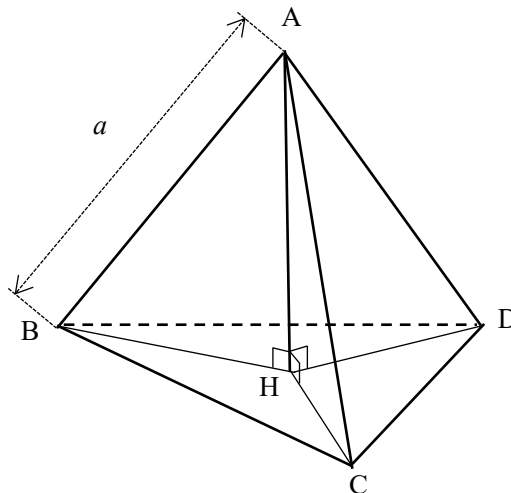


## 数学

【1】1辺の長さが  $a$  である正四面体（全ての面が合同な正三角形である三角錐） $ABCD$ において、頂点  $A$  から  $\triangle BCD$  に垂線  $AH$  を下ろす。このとき、次の問いに答えよ。

- (1)  $H$  は  $\triangle BCD$  の外接円の中心であることを示せ。
- (2)  $AH$  の長さを求めよ。
- (3) 正四面体  $ABCD$  の体積  $V$  を求めよ。



【2】定積分  $\int_0^1 (x-a)^2 dx$  ( $a$  は未定定数) の値が  $\frac{1}{3}$  のとき、すなわち、

$$\int_0^1 (x-a)^2 dx = \frac{1}{3}$$

のとき、次の問いに答えよ。

- (1)  $a$  の値を求めよ。
- (2) この定積分は被積分関数のグラフと  $x$  軸と  $x$  軸に垂直な直線で囲まれた面積で表される。おのおのの  $a$  について定積分を図示せよ。

【3】20分ごとに1回分裂して2倍の数になる細菌がある。このとき、次の問いに答えよ。

- (1) この細菌 10 個が  $n$  回分裂した時の細菌数  $m$  を表す式を求めよ。(ヒント： $n=1, 2, 3$  のときの細菌数を考えよ)
- (2) この細菌 10 個が分裂を開始してから1万個に達するまでの分裂回数  $n$  はいくらか。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3$  とする。
- (3) 1万個に達するのは何分後か。
- (4) 上の結果を踏まえ、40個から分裂を開始した場合、1万個に達するのは何分後か。

物理

【1】 以下の2つのグラフはある物体の水平方向(添字  $x$ )と鉛直方向(添字  $y$ )の速度成分の変化を表している。以下の問いに答えよ。

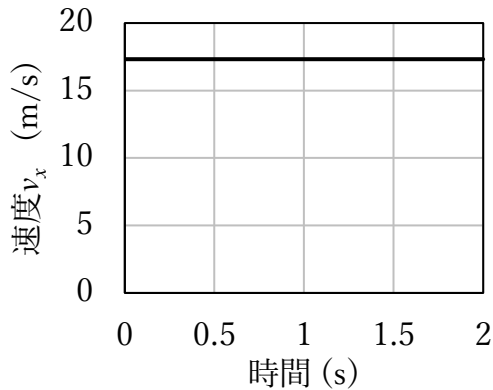


図1

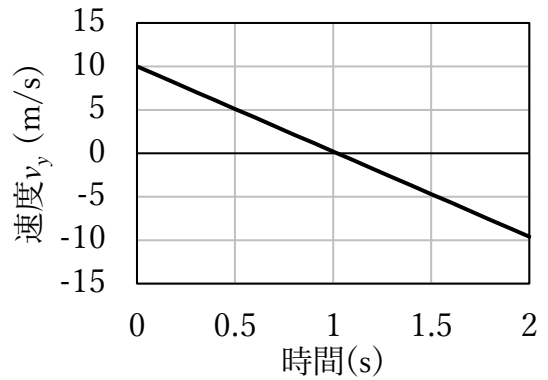
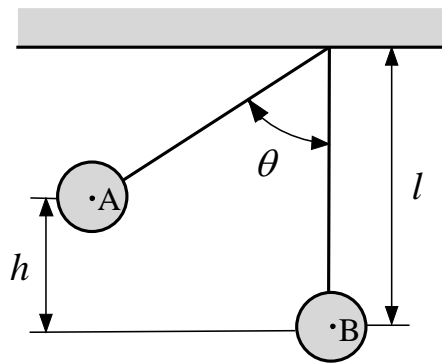


図2

- (1) それぞれのグラフ (図1, 図2) で表される運動の名称を答えよ。
- (2) 角度  $30^\circ$  で斜方投射された物体の水平方向の速度成分が図1, 鉛直方向の速度成分が図2でそれぞれ表される場合, 図2の速度成分に関する直線の式を求めよ。ただし,  $v_y$  は, 投射直後は  $10.0 \text{ m/s}$  であり, 投射後  $1.02$  秒後に  $0 \text{ m/s}$  となったものとする。
- (3) (2) において, 初期投射速度の大きさ  $v_0$  を求め, つぎに求めた  $v_0$  を使って速度成分  $v_x$  を求めよ。ただし,  $\sin 30^\circ = 0.5$ ,  $\cos 30^\circ = 0.866$  とする。

物理

【2】 図に示すように、長さ  $l$  [m] の糸に質量  $m$  [kg] のおもりを取り付けて天井から吊り下げ、点 B に置いた。糸がゆるまないで鉛直方向と  $\theta$  の角をなすように、おもりを点 A まで持ち上げてから静かに放すと、おもりは振り子の運動を行う。糸の伸縮はなく、糸の質量は無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、以下の問いに答えよ。



- (1) 点 A にあるおもりの最下点 B からの鉛直方向の距離  $h$  を求めよ。
- (2) おもりが点 A から最下点 B に達するまで振り子の運動を行うとき、糸の張力がする仕事と、重力がする仕事をそれぞれ求めよ。
- (3) おもりが最下点 B に達したときの速さを求めよ。
- (4) おもりが最下点 B を通過したのち、そこから上がる最大の高さを求めよ。

物理

【3】 回路に関する以下の問いに答えよ。

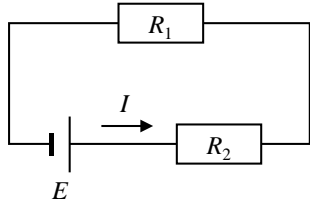


図 1

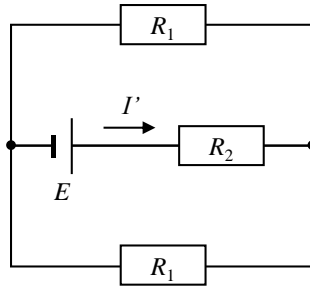


図 2

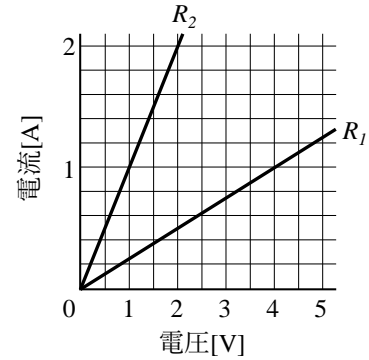


図 3

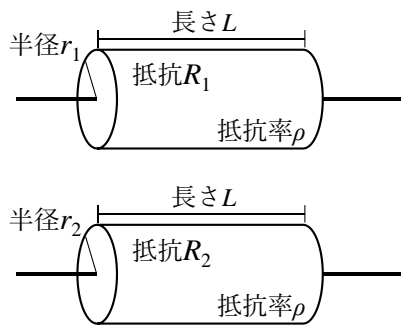


図 4

- (1) 図 1 の回路に流れる電流  $I$  はいくつか。抵抗  $R_1$ 、抵抗  $R_2$ 、電圧  $E$  を用いて表せ。
- (2) 図 1 の回路に抵抗  $R_1$  を追加して図 2 の回路とした。電流  $I'$  を求め、電流  $I$  と比べて電流値が増加するか、減少するか求めよ。
- (3) 図 2 の回路で抵抗  $R_1$  と  $R_2$  が図 3 のような特性を持ち、 $E=6$  [V] のとき、電流  $I'$  ならびに抵抗  $R_2$  で消費される電力を求めよ。
- (4) 図 4 のように、抵抗  $R_1$  と  $R_2$  が同じ材料を用いて、同じ長さで作られているとき、半径  $r_2$  は半径  $r_1$  の何倍になるか求めよ。