

平成 25 年度

新潟大学理学部推薦入学試験

物 理 学 科

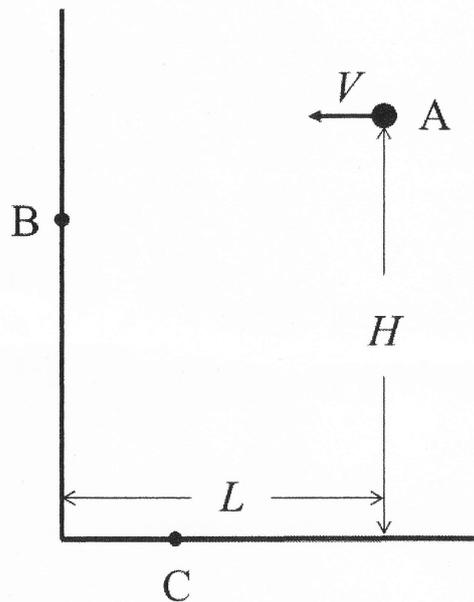
基礎学力試験問題

注 意 事 項

1. 開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 受験番号は、すべての解答用紙の受験番号欄に記入してください。
3. 印刷の不鮮明な箇所などがある場合は、申し出てください。
4. 解答時間は、120分です。途中で退席することはできません。
5. 問題冊子1部と解答用紙5枚が配布されています。
6. 問題は5問あります。5問すべて解答してください。
7. 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入してください。
8. 下書きは、問題冊子の余白を使用してください。
9. 問題冊子は、各自持ち帰ってください。

I.

図のように、水平な床と鉛直でなめらかな壁があり、壁から L だけ離れ床からの高さ H である A 点から、質量 m の小球を速さ V で壁面に垂直な向きに水平投射した。すると小球は B 点で壁に衝突して跳ね返り、その後、床上の C 点に落下した。壁に衝突したときの小球の反発係数を e 、重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。ただし、空気抵抗は無視する。



1. B 点の床からの高さを求めよ。
2. B 点で壁に衝突する直前の小球の速さを求めよ。
3. 壁から跳ね返った直後の小球の速さを求めよ。
4. 小球が壁に与えた力積の大きさを求めよ。
5. C 点に落下する直前の小球の運動エネルギーを求めよ。
6. C 点の壁からの距離を求めよ。

II.

長さ L の軽い糸の下端に質量 m の小さなおもりをつけた振り子がある。まず、水平で静止した天井に振り子を取り付け、鉛直な平面内でおもりを振動させた。重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。ただし、空気抵抗は無視する。

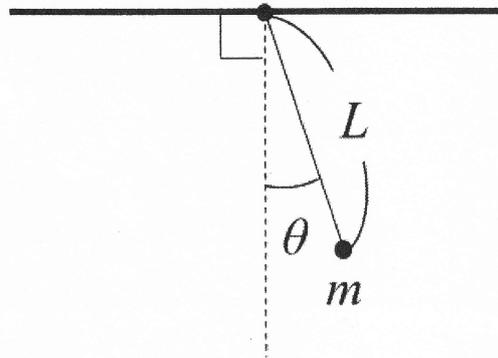


図 1

1. 図 1 のように糸と鉛直線のなす角が θ であるときの、糸の張力の大きさを求めよ。
2. 前問 1 と同じ状態でのおもりの加速度の大きさを求めよ。
3. 振り子の振幅が微小であるとして周期を求めよ。なお、微小角 θ に対しては $\sin \theta \approx \theta$ の近似が成立することをを用いてよい。

次に、同じ振り子を別の場所に取り付けた場合を考える。

4. 一定の大きさ a の加速度で直線運動している電車の天井に振り子を取り付け、同じ電車の中の人から見て電車の進行方向に対して前後に、おもりを微小振動させた。このときの振動周期を求めよ。
5. 図 2 のように水平面となす角が ϕ であるなめらかな斜面上に糸の上端を固定し、斜面に沿っておもりを微小振動させた。このときの振動周期を求めよ。

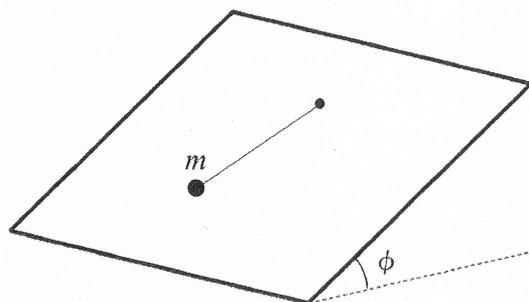


図 2

III.

1. 同じ抵抗値 R の抵抗を二つ使って回路を作る。以下の問いに答えよ。
 - a. 抵抗を並列につないだ回路に電圧 V を加えた。一つの抵抗に流れる電流はいくらか。
 - b. 抵抗を直列につないだ回路に電圧 V を加えた。一つの抵抗に流れる電流はいくらか。
 - c. 問 a の並列回路で消費される電力は問 b の直列回路で消費される電力の何倍か。

2. 図 1 のような磁石とコイルでできた発電機があり抵抗がつながっている。以下の問いに答えよ。
 - a. 図 1 の状態からコイルを 90° 回したときに電流が図 1 のように A から B に流れた。このときコイルは図の手前から見て、時計回り、反時計回りのどちらに回したか。
 - b. さらにコイルを同じ方向に一定の角速度で回し続けたところ、A から B への電流の時間変化が図 2 のようになった。コイルの一秒間あたりの回転数はいくらか。

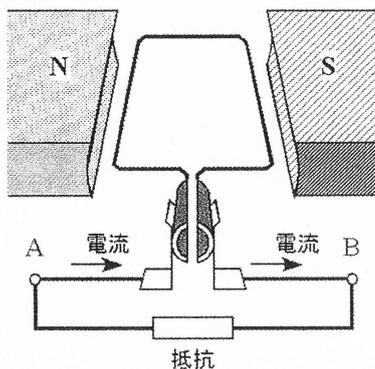


図1

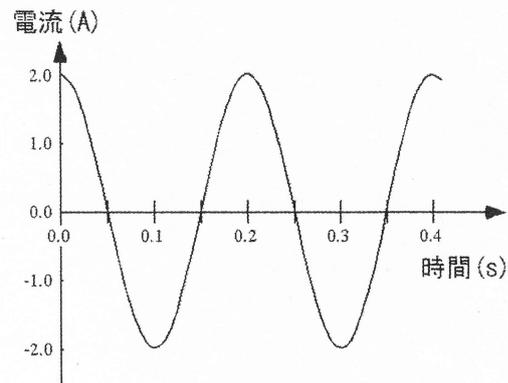
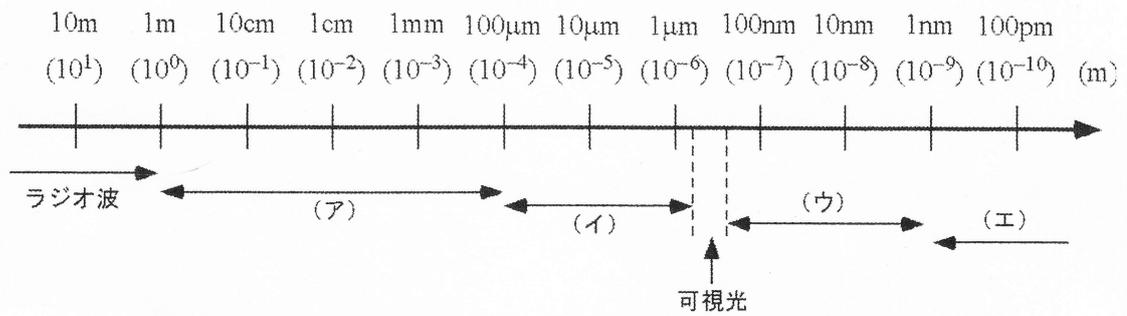


図2

3. 図3は電磁波の波長による分類を示したものである。図中の(ア)~(エ)に入る最も適切な語句を語句リストから選び、解答用紙に書け。

語句リスト

X線, 疎密波, 紫外線, 短波, マイクロ波, レーザー光, 赤外線, 白色光



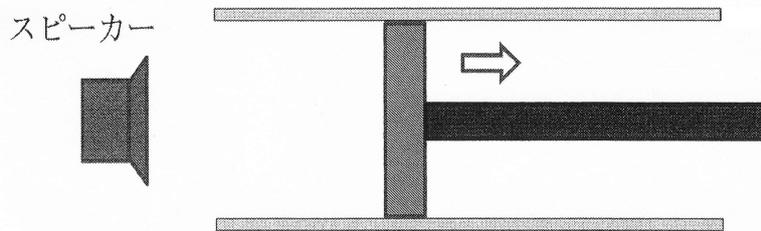
電磁波の波長による分類

図3

4. 波長が 600 nm の可視光の振動数はいくらか。光速を 3.0×10^8 m/s として計算せよ。

IV.

1. 図のように、長いガラス管の中に柄のついたピストンを入れて閉管にし、管口には音波発生器に接続したスピーカーを置いた。音速を 340 m/s とし以下の問いに答えよ。
- スピーカーからある周波数の音を出し、閉管の長さを 51 cm としたときに気柱が共鳴した。この状態から、音の周波数を一定に保ったままピストンをゆっくり引いていったところ、閉管の長さが 85 cm のときに気柱が再び共鳴した。スピーカーから出ている音の周波数を求めよ。
 - 問 a において、閉管の長さが 85 cm のとき、気柱の密度変化のもっとも大きな場所をすべてあげよ。
 - 閉管の長さを 85 cm に保ち、音の周波数を問 a の状態からしだいに上げていったところ、再び共鳴が起こった。このときの周波数を求めよ。



2. 1 cm 当たりに 1000 本の溝が引かれた回折格子に光をあて、回折格子に平行に 3.0 m 離れて置かれたスクリーン上にできた干渉縞を観測した。このとき以下の問いに答えよ。
- ある波長の単色光をあてたとき、中央の明線とそれに最も近い明線との間隔は 0.21 m であった。この光の波長はいくらか。
 - 白色光を当てるとスクリーン上にいくつかの連続スペクトルが見えた。連続スペクトルの中で、中央の明線に近いほうの色は何色か。
 - 問 b において、中央の明線に最も近い連続スペクトルの幅はいくらか。ただし、可視光の波長を $3.9 \times 10^{-7} \sim 7.8 \times 10^{-7} \text{ m}$ とする。

V.

1. ピストンのついたシリンダー内に理想気体が閉じ込められ、絶対温度 T 、体積 V 、圧力 p の状態に保たれている。この状態を状態 A とする。以下の問いに答えよ。
 - a. 状態 A より、温度を一定に保ったままピストンを操作し、体積が $2V$ となった。この状態を状態 B とする。状態 B の圧力を答えよ。
 - b. 状態 B より、圧力を一定に保ちながら体積を V に戻した。この状態を状態 C とする。状態 C の温度を答えよ。
 - c. 状態 C より、ピストンを固定したまま気体と熱のやり取りをおこない、気体の状態を状態 A に戻した。気体の熱容量を c とすると、この間に気体がどれだけ熱を放熱もしくは吸熱したのか答えよ。
 - d. 気体が状態 A \rightarrow 状態 B \rightarrow 状態 C \rightarrow 状態 A と変化する様子を、縦軸を絶対温度、横軸を体積にとったグラフに表せ。なお、座標軸の目盛等は自分で設定すること。

2. 熱容量が 35 J/K の容器に液体が 100 g 入っており、全体の温度が 21°C であった。比熱が $0.88 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ の金属の塊 50 g を 50°C に温めた状態で液体中に入れ、十分な時間経過したのち温度を測定すると 25°C となった。外部との熱の出入りはないとし、以下の問いに答えよ。
 - a. 金属が液体に与えた熱量はいくらか答えよ。
 - b. この液体の比熱を求めよ。

3. ポンプのモーターに 100 V の電圧を加えると 10 A の電流が流れた。モーターの消費した電力量の 60% がポンプの仕事に変換されるとする。
 - a. このポンプにより水を 10 m 高いビルの屋上に汲み上げるとき、 10 分間で何 kg の水を汲み上げられるか答えよ。ただし、重力加速度を 9.8 m/s^2 とする。
 - b. モーターによりポンプの仕事に変換されなかった 40% 分の消費電力はどのようなことになるか述べよ。