

物 理

問題に単位の指定がない場合、用いられる記号は SI (国際単位系) 単位にしたがっているものとする。

第 1 問

図 1 のように、天井に設置された滑車に十分に長い糸を使って、おもり 1, 2, 3 をつるし、おもり 1 をばね定数 k のばねを使って床と接続したところ、ばねが自然の長さより L だけ伸びた状態でつりあっておもりが静止した。おもり 1, 2 の質量をそれぞれ M , おもり 3 の質量を m , 重力加速度の大きさを g とするとき以下の問いに答えよ。ここで、糸とばねは鉛直になるように設置されている。また、糸とばねと滑車の質量、滑車の摩擦、おもりの大きさや空気抵抗は一切無視できるものとする。問 1 から問 5 に対する解答は、{ } 内に示された記号のうち必要なものを用いて記せ。

問 1 おもり 1, 2, 3 についてそれぞれの鉛直方向の力のつりあいの式を、指定された解答欄に書け。ただし、図 1 のようにそれぞれのおもりにかかる糸の張力の大きさを T_1, T_2 とせよ。{ T_1, T_2, M, m, g, k, L }

問 2 ばねの伸び L , および張力の大きさ T_1, T_2 を求め、指定された解答欄に書け。
{ M, m, g, k }

問 3 次に、おもり 1 をばねから静かにはずすと、3 つのおもりは動きだした。このときのおもり 3 の加速度の大きさを求めよ。ただし、いずれのおもりも、運動中に滑車や床に接触しないとする。{ M, m, g, k, L }

おもり 3 が動きだしてから距離 x_1 下がったとき、おもり 2 と 3 をつなぐ糸をおもりの運動に影響を与えずに切断した。その後のおもりの運動を考える。ここで、糸を切断したときを時刻 0 とする。

問4 時刻0でのおもり3の速さを求めよ。 $\{M, m, g, k, L, X_1\}$

問5 時刻0から t_1 経過後のおもり3の速さを求めよ。 $\{M, m, g, k, L, t_1, X_1\}$

問6 次のうち、糸を切断してからのおもり1と2の運動について正しく記述している文の番号を選び、解答欄に書け。(①静止する, ②時刻0における速さで動く, ③おもり3と同じ運動をする, ④糸を切断する前と逆向きに動く, ⑤上下運動を繰り返す, ⑥おもり1と2が異なる速さで動く)

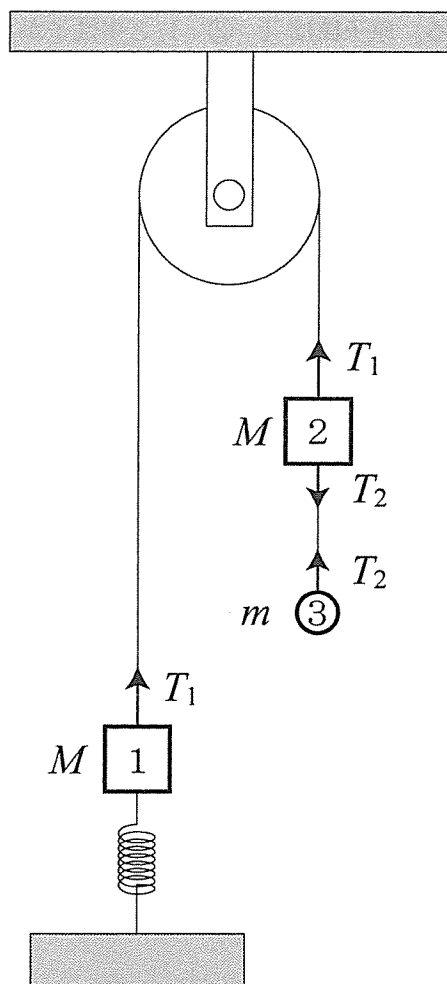


図1

第2問

以下の問1～問3に答えよ。

問1 以下の文章の（ ）の中に入れるべき適切な単語を解答用紙の指定されたところに記入せよ。また、③と④については解答欄に示された語のうち正しいものを丸でかこめ。

「物体は、多くの原子からできている。原子は原子核とその周囲をとりまく（ ① ）からなる。原子核は（ ② ）と中性子から構成される。（ ① ）は（ ③正・負 ）の電気量（電荷）をもち、（ ② ）は（ ④正・負 ）の電気量（電荷）をもつ。」

問2 図2のように、真空中に電気量（電荷） 2×10^{-7} [C] の点電荷 A と電気量（電荷） -2×10^{-7} [C] の点電荷 B が、0.2 [m] 離れておかれている。このとき以下の問いに答えよ。

- (1) 静電気力に関するクーロンの法則の比例定数 $k_0 = 9 \times 10^9$ [N·m²/C²] を用いて、点電荷 A と B が及ぼし合う静電気力の大きさ [N] を求めよ。
- (2) 点電荷 A と B がつくる電気力線を解答用紙の図の点電荷から出ているそれぞれ8本の実線を延長して描け。さらに、すべての電気力線の向きを矢印で示せ。

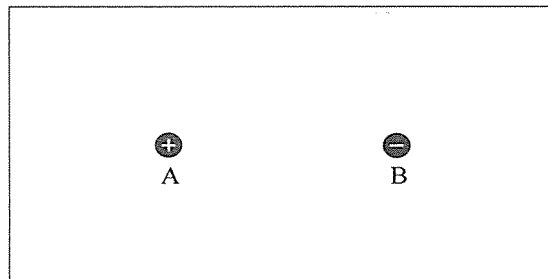


図2

問3 図3のようにある空間に xy 座標をとり、 y 軸上に導線1をおき、 x 軸方向に4[m]離れたところに導線1と平行に導線2をおく。導線1と2の周囲は真空中で、導線1に電流 $I_1 = 3$ [A] が矢印の向きに流れ、導線2には導線1と逆向きの電流 $I_2 = 4$ [A] が流れている。ここで、図3のように xy 座標 (6, 0) の点をAとする。導線1と2は十分に長くて細いものとし、真空の透磁率を $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [N/A²] としたとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 導線1の電流 I_1 によって点Aで生じる磁束密度の大きさ [T] を求めよ。
- (2) 導線2の電流 I_2 によって点Aで生じる磁束密度の大きさ [T] を求めよ。
- (3) 導線1と2の電流 I_1 と I_2 によって点Aで生じる磁束密度の大きさ [T] を求めよ。また、このときの点Aでの磁束密度の向きについて正しく表した語句を解答欄から選び丸でかこめ。
- (4) それぞれの導線1[m]に働く力の大きさ [N] を求めよ。また、導線1と導線2の間に働く力について正しく表した語句を解答欄から選び丸でかこめ。

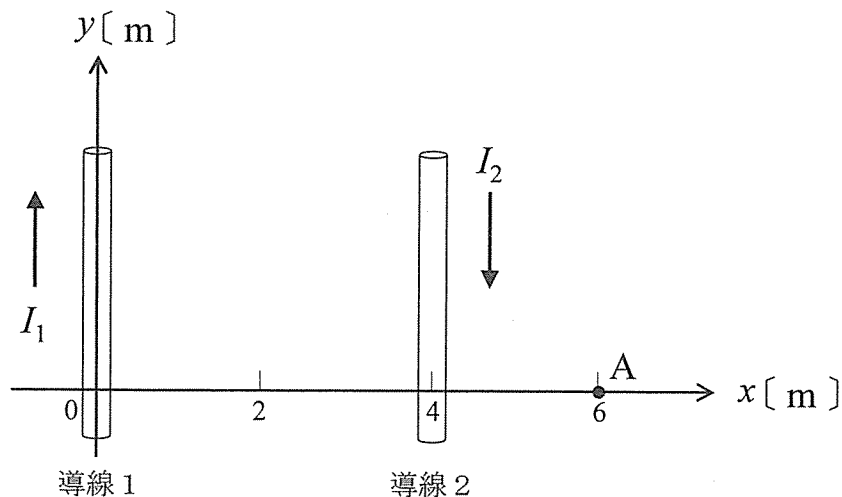


図3

第3問

図4のように、なめらかに動くピストンのついた円筒容器に入れた n モルの単原子分子の理想気体の状態変化を考える。図5は、縦軸を体積 V 、横軸を温度 T にとった状態の変化を表すグラフである。状態 A から状態 B、そして状態 C を経て再び状態 A へ変化させた。A→B 間の変化は体積が一定、B→C 間の変化は温度が一定であり、原点 $O(0, 0)$ を通る直線上に状態 C および状態 A がある。気体定数を R とする。このとき、以下の問いに答えよ。問1と問5に対する解答は、{ } 内に示された記号のうち必要なものを用いて記せ。

問1 各状態 (A, B, C) における気体の圧力を求めよ。{ T_0, V_0, n, R }

問2 図5の $V-T$ グラフに示した状態変化に対応する圧力 P -体積 V のグラフを解答紙に描け。このとき、各状態 (A, B, C) の圧力と体積の値を座標軸に書き入れ、各状態間の変化がわかるように線で結び矢印を書き入れよ。

問3 気体の内部エネルギーが変化しない区間はどこか。解答欄に示した区間の中で適切なものを丸でかこめ。また、その区間の変化で、気体は熱を吸収するか、放出するか、または熱の出入りがなく、解答欄の適切な語句を丸でかこめ。

問4 気体が外部に対して仕事をした区間と外部から仕事をされた区間はそれぞれどこか。解答欄に示した区間の中で適切なものを丸でかこめ。また、1 サイクル全体で気体は外部に対して仕事をするか、外部から仕事をされるか、解答欄の適切な語句を丸でかこめ。

問5 気体が外部から仕事をされた区間において、外部からされた仕事 W と気体が放出した熱量 Q をそれぞれ求めよ。{ T_0, V_0, n, R }

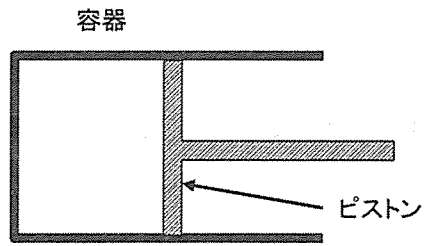


図 4

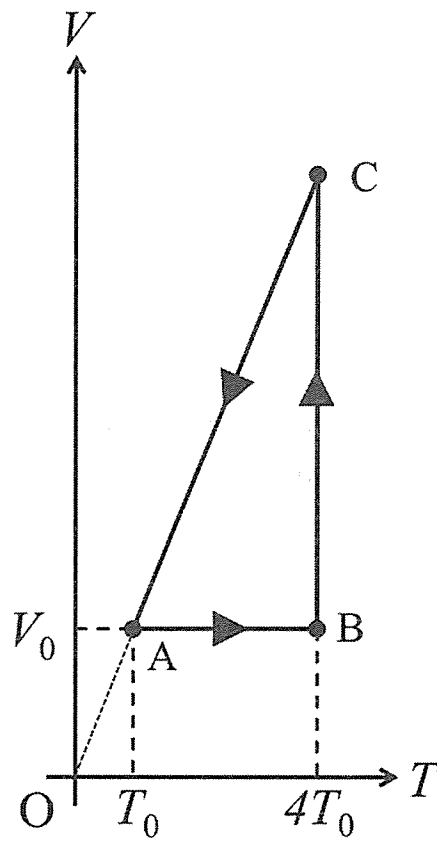


図 5

第4問

波が伝わるときの媒質の振動の様子について考える。図6のOA間に波の媒質がある。原点Oに波源があり、点A ($x = 0.3$ [m]) は固定端である。最初の状態ではOA間には波はないとし、点Oから振幅0.1 [m]、周期0.1 [s] で x 軸の正の方向に進む正弦波を連続的に送り出す。図6は正弦波の先端が点C ($x = 0.1$ [m]) に達したときの媒質の変位を y として表したものである。正弦波の先端が点Cに達したときの時刻を $t = 0$ として、以下の問いに答えよ。

問1 波長を求めよ。

問2 波の速さを求めよ。

問3 波の振動数を求めよ。

問4 点Oから連続的に送り出された正弦波は、やがて固定端Aで反射される。反射される前の波を入射波、反射して向きを変えて進む波を反射波という。時刻 $t = 0.2$ [s] での入射波と反射波を指定された解答欄の図に実線で描け。

問5 問4の場合について、入射波と反射波の合成波を解答欄の図に実線で描け。

問6 波が十分長い時間にわたって連続的に送り出されると、OA間に定常波ができる。その波の腹の x の座標をすべて答えよ。

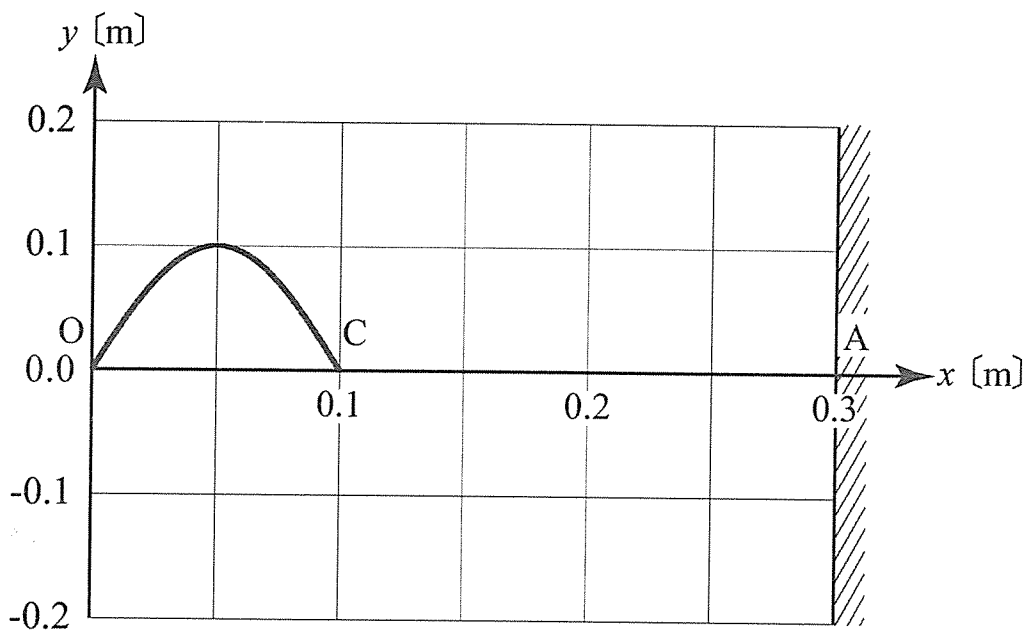


图 6

補足説明

教科・科目名 (理科 ・ 物理)

補足説明

理科
物理

第4問

7 ページ 6 行目

「～答えよ。」の後に次の文を追加する。

「ただし、 $x=0$ での反射は考えないものとする。」