

平成 29 年度 入学試験問題 (前期)

理 科

注 意

1. 台図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理, 化学, 生物のうちから 2 科目を選択し, 別紙解答用紙に受験番号, 氏名を記入すること。
(ただし受験票, 入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目 (例えば物理, 化学を選択した場合は生物) の解答用紙にも受験番号, 氏名を記入し, 全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合, 及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合, その答案は無効とする。
6. 問題冊子は 1 冊, 別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机上に出しておくこと。

物 理 (前 期)

(その 1)

I 自然長 L (m)、バネ定数 k (N/m)のバネを水平な床面上に垂直においた。鉛直方向の位置座標を x (m)で表す。荷重がないときのバネの上端の位置を $x = 0$ とし、上向きを正とする。重力加速度を g (m/s^2)として、下記の に M, g, k のうち必要な記号を用いた式または数値を記入せよ。ただし、 は、記号イ～ハで答えよ。なお、バネ、板、小球は鉛直方向にのみ運動する。また、板の厚さと小球の大きさおよびバネの質量は無視でき、板と板上の小球の位置は、バネの上端の位置と同じとする。

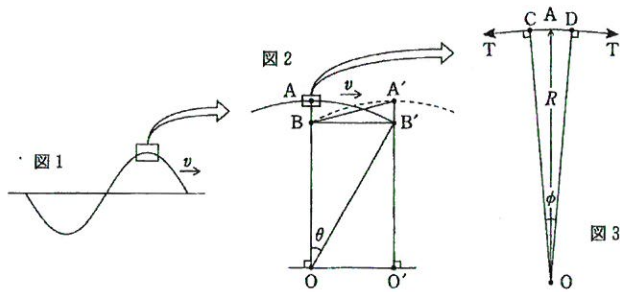
- (1) 質量 M (kg)の板をバネの上端に固定すると、バネは $D =$ ① (m)縮んで静止した。バネの上端の位置を $x = -3D$ にして手を離すと、板は、 $x =$ ② $\times D$ を中心として、振幅 ③ $\times D$ (m)、周期 ④ (s)の単振動をした。
- (2) つぎに、板の上に質量 M (kg)の小球をのせた。そしてバネの上端の位置を $x = -5D$ にして手を離した。小球と板が離れるまでは、それらは $x =$ ⑤ $\times D$ を中心とする、振幅 ⑥ $\times D$ (m)、周期 ⑦ (s)の単振動となる運動をした。
- (3) 板と小球が離れるまで両者は同じ速度で運動しているが、板の下向きの加速度が小球の下向きの加速度より大きくなると、2つは離れる。この条件が成り立つのは $x >$ ⑧ $\times D$ のときである。離れる瞬間の $x =$ ⑧ $\times D$ のときの板と小球の速度はともに ⑨ (m/s)である。
- (4) 離れた後、小球は ⑩ (s)後に最高点 ⑪ $\times D$ (m)に到達し、板は小球 ⑫ (イ.より早く ロ.より遅れて ハ.と同時に)最高点 ⑬ $\times D$ (m)に到達する。

II 図1のように線密度 ρ (kg/m)の弦を横波が伝搬速度 v (m/s)で右向きに進んでいる。下の文章の①～⑩、⑫の空欄には()内の記号を用いた数式を、⑪には数値を入れよ。なお、弦に対する重力の影響は無視する。

図2は、図1の四角で囲んだ部分を拡大したものであり、弦の変位が最大となる点Aの近傍を、Oを中心とする半径 R (m)の円弧(実線)で近似したものである。この円弧は速さ v で進み、微小時間 Δt (s)後にO'を中心とする半径 R (m)の円弧(点線)に変化し、弦の変位が最大となる点はA'に移っている。このとき点Aにあった弦の長さ Δl (m)の微小部分は一定の加速度 a (m/s^2)で ① $\{\Delta t, a\}$ m離れた点Bに移動している。点BからA'O'に下ろした垂線の交点をB'とし、 $\angle BOB' = \theta$ (rad)とすると、 $\sin \theta =$ ② $\{v, R, \Delta t\}$ である。 θ が小さいので $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$ とし、三角形A'B'B'を考えると $\angle A'B'B' =$ ③ $\{\theta\}$ なので、A'B'の距離は ④ $\{v, R, \Delta t\}$ mと表される。従って $a =$ ⑤ $\{v, R\}$ であり、弦の長さ Δl (m)の微小部分に働く力は ⑥ $\{\rho, v, R, \Delta t\}$ Nである。

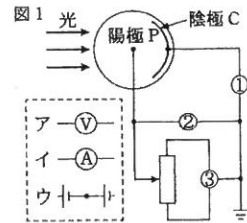
図3のように、弦の長さ Δl の微小部分CDの両端は弦の張力 T (N)で引っ張られており、 $\angle COD = \phi$ (rad)とすると、AO方向に働く力は ⑦ $\{T, \phi\}$ Nと表される。ここで、 ϕ が小さいので $\sin \phi \approx \tan \phi \approx \phi$ とするとAO方向に働く力は ⑧ $\{T, R, \Delta l\}$ Nと書き換えられ、⑥と⑧より $v =$ ⑨ $\{\rho, T\}$ となる。

この弦を距離 L (m)離れた固定端の間に張力 T で張って弾くと ⑩ $\{\rho, T, L\}$ Hzの基本音が発生した。そして、1オクターブ下げるために、同じ弦を ⑪ 本束ねたものを張力 T で張って弾くと周波数が半分になった。この束ねた弦を伝える横波の速さが音速の b 倍であるとき、同じ周波数の基本音を発する閉管を作るためには、その閉管の長さを ⑫ $\{L, b\}$ mにしなければならない。ただし、開口端補正は無視する。



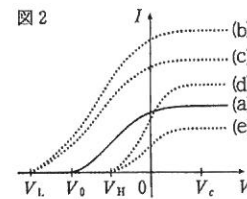
物 理 (前 期) (その2)

III 光電管の陰極 C に単色光を照射し、陽極 P の電圧 $V(V)$ を変化させて両極間に流れる光電流 $I(A)$ を調べた。これを、電流電圧特性の測定と呼ぶ。光速度を $c(m/s)$ 、プランク定数を $h(J\cdot s)$ 、電気素量を $e(C)$ として、必要なら図中の記号を用いて、以下の間に答えよ。



- (1) 図1の回路図中の①~③に、破線で囲まれた電気用図記号から適当なものを当てはめて、回路を完成させよ。解答には、記号ア~ウを用いよ。

波長 $\lambda = \lambda_0(m)$ の単色光を用いて電流電圧特性の測定を行ったところ、図2の曲線(a)が得られ、 $V = V_c$ のとき、 $I = I_s$ であった。



- (2) 陰極に当たった光子1個当たりのエネルギー[J]はいくらか。
 (3) $V = V_c$ のとき、陰極から飛び出した光電子は、全て陽極に到達していると考え、その数は毎秒何個か。また、陰極から飛び出した光電子が、陽極にあたる直前に持つ運動エネルギー[J]の最大値を求めよ。
 (4) 陰極の仕事関数[J]を求めよ。
 (5) 光の強度を上げたとき、電流電圧特性を表す曲線はどのようになるか、曲線(a)と比較できるようにその概形を図示せよ。

次に、単色光の波長を変えたり、光の強度を変えたりして電流電圧特性の測定を行った。 λ_0 より波長が長い $\lambda_1(m)$ や、 λ_0 より波長が短い $\lambda_2(m)$ の単色光を用いたとき、図2の点線で表した曲線(b), (c), (d), (e)が得られ、 $V = V_c$ のとき、それぞれ $I = I_b, I = I_c, I = I_d, I = I_e$ であった。

- (6) $\lambda = \lambda_1$ のとき、どの曲線が対応するか、(b)~(e)の記号で適当なものをすべて答えよ。
 (7) 曲線(b)~(e)のうち適当なものを比較して、 h を表す式を答えよ。
 (8) ある波長の単色光を用いた場合、どんな光の強度や陽極電圧にしても光電流は流れなかった。その波長の最小値 $\lambda_m(m)$ を $\lambda_1, \lambda_2, V_H, V_L$ を用いた式で表せ。

IV 以下の間に答えよ。

- (1) 発電所から遠く離れた村に送電線で電気が送られている。1軒の家が電気を使用すると、送電線で1.0%の電力損失が生じる。何軒が同時に電気を使用すると、電力損失が50%に達するか。一軒当たりの使用電力は全て同じとする。
 (2) 一樣な太さで長さ $a(m)$ の針金を3本用いて図1のようなコの字型 ABCD を作り、BC の中点に BC と垂直に同じ太さの針金で棒 ST をつけて、三角形の支点で BC の中点を支えた。ST の長さ $l(m)$ をいくら以上になると支点で安定に支えられなくなるか。ただし、すべての針金は同一平面上にある。
 (3) 周波数 $f(Hz)$ の音を出している音源が、静止している観測者から速さ $v(m/s)$ で遠ざかっている。音源の進む方向には壁があり、観測者には音源からの直接音と壁からの反射音とが聞こえる。音速を $c(m/s)$ として、観測者が聞くうなりの1秒間あたりの回数を求めよ。
 (4) 図2は、水の状態図である。A, B, C はそれぞれ固体、液体、気体のどれに当たるかを答えよ。

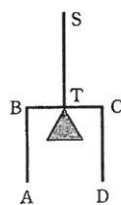


図1

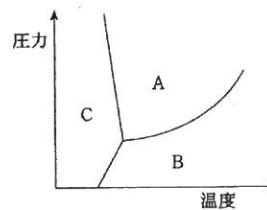


図2

