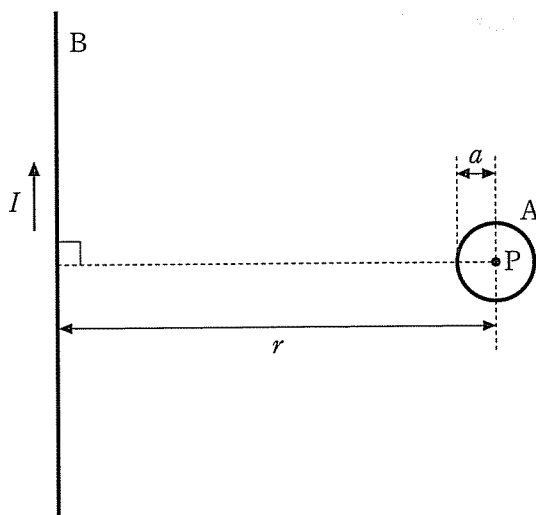


図 2

- 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。

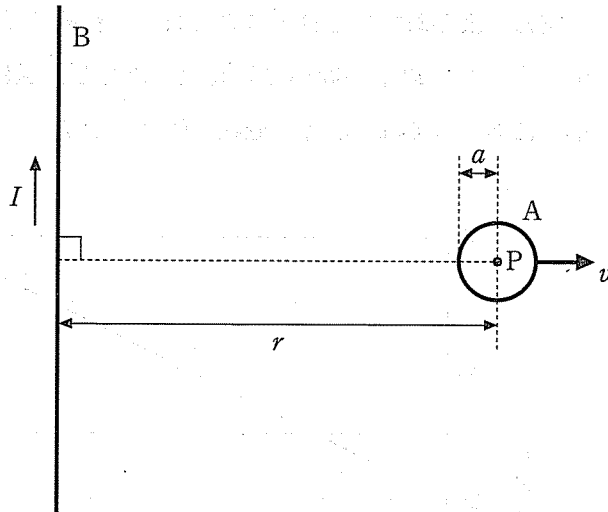


図3

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、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。

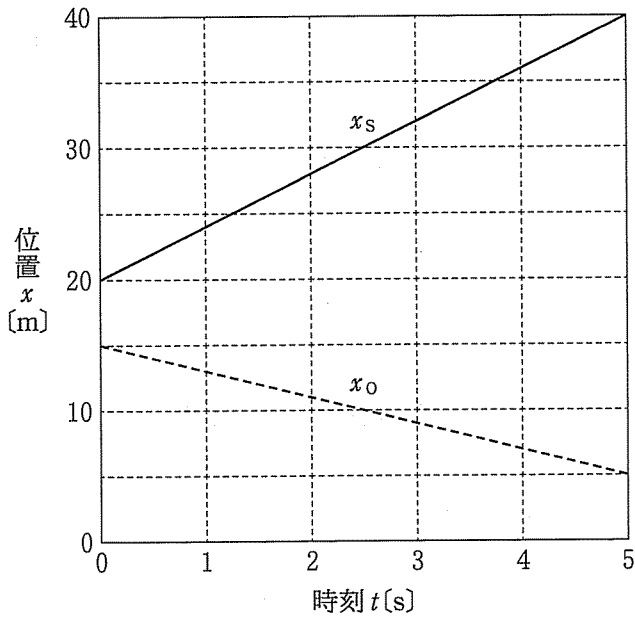


図 1

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。

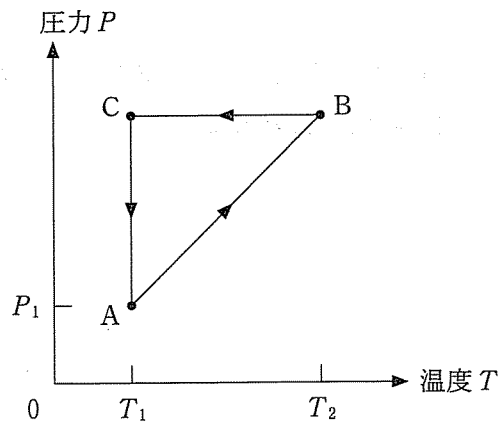


図2

- 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。

下 書 き 用 紙 (自由に使用してよい。持ち帰ること。)





