

物 理

注意事項

1. 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の指示があったら、すぐに「試験問題並びに答案用紙」の種類と枚数が以下のとおりであることを確認し、受験番号をすべての用紙に記入して下さい。
(物理その1)～(物理その4) 各1枚 計4枚
3. 「試験問題並びに答案用紙」の枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせて下さい。
4. 問題の中で、(計算など)とあるところは計算、式、考え方など答えを導くのに必要なことを必ず書いて下さい。
5. 「試験問題並びに答案用紙」の裏面を草案として使用しても構いませんが、採点対象とはしません。
6. 試験終了後、「試験問題並びに答案用紙」は、科目ごとにすべて回収します。上から(物理その1)、(物理その2)、(物理その3)、(物理その4)の順に、おもて面を上にして、ひろげた状態で用紙の上下を揃えて4枚重ねて下さい。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意して下さい。
7. すべての確認作業が終了するまで着席して下さい。

山梨大学 平成 24 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理その 1)

問題 1 断面積 $S[\text{m}^2]$, 高さ $H[\text{m}]$ の直方体の物体を密度 $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$ の水に浮かべたら図 1 のように深さ $a[\text{m}]$ で静止した。重力加速度の大きさを $g[\text{m}/\text{s}^2]$, 直方体の物体の密度は一樣とする。以下の問いでは, 運動は鉛直方向のみに考えるものとする。

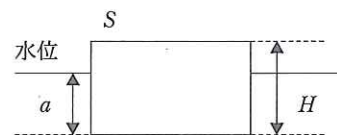


図 1

(1) 直方体の物体の密度 $\rho_1[\text{kg}/\text{m}^3]$ を求めよ。

(計算など)

答 _____

(2) 直方体の物体を少し鉛直方向に押しして手を離すと, 物体は振動を始めた。このときの物体の振動周期 $T_1[\text{s}]$ を求めよ。

(計算など)

答 _____

(3) 図 2 に示すように, 質量 $m[\text{kg}]$ の粘土を, 静止している直方体の物体の上方 $h[\text{m}]$ の高さから静かに物体の上面の中心に落下させた。衝突後, 粘土は物体と一体となって振動した。ただし, 物体の上面はつねに水面以上にあるものとする。

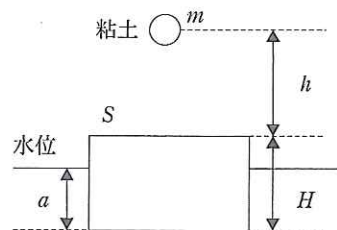


図 2

(ア) 直方体の物体と粘土が一体となったときの振動周期 $T_2[\text{s}]$ を求めよ。

(計算など)

答 _____

(イ) 衝突によって失われる力学的エネルギー $[J]$ を求めよ。

(計算など)

答 _____

受験番号	小計

平成 24 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理その 2)

問題 2 図 1 のように、水平面に電気抵抗を無視できる十分に長い 2 本の導線が間隔 L [m] で平行に並んでおり、一端 E, F には抵抗値 R [Ω] の抵抗が接続されている。この 2 本の導線の上に、質量 m [kg] で電気抵抗を無視できる長さ L [m] の導体棒 GH を 2 本の導線に垂直になるように置く。鉛直上向きには磁束密度 B [T] の一様な磁場が加えられているとする。

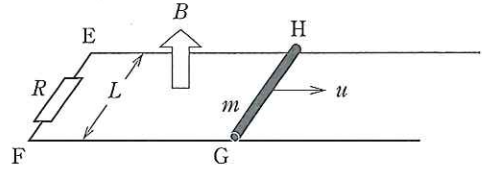


図 1

(1) 磁場と GH に垂直な方向に速さ u [m/s] で運動させる場合について、以下のかっこに適当な記号または式を入れよ。ただし、電子の電荷を $-e$ [C] とする。

導体棒内の自由電子は導体棒とともに速さ u [m/s] で運動するため、導体棒の中で磁場から①(\rightarrow)の向きに大きさ(②) [N] のローレンツ力を受ける。このとき、導体棒 GH 内には誘導電場 E [V/m] が発生し、自由電子はこの電場から(③) [N] の力を受ける。この電気力とローレンツ力との合力が 0 となると、定常電流が発生し、導体棒の中を④(\rightarrow)の向きに誘導電流が流れる。また、(②) = (③) より、導体棒 GH 内にできる誘導電場の強さは(⑤) [V/m] と表され、導体棒の両端で(⑥) [V] の電位差を生じる。

①(\rightarrow) ②() ③() ④(\rightarrow) ⑤() ⑥()

(2) 今度は図 2 のように静止した質量 m [kg] で電気抵抗を無視できる長さ L [m] の導体棒 GH の中点に糸の一端をつなぎ、糸が 2 本の導線に平行になるように定滑車を通した。この糸の他端に質量 M [kg] のおもりをつるし、静かに手を離した。導体棒 GH の右向きの速さが u [m/s] のとき、導体棒 GH に生じる加速度の大きさ a [m/s²] を求めよ。ただし、導体棒 GH は 2 本の導線に接して運動できるが、つねにこれらの導線に垂直である。また、導体棒と 2 本の導線との間の摩擦、糸と定滑車との摩擦及び導体棒の空気抵抗は無視でき、重力加速度の大きさは g [m/s²] とする。

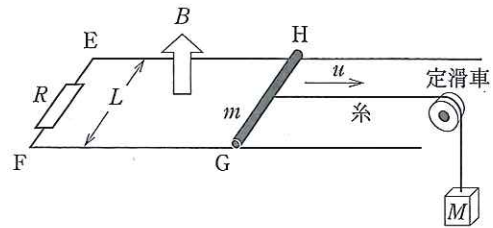


図 2

(計算など)

答

(3) 次に図 3 のように 2 本の導線を水平から θ [rad] だけ傾けて固定し、磁束密度 B [T] の一様な磁場が斜面に垂直上向きに加えられているとする。ここで、質量 m [kg] の導体棒を 2 本の導線に垂直になるように置いて手をはなすと、導体棒は EF と平行を保ちながら、下方へ滑りだした。導体棒が等速運動を行うようになったときの速さを求めよ。

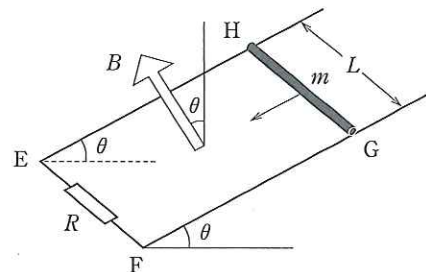


図 3

(計算など)

答

受験番号	小計

問題 3 質量が m [kg] の単原子分子 N 個からなる理想気体が、図 1 に示すようにシリンダー内に閉じ込められている。断面積 S [m²] のピストンは最初、シリンダーの左端から距離 L [m] のところに固定されている。気体分子はシリンダーの内壁やピストンと弾性衝突するが、分子同士の衝突は無いものとする。また、シリンダーやピストンの比熱は無視できるほど小さく、加えられた熱量は全て気体分子の運動エネルギーの増加に使われるものとする。 x, y, z 軸を図 1 のようにとる。気体定数を R [J/(mol·K)], アボガドロ数を N_A [1/mol] とする。以下の問いに答えよ。

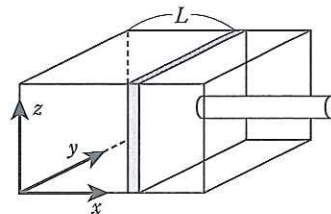


図 1

- (1) シリンダー内の理想気体の圧力を P [Pa], 温度を T [K], とする。 S, L, P, T の間に成り立つ関係式を記せ。
(計算など)

答 _____

- (2) x 方向の速度成分が v_x [m/s] である気体分子が Δt 秒間にピストンへ与える力積はいくらか。
(計算など)

答 _____

- (3) シリンダー内の気体分子の速度の 2 乗平均を $\overline{v^2}$ [m²/s²] とする。シリンダー内の圧力 P [Pa] を $\overline{v^2}$ を用いて表せ。
(計算など)

答 _____

- (4) 容器内の理想気体の温度を 1 K 上げるために外部から加える熱量 Q [J] はいくらか。
(計算など)

答 _____

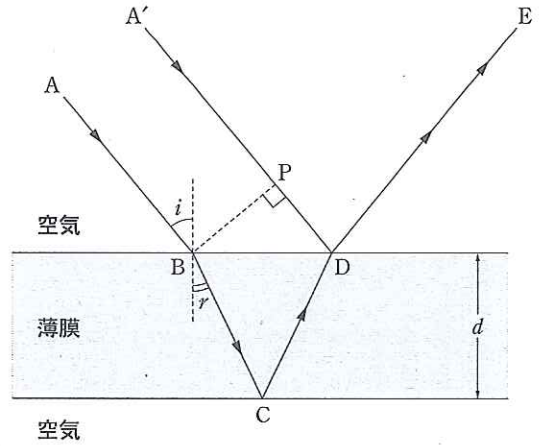
- (5) ピストンがなめらかに動けるように固定を解いてから、シリンダーを加熱したところ、圧力は一定に保たれたまま理想気体の温度が 1 K 上昇した。このとき外部から加えられた熱量 Q' [J] はいくらか。
(計算など)

答 _____

受 験 番 号	小 計

平成 24 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理その 4)

問題 4 図に示すように、空気中に置かれた厚さ d [m] の薄膜に、空気中での波長が λ [m] の平行な光線が斜めに入射している。いま、薄膜内に入り、薄膜下面にて反射して、ふたたび空気中に出てくる光 (図の $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$) と薄膜上面にて直接反射する光 ($A' \rightarrow D \rightarrow E$) の干渉について考える。薄膜の屈折率を n ($n > 1$) とし、空気の屈折率は 1 であるものとする。また、点 B から経路 $A' \rightarrow D$ に下ろした垂線の足を点 P とする。点 B と点 P において光線の位相は一致しているものとして、以下の問いに答えよ。



- (1) 点 B における入射角を i [rad] ($0 < i < \frac{\pi}{2}$), 屈折角を r [rad] としたとき、 n を i と r を用いて表せ。

答 _____

- (2) 経路 $B \rightarrow C \rightarrow D$ と経路 $P \rightarrow D$ の光路差 (光学的距離の差) を ΔL とする。 ΔL を d , n , および r を用いて表せ。
(計算など)

答 _____

- (3) 経路 $D \rightarrow E$ において、両波が干渉によって強め合う条件を ΔL , λ , および正の整数 m を用いて表し、その理由を述べよ。
ただし、屈折率が大きい媒質から小さい媒質に光が入射するときは自由端型の反射が、屈折率が小さい媒質から大きい媒質に光が入射するときは固定端型の反射が起こるものとする。

条件式 _____

理由

受験番号	小計