

名古屋市立大学

平成 25 年度・入学試験問題

理 科 (前)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は 40 ページあります。
3. 試験開始後、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所があったら申し出なさい。
4. 解答はすべて解答用紙に、それぞれの問題の指示にしたがって記入しなさい。
5. この冊子のどのページも切り離してはいけません。ただし、余白等は適宜利用してかまいません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。
7. 受験科目選択上の注意(重要)

「物理」、 「化学」、 「生物」のうち 2 科目を選択して解答しなさい。

選択しなかった科目の解答用紙は試験開始後、90 分で回収します。それ以後は選択の変更は認めません。

全科目の解答用紙 4 枚ともに受験番号を記入しなさい。

平成25年度個別学力検査

医学部 前期日程
理科 問題

名古屋市立大学 学生課 052-853-8020

許可なしに転載、複製
することを禁じます。

理 科 問 題

物 理	問題 1	3 ページ
	〃 2	5 〃
	〃 3	7 〃
	〃 4	11 〃

化 学	問題 1	15 ページ
	〃 2	17 〃
	〃 3	21 〃
	〃 4	23 〃

生 物	問題 1	27 ページ
	〃 2	31 〃
	〃 3	35 〃
	〃 4	37 〃

解 答 用 紙

理科	物理解答用紙	1 枚
理科	化学解答用紙	1 枚
理科	生物解答用紙	2 枚

問 題 訂 正

科 目 名 : 理科(前) 物理

<訂正> 物理問題2 5ページ 7行目

(誤)

・・・内部エネルギーの符号は, ・・・

(正)

・・・内部エネルギーの変化の符号は, ・・・

物 理

物理問題 1

図のように、質量 m の物体 A と高さ h の斜面がある。以下の条件で物体 A に関する問いに答えよ。なお斜面は地面に固定されていて、重力加速度を g とし、 y 軸を地面に対して垂直方向、 x 軸を地面と平行方向とする。

まず、斜面の傾きは θ ($0 < \theta < 90^\circ$) で、物体 A と斜面の間の摩擦力は無視できるものとして、次の問いに答えよ。

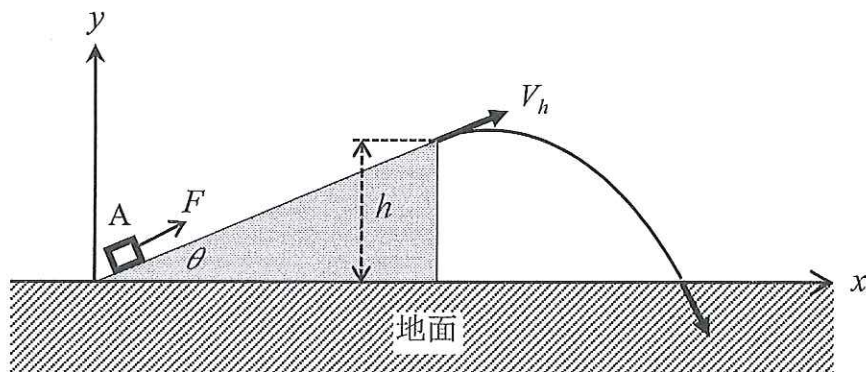
- (1) 物体 A を斜面に静かに置き、斜面に沿って上向きに力 F を加えたところ、力を加えた方向に物体 A が動き出した。斜面に沿って距離 ℓ だけ滑り上がるのに要する時間を必要な記号を使って答えよ。

次に、物体 A の質量 $m = 10.0 \text{ kg}$ 、初速度 $V_0 = 0.00 \text{ m/s}$ 、斜面 $\theta = 30.0^\circ$ 、物体 A と斜面との間の動摩擦係数 $\mu' = \frac{1}{\sqrt{3}}$ 、重力加速度 $g = 10.0 \text{ m/s}^2$ として以下の問いに答えよ。

- (2) 静止している物体 A に、 $1.10 \times 10^2 \text{ N}$ の力 F を斜面に沿って上向きに作用させたところ、力を加えた方向に動き出した。この力 F を 1.00 秒間加えた直後の、物体 A の斜面に対する速さを有効数字 2 桁で答えよ。
- (3) 物体 A に加える力 F は(2)で加えた 1.00 秒間だけでその後取り除くと、物体 A は減速し斜面の外に飛び出すことなくやがて静止した。その場所を最高点とする。この力 F を取り除いた時から最高点に達するまでの時間を有効数字 2 桁で答えよ。
- (4) 静止した物体 A が斜面から受ける摩擦力は、静止摩擦係数 μ を含む関係式で計算できる。この物体 A が最高点で静止し、そのまま斜面に留まるために必要な係数比 $\frac{\mu'}{\mu}$ の最大値を有効数字 2 桁で答えよ。

改めて、物体 A の質量 m ，斜面の傾き θ ($0 < \theta < 90^\circ$)，高さ h ，重力加速度 g として、

- (5) 物体 A に十分に大きな力 F を加えたところ、斜面から速度 V_h で飛び出した。
物体 A が斜面から飛び出した後は重力以外の外力は無視できるものとして、物体 A が地面に到達した時の速度の x 成分、 y 成分をそれぞれ必要な記号を使って答えよ。



図

物理問題 2

容積が共に V である 2 つの断熱容器 (容器 1, 2) が, 図 1 のようにバルブのついた細い断熱管でつながっている。容器内の気体は, バルブが開いている間, 細い断熱管を通して 2 つの容器間をゆっくりと移動できる。ここで扱う気体は, 理想気体の状態方程式に従い, 1 モルあたりの定積比熱が C_V であるとする。気体定数は R とする。細い断熱管の容積は無視してよく, 気体が細い断熱管を通ることによる気体の温度の変化は無いものとする。気体がされる仕事の符号は正に, 気体がする仕事の符号は負にとる。気体の内部エネルギーの符号は, 増加する場合を正に, 減少する場合を負にとる。以下の問いに答えよ。

図 1 のように, 容器 1 に圧力 p , 温度 T の気体を封入し, 容器 2 を真空にした。

- (1) バルブを開けると容器 1 の気体は断熱管を通して容器 2 にゆっくり移動していく。平衡に達した状態での容器 1 中の気体の圧力 p_a , モル数 n_a はどのようなになるか, ここまでに出てきた記号のうち必要な記号を用いて示せ。
- (2) (1) の過程の前後で, 気体全体の内部エネルギーは変化するか, しないか, 正しい方を示せ。
- (3) (1) の過程で, 気体は仕事をするか, しないか, 正しい方を示せ。

図 2 のように, 容器 1 の左端に, 熱が自由に出入り可能で, 容器との摩擦が無いピストンを取り付けた。ピストンの外側の圧力は p_1 で一定である。容器 1 に, 圧力 p_1 , 体積 V , 温度 T_1 の気体を封入し, 容器 2 は真空にした。

- (4) バルブを閉めたまま, 容器 1 内の気体の圧力が一定の条件で, ピストンの外側の温度を T_1 からある温度まで徐々に低くしていくと, ピストンがゆっくり移動し容器 1 内の気体の体積が減少する。平衡に達した後の容器 1 内の気体の体積を V_b とする。このとき, 気体がされた仕事と気体の内部エネルギーの変化はそれぞれどのようなになるか, ここまでに出てきた記号のうち必要な記号を用いて示せ。

- (5) (4)の操作の代わりに、容器1内の気体の圧力と温度が一定の条件で、図2の状態からバルブを開けると、ピストンがゆっくり移動する。平衡に達するまでの、気体がされた仕事と気体の内部エネルギーの変化はそれぞれどのようなになるか、ここまですてきた記号のうち必要な記号を用いて示せ。

図3のように、容器1の左端のピストンを、断熱性で、容器との摩擦が無いピストンに変更した。操作前の容器内の気体の状態は(4)、(5)の場合と同一とする。

- (6) バルブを閉めたままピストンの外側の圧力を p_1 から増加すると、ピストンが移動し、容器1内の気体が圧縮される。圧縮後の気体の温度を T_c とする。このとき、気体がされた仕事はどのようなになるか、ここまですてきた記号のうち必要な記号を用いて示せ。
- (7) (6)の操作の代わりに、図3の状態からバルブを開けると、ピストンがゆっくり移動する。この間、容器1内の気体の圧力は一定とする。平衡に達した後の気体の温度はどのようなになるか、ここまですてきた記号のうち必要な記号を用いて示せ。



図1

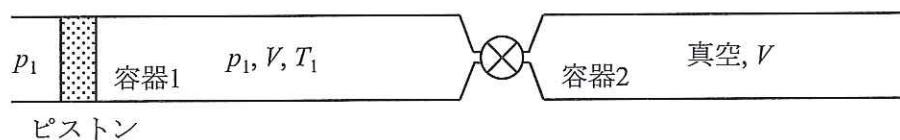


図2

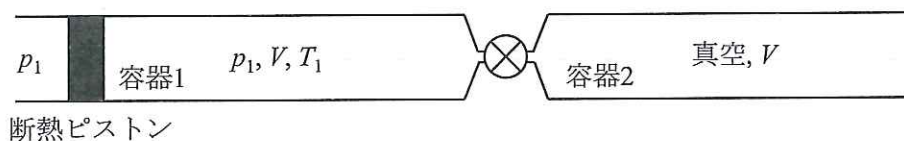


図3

物理問題 3

水深 h の水を伝わる水面波の速さは、水深に比べて水面波の波長が長い(浅水波の場合)には、 $\sqrt{gh}$ となることが知られている(g は重力加速度)。また、波面の平行な水面波の運ぶエネルギーは、波の速さの 1 乗および振幅の 2 乗に比例することでも知られている。ここで扱う水面波は浅水波であるとして、以下の設問に答えよ。

図 1 のように、水深 h_1 の領域 I から水深 h_2 の領域 II に、波面の平行な振幅 a の水面波が境界面に垂直に入射する場合を考える。ここでは、 $h_1 > h_2$ とする。

- (1) 水深 h_1 の領域 I で振動数 f の水面波の波長を求めよ。
- (2) 領域 II との境界面で反射によるエネルギー損失が無視できるとして、領域 II での水面波の速さと振幅の大きさを求めよ。

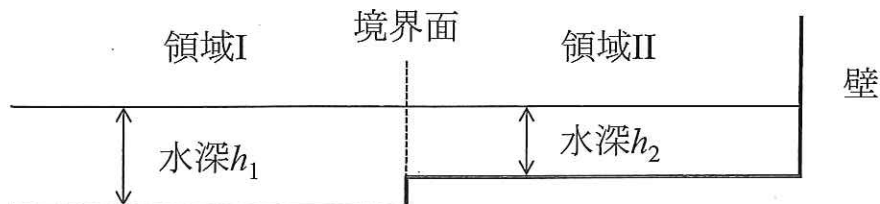


図 1 (側面図)

図2のように、水深 h_A の領域Aから水深 h_B の領域Bに波面の平行な水面波が境界面に斜めに入射する場合を考える。ここで、境界面と壁は平行である。

- (3) 領域Aから境界面に対して入射角 θ_A で領域Bに入射したときの水面波の屈折角を θ_B とする。 $\sin \theta_B$ を求めよ。
- (4) 領域Bに入射した水面波は壁で反射され境界面を通して再び領域Aに出射した。このときの境界面の法線方向に対する水面波の屈折角を θ_1 とする。 $\sin \theta_1$ を求めよ。
- (5) 入射角 θ_A をある値より大きくすると、水面波は境界面を越えて領域Bに入射することができなくなった。このときの θ_A の値を θ_2 とするとき、 $\sin \theta_2$ を求めよ。また、 h_A と h_B の大小関係を不等号により示せ。

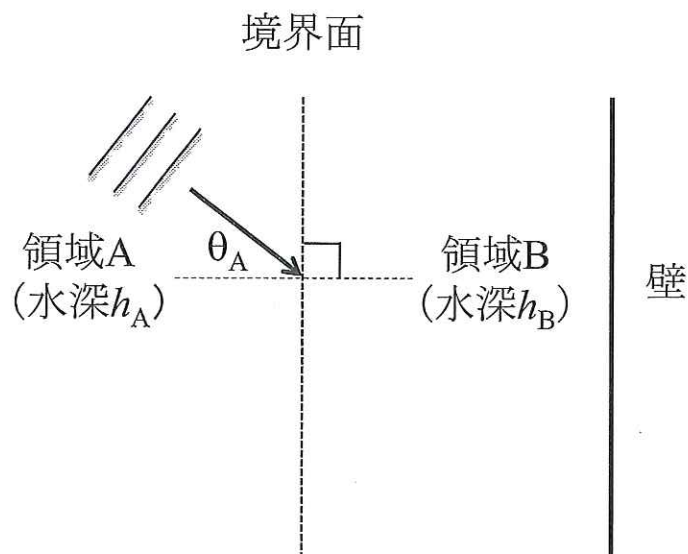


図2 (平面図)

図3のように3つの領域A, B, Cの水深をそれぞれ h_A , h_B , h_C とする場合について考える。ここで、領域Bに接する境界面は壁と平行である。

- (6) 入射角 θ_A で領域Aから領域Bに入射した波面の平行な水面波が壁で反射された後に領域Cに出射した。このときの境界面の法線方向に対する屈折角を θ_C とする。 $\sin \theta_C$ を求めよ。解答に θ_B の記号を用いてはならない。
- (7) 入射角 θ_A をある値より大きくすると、領域Aから領域Bに入射した水面波は壁で反射された後にBとCの境界面に達したが、領域Cに出射できなくなった。このときの θ_A の値を θ_3 とすると、 $\sin \theta_3$ を求めよ。また、 h_A と h_C の大小関係と h_B と h_C の大小関係を不等号により示せ。

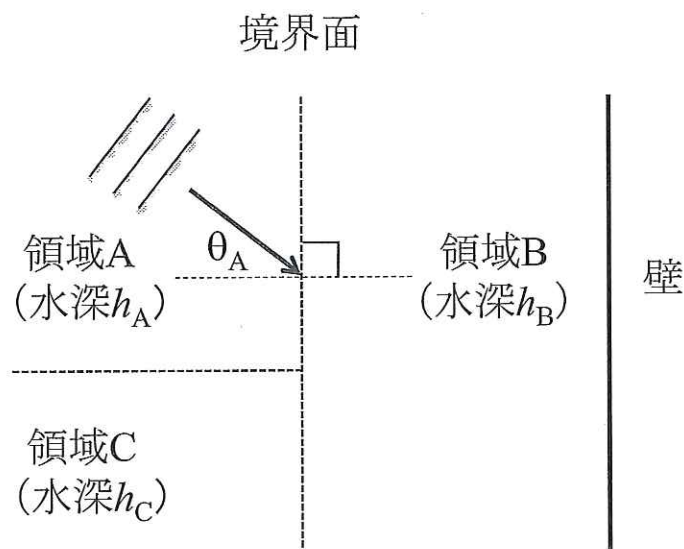


図3 (平面図)

草 稿 用 紙

物理問題 4

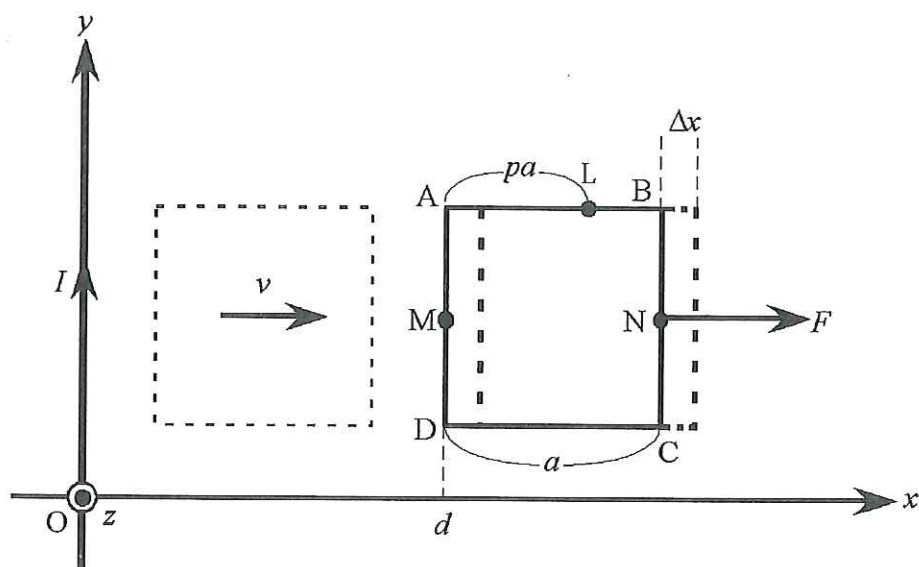
図の示すように、 y 軸上に固定され、正方向に一定の電流 I が流れている細くて長い導線があり、 xy 平面内には一辺の長さ a の正方形をした一巻きのコイルがある。 z 軸は紙面に垂直、手前向きである。コイルは細くて軽く丈夫な導線で構成され、単位長さあたり λ の電気抵抗をもっている。コイルの正方形の頂点を A, B, C, D とすると、最初、辺 AB 及び CD が x 軸に平行に、辺 BC 及び DA が y 軸に平行になって静止していた。 A から B の方向に pa ($0 < p < 1$) だけ移動した点を L 、 A と D の中点を M 、 B と C の中点を N とする。 N に x 軸の正方向の力を加えると、コイルは xy 平面内で、辺 AB 及び CD が x 軸に平行を保ったまま運動を始めた。コイルが一定の速さ v を保つように力の大きさ F を調節する。辺 DA が $x = d$ を通過した瞬間を $t = 0$ とし、 $t = \Delta t$ までの短い時間の現象について、以下の問いに答えよ。 Δt は短いので、その間にコイルの移動した距離 $\Delta x = v\Delta t$ は a よりも十分小さいとしてよい。導線とコイルは真空中にあり、真空の透磁率は μ_0 とする。

- (1) $t = 0$ において点 M に、 y 軸上の電流 I が作る磁界の xyz 方向の各成分を求めよ。
- (2) $t = \Delta t$ では、 $t = 0$ と比較すると、コイルを貫く磁束はいくら増加するか。符号を含めて答えよ。
- (3) $0 \leq t \leq \Delta t$ でコイルに発生する誘導起電力を求めよ。
- (4) コイルの AD 部分に流れる電流の強さ i と向き ($A \rightarrow D$ か $D \rightarrow A$) を求めよ。

以降の解答には i を用いてもよい。

- (5) コイルの AD 部分に働く、 y 軸上の電流 I が作る磁界からの力の xyz 方向の各成分を求めよ。
- (6) コイルの辺 AB の点 L 付近の短い部分 Δl に、 y 軸上の電流 I が作る磁界が及ぼす力の xyz 方向の各成分を求めよ。

- (7) (6)の結果を用いると、コイルの AB 部分と CD 部分について、 y 軸上の電流 I が作る磁界が及ぼす力と、力のモーメントは完全に打ち消し合うことが証明できる。できるだけ詳しく記せ。
- (8) コイルに加えている力の大きさ F を求めよ。
- (9) $0 \leq t \leq \Delta t$ の間にコイルに発生する総熱量を求めよ。 F を用いて答えてもよい。
- (10) y 軸上の長い導線に働く力の xyz 方向の各成分を求めよ。



図

草 稿 用 紙

草 稿 用 紙