

平成 26 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

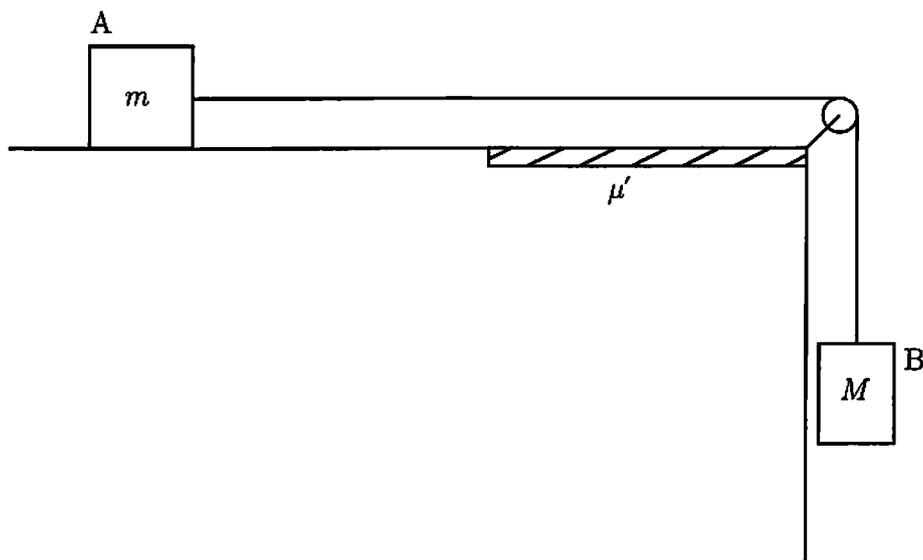
注 意 事 項

1. 開始の合図があるまでこの冊子を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. 問題は全部で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、質量 m の小物体 A と質量 M の小物体 B が軽くて伸びないひもにつながれており、小物体 A は水平な床面に置かれ、小物体 B は滑車を介してぶらさがっている。小物体 A は、はじめ摩擦のない床面に置かれているが、ひもに引っ張られることで動摩擦係数 μ' の床面へと移動する。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、小物体 A, B の大きさおよび滑車とひもの間の摩擦力は無視することができ、動摩擦係数 μ' は速さによらず一定であるとする。

1. 摩擦のない床面を移動するときの、小物体 B にかかるひもの張力の大きさを T 、小物体 B の加速度の大きさを a とする。小物体 A の水平方向の運動方程式および小物体 B の鉛直方向の運動方程式を書け。
2. T と a を m , M , g を用いて表せ。
3. 摩擦のない床面を小物体 A が静止した状態から l だけ移動した。このときの小物体 A の速さを力学的エネルギー保存則を用いて求めよ。
4. 摩擦のある床面に進入してから L だけ進んだときに小物体 A は床面において静止した。この間に摩擦のした仕事を μ' を用いて表せ。
5. 摩擦のある床面に入ったときの小物体 A の速さを v としたとき、 μ' を求めよ。



II.

図1のように、天井に長さ l の軽くて伸びないひもをぶらさげて、反対側に質量 m のおもりをつけた。このおもりを水平面内で等速円運動させた。鉛直方向からのひもの傾きを θ 、重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。

1. 等速円運動の角速度が ω_0 であったとき、この円運動の向心力の大きさを ω_0 を用いて表せ。
2. ひもの張力を ω_0 を用いて表せ。

次に、図2のように、このおもりのついたひもの端点を、円錐形の台の頂点に固定した。この台の円錐面は鉛直方向に対して、 θ だけ傾いている。円錐面の摩擦、おもりの大きさは無視する。

3. おもりが円錐面上を角速度 ω で等速円運動しているときの、ひもの張力を T 、円錐面からうける垂直抗力を N とする。おもりから見た場合の力の釣り合いの式を鉛直方向と水平方向について求めよ。
4. 垂直抗力の大きさがゼロとなる等速円運動の角速度を求めよ。

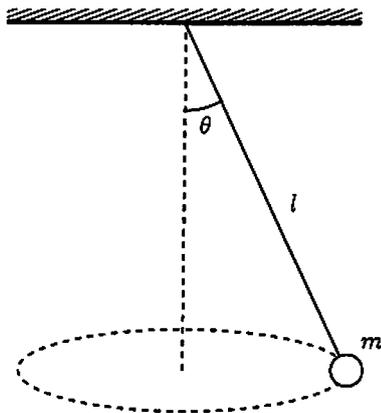


図1

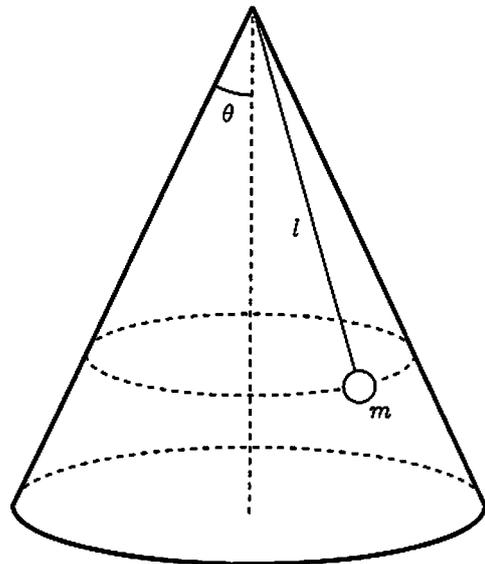


図2

III.

図1に示すように、抵抗値 R [Ω], 断面積 S [m^2], 長さ L [m] で太さが一律な抵抗線を4本用意し, A, B, C, D点で正方形に接続した。以下の問いに答えよ。

1. この抵抗線の抵抗率を求めよ。
2. AC間の合成抵抗を求めよ。
3. A点およびB点に電極をつなぎA点からB点に電流 I [A] を流した。AB間に生じる電位差を求めよ。

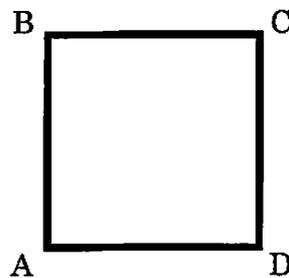


図1

次に, 図2に示すように, $AX : XB = DY : YC = 1 : 3$ となる点XおよびYに電極をつなぎX点からY点に電流 I [A] を流した。

4. XY間に生じる電位差を求めよ。
5. AD間の抵抗線を同じ材質で断面積が2倍の抵抗線に交換した。交換する前と後でこの抵抗線全体の単位時間当たりの消費電力は何倍になったか求めよ。

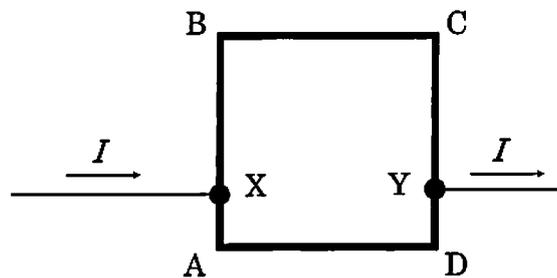
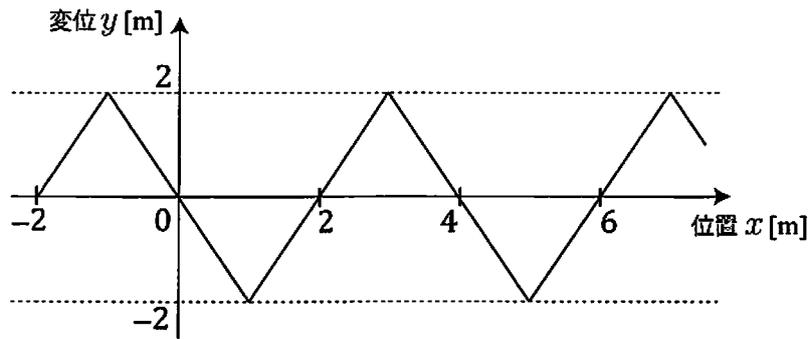


図2

IV.

1. 下図は、 x 軸の正の向きに進む波の時刻 $t = 0$ における波形である。この波の周期が 2 秒であるとき、以下の問いに答えよ。



- a. この波の波長を書け。
 - b. この波の振動数と速さを求めよ。
 - c. 時刻 $t = \frac{5}{4}$ 秒における位置 $x = 6$ m での波の変位を求めよ。
2. 緊急自動車が、時速 36 km の一定の速さで走りながら、振動数 700 Hz のサイレンを鳴らして通過した。緊急自動車がまっすぐ遠ざかるときに聞こえる音の振動数が何 Hz か求めよ。ただし、音速を秒速 340 m とする。
3. 焦点距離 16 cm の凸レンズを考える。レンズの前方 20 cm の位置に置いた物体から出る光を、レンズを通してスクリーンに当てる。スクリーンの位置を調節すると物体の像が映し出された。このとき、以下の問いに答えよ。
- a. レンズからスクリーンまでの距離を求めよ。
 - b. 物体の像の倍率を求めよ。

V.

1. 質量 0.60 kg , 温度 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ の水が容器に入っている。その中に電気抵抗 8.0Ω のニクロム線を入れて, 100 V の電圧をかけたところ, 大気圧中において 3.0 分後に水が沸騰し始めた。このとき, ニクロム線で発生した熱の何 % が水に与えられたか求めよ。ただし, 水の比熱は $4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ とする。

2. 質量 M_A の金属球 A, および質量 M_B の金属球 B がある。金属球 A, B の比熱はそれぞれ c_A および c_B である。水の比熱を c として, 以下の問いに答えよ。ただし, 外部との熱の出入りはないものとする。
 - a. 金属球 A, B の熱容量をそれぞれ求めよ。
 - b. 熱容量 C の容器に質量 m の水が入っている。この容器に金属球 B を入れ, 十分時間が経ってからの温度は T_0 であった。金属球 A を温度 T_A まで熱し, 金属球 B の入った容器中に静かに入れた。十分時間が経ったときの水温を求めよ。

3. 水深 40 m の水中にある気泡がゆっくりと水面に浮上してきた。このとき気泡の体積は何倍になるか求めよ。ただし, 水圧は 10 m 深くなるにつれて 1 気圧ずつ増えるものとし, 水温の変化, 気泡に含まれる水蒸気は無視できるものとする。また水面での圧力は, 海拔 0 m の地表付近の大気圧と同じであるとする。