

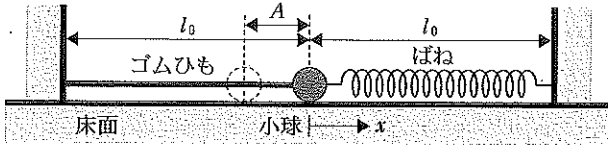
物理基礎・物理

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。
(物理基礎・物理その1)～(物理基礎・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して下さい。
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(物理基礎・物理その1)、(同その2)、(同その3)、(同その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。

平成 28 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理基礎・物理その 1)

問題 1 図のように水平でなめらかな床面の一部(長さ $2l_0$)の右端に自然長が l_0 、ばね定数 k_1 の軽いばねを、左端に長さ l_0 の軽いゴムひもを設置し、両者が自然長の状態で先端に質量 m の小球(質点)をくくりつけた。ゴムひもは伸びているときのみ復元力が働くものとし、長さ L だけ伸びたとき k_2L の大きさの復元力が働くものとする。この小球を左に A ($0 < A < l_0$) だけずらし、時刻 0 で静かにはなした後の運動について以下の問に答えよ。ただし、ばねが自然長となる位置からの小球の変位を x 、小球の加速度を a とおき、いずれも右向きを正とする。



(1) ばねが伸びているときの小球の運動方程式を示せ。

答 運動方程式：

(2) 小球がはじめてばねの自然長の位置に達する時刻を t_0 とおく。時刻 t_0 と、そのときの小球の速さを求めよ。

(計算など)

答 時刻 t_0 ：

速さ：

(3) ばねが縮んでいる状態における小球の運動方程式を示せ。

答 運動方程式：

(4) 小球の変位 x が 2 度目に 0 となった時刻は $2t_0$ であった。 k_2 を k_1 を用いて表せ。

(計算など)

答

(5) k_2 が問(4)の値のとき、変位 x の最大値を求めよ。また、 x が最大となるときの時刻を t_0 を用いて表せ。

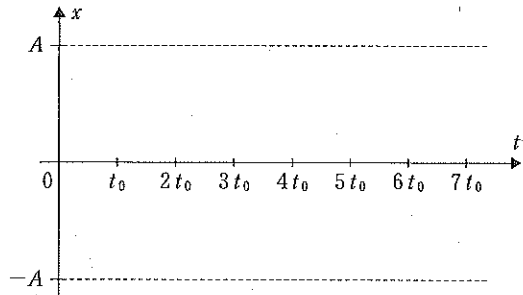
(計算など)

答 最大値：

時刻：

(6) k_2 が問(4)の値のとき、横軸に時刻 t 、縦軸に変位 x をとり小球の運動を図示せよ。ただし、図は $0 \leq t \leq 7t_0$ の範囲とする。

(計算など)



受 験 番 号

小 計

平成 28 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理基礎・物理その 2)

問題 2 真空中に置かれた半径 a の無限に長い円柱内部には、単位体積あたりの電気量が ρ の正電荷が一様に分布した状態で静止している。この円柱の中心軸から距離 b だけ離れた位置に円柱の中心軸と平行な直線があり、その直線には、単位長さあたりの電気量が τ の正電荷が一様に分布して静止している。円柱の半径 a は距離 b より小さく、真空中での静電気力の比例定数を k_0 、真空の透磁率を μ_0 とする。以下の問に答えよ。

- (1) 点 P は円柱の中心軸からの距離が r の点だとする。閉曲面で囲まれた領域の内部に存在する電荷とその閉曲面を貫く電気力線の本数の間に成り立つガウスの法則を用いて、円柱内部に分布した電荷が作る電界の点 P における大きさを求めよ。点 P が円柱内にある場合と円柱外にある場合に分けて答えること。

(計算など)

答 円柱内： _____ 円柱外： _____

- (2) 電荷の分布した直線の長さ l の部分に働く静電気力の大きさを求めよ。

(計算など)

答 _____

真空中に置かれた半径 a の無限に長い円柱内部には電荷が一様に分布しており、円柱はその軸方向に一定の速さ v で運動している。また、この円柱の中心軸から距離 b だけ離れた直線に電荷が一様に分布しており、この直線は円柱と同じ向きに同じ速さで運動している。静止した観測者が測定したところ、運動状態にある円柱内部の単位体積あたりの電気量と直線の単位長さあたりの電気量は、それぞれ ρ' および τ' でいずれも正であった。

- (3) 円柱および直線において、運動方向に垂直な面を通過する単位時間あたりの電気量をそれぞれ答えよ。

(計算など)

答 円柱： _____ 直線： _____

- (4) 直線に分布した電荷に働く力は、静電気力と平行電流間に働く力の合力である。直線の長さ l の部分に働くこの合力の大きさを求めよ。

(計算など)

答 _____

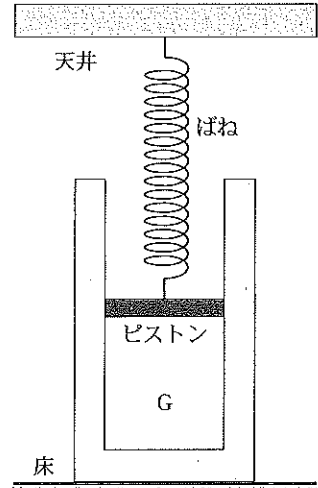
- (5) 問(4)の状況は、問(2)の状態を円柱の中心軸と平行に速度 $-v$ で運動する観測者が見たものと定性的に等しいと解釈できる。力の向きが観測者によって異なることがないことから導かれる不等式を答えよ。

(計算など)

答 _____

受 験 番 号	小 計

問題 3 図のように、単原子分子の理想気体 G が入っているシリンダーとピストンからなる容器を床に固定し、鉛直方向に伸び縮みする軽いばねでピストンと天井をつなぐ。ピストンはなめらかに動き、容器の断面積は $S[\text{m}^2]$ 、ばね定数は $k[\text{N/m}]$ である。最初にばねは自然長で、G は体積 $V_1[\text{m}^3]$ 、圧力 $p_1[\text{Pa}]$ 、温度 $T_1[\text{K}]$ とする。大気圧は一定で、G 以外の熱膨張は無視でき、気体定数を $R[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ とする。以下の間に答えよ。



(1) G のモル数 n を求めよ。

(計算など)

答 _____

(2) ピストンの重さ $[N]$ を、 p_1 および大気圧 $p_0[\text{Pa}]$ を含む式で表せ。

(計算など)

答 _____

(3) 温度が 1K 増加するときの G の内部エネルギーの増加量 $[\text{J/K}]$ を、 R と n を用いて表せ。

(計算など)

答 _____

シリンダーに熱源を接触させると、G の体積はゆっくり増加して $1.5V_1$ になった。この過程を過程 A とよぶ。

(4) 過程 A の途中における G の圧力を $p[\text{Pa}]$ 、体積を $V[\text{m}^3]$ とする。 p を、 S 、 k 、 V_1 、 p_1 、 V を用いて表せ。また、過程 A の終状態における G の温度 $[\text{K}]$ を、 S 、 k 、 V_1 、 p_1 、 T_1 を用いて表せ。

(計算など)

答 圧力 p :

温度 :

(5) 過程 A の終状態で G の圧力を $p_2[\text{Pa}]$ とする。過程 A で G のした仕事量 $W[\text{J}]$ を、 V_1 、 p_1 、 p_2 を用いて表せ。

(計算など)

答 _____

(6) 過程 A で G に与えられた熱量を、過程 A における G の内部エネルギー増加量 $\Delta U[\text{J}]$ と問(5)の W を用いて表せ。

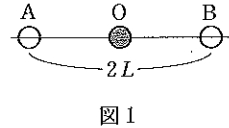
(計算など)

答

受験番号	小計

平成 28 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (物理基礎・物理その 4)

問題 4 図 1 のように、距離 $2L$ [m] 離れて振動数 f [Hz] の正弦波を発する点音源 A, B がある。A, B から発する音は振幅と位相がそれぞれ等しいものとする。以下の問に答えよ。ただし、風が吹いていない時の音速は V [m/s] とし、温度は一定で、観測者 O は大きさの無視できるマイクを使用しているものとする。



- (1) A, B の中央に O が静止しており、A から B に向かって一様な風が吹くとき、観測者 O に聞こえる音が弱め合う風速 w [m/s] のうち最も遅い風速を求めよ。ただし、 $w > 0$ とする。
(計算など)

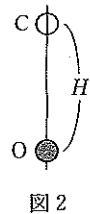
答 _____

- (2) O が A から B に向かって一定の速度 v [m/s] で移動したとき、 F [Hz] のうなりが聞こえた。 v を求めよ。ただし、風は吹いていないとし、 L は十分大きく、O は B を通り過ぎないものとする。
(計算など)

答 _____

これ以降 A, B は音を発しないものとし、風は吹いていないとする。

- (3) 図 2 のように、静止している O の直上 H [m] に振動数 f [Hz] の音を発する点音源 C がある。C が時刻 0 s から自由落下を始めた後、時刻 t [s] で O に聞こえる音の振動数が $2f$ [Hz] になった。 t を求めよ。ただし、C の空気抵抗は無視し、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。
(計算など)



答 _____

- (4) 図 3 のように、静止している O から L [m] 離れている B の直上に一定の速度 u [m/s] で降下する振動数 f [Hz] の音を発する点音源 D がある。 θ が 30 度のときに D が発した音を、O は振動数 f' [Hz] の音として聞いた。 f' を求めよ。ただし、 u は V よりも十分小さいものとする。
(計算など)

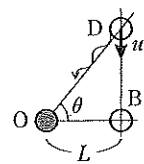


図 3

答 _____

- (5) 問(4)において、O が f' [Hz] の音を聞いたときの D の高さ [m] を求めよ。
(計算など)

答 _____

受験番号	小計