

# 平成30年度 入学試験問題

## 理科問題用紙(後期)

|      |           |
|------|-----------|
| 試験時間 | 120分      |
| 問題用紙 | 物理 1～8頁   |
|      | 化学 9～18頁  |
|      | 生物 19～29頁 |

### 注意事項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. 携帯電話等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机上には、受験票と筆記用具(鉛筆、シャープペンシル、消しゴム)および時計(計時機能のみ)以外は置かないこと。(耳栓、コンパス、定規等は使用できない。)
7. 問題用紙および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 中途退室時は、問題用紙および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返し、問題用紙は持ち帰ること。

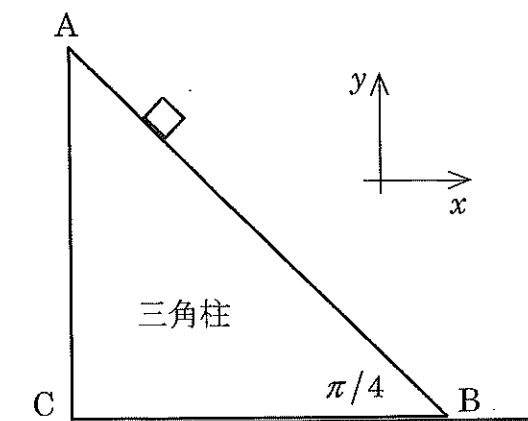
|      |  |    |  |
|------|--|----|--|
| 受験番号 |  | 氏名 |  |
|------|--|----|--|

# 物 理

[I] 質量  $2m$  の三角柱 ABC が、図のように水平面上に静止している。斜面 AB 上に質量  $m$  の小さな直方体を静かに置くと、この直方体は斜面から離れることなく、斜面に沿って摩擦なしになめらかにすべり落ちる。このとき、三角柱 ABC が水平面上を動かない場合と摩擦なしになめらかに動く場合に分けて考える。下記の文章の  に適した答えを記せ。なお、水平面上に固定した座標系で一貫して考え、図の右向きを  $x$  成分の正の方向、上向きを  $y$  成分の正の方向とする。また、斜面 AB の水平面からの角度を  $\pi/4$  (ラジアン)、重力加速度を  $g$  とする。

(1) 三角柱 ABC が水平面上を動かない場合、直方体を受ける力の  $x$  成分は  ア  である。また、直方体が斜面上をすべるので、(直方体の加速度の  $y$  成分)  $\div$  (直方体の加速度の  $x$  成分) =  イ  という関係がある。

(2) 三角柱 ABC が摩擦なしになめらかに水平面上を動く場合、直方体が三角柱 ABC の斜面 AB から受ける垂直抗力の大きさは、 $\sqrt{2} \times$   ウ  である。このとき、直方体の加速度の  $y$  成分の大きさは、三角柱 ABC の加速度の大きさの  エ  倍である。また、直方体が静かに置かれた位置からすべり始め、高さ  $h$  だけ低くなったとき、三角柱 ABC の運動エネルギーは、直方体の位置エネルギーの減少分の  オ  倍である。



図



[II] 下記の(1)および(2)の文章の  に適した答えを記せ。ただし、空気の透磁率を  $\mu$  とし、電子の電荷と質量はそれぞれ  $e$ ,  $m$  とし、円周率を  $\pi$  とする。

(1) 図1のように、十分長い直線導線に電流  $I$  が矢印の向きに流れている。電流  $I$  から  $d$  離れて、1辺  $L$  の正方形コイルを平行に置き、矢印の向きに電流  $i$  を流す。このとき電流  $I$  が作る、辺 AB の位置での磁束密度の大きさは  ア  である。また、コイルが全体として磁場から受ける力の大きさは  ア  ×  イ  である。ただし、電流  $i$  が作る磁場は考えなくてよい。

(2) 図2のように、 $z$  軸の正の方向に向いた磁場があり、その磁束密度の大きさは  $z$  軸からの距離のみで決まるとする。 $z$  軸を中心軸とする半径  $r$  の円周上での磁束密度の大きさを  $B_r$  とする。この円周上を電子が円運動しているとき、その速度は  ウ  である。次にこの円軌道の内部での磁束密度の大きさの平均を  $\bar{B}$  とし、 $\bar{B}$  を  $\Delta t$  の時間間隔で  $\Delta \bar{B}$  だけ増加させて電子を加速した。このとき半径  $r$  の円軌道上に生じる電場の大きさは  エ  である。そのときに、 $\Delta t$  の時間間隔における  $B_r$  の増加率  $\Delta B_r / \Delta t$  が、 $\Delta \bar{B} / \Delta t$  の  オ  倍であると、電子が加速しても円軌道の半径は変化しない。

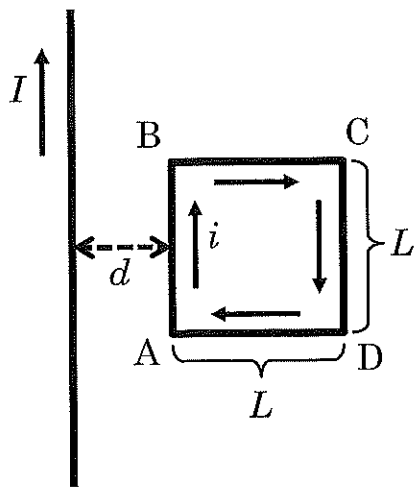


図1

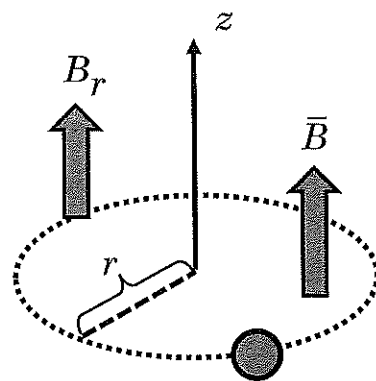


図2



[ III ] 下記の(1)および(2)の文章の  に適した答えを記せ。ただし、重力加速度を  $g$ 、円周率を  $\pi$  とする。なお、答えに平方根が現れた場合、それを開く必要はない。また、 エ では円柱の屈折率  $n$  だけを用いて答えよ。

(1) 図1のように、長さ  $L$  の糸の一端が天井の点  $O$  に固定されている。糸の先端につけたおもりが、鉛直方向( $ON$  方向)に対して角度  $\theta$  を保って、等速円運動をしている。おもりの円運動の角速度は  ア である。また、おもりの円運動の周期は  イ である。

(2) 図2のように、屈折率  $n$  ( $n > 1$ ) の均質な透明物質で作られた円柱がある。その半径は  $r$  である。周囲の空気の屈折率は1とする。その中心軸上、軸に垂直な面  $A$  から  $d$  だけ離れた位置に点光源  $S$  がある。いま、点光源  $S$  から発し、面  $A$  から円柱に入った光がすべて面  $B$  に到達する条件を考える(光が円柱を作る物質に吸収されることはないとする)。図3は、円柱を真横から見た図を拡大した一部であり、面  $A$  から入った光の屈折の様子を表したものである。光が円柱の側面で全反射するときには、面  $A$  での屈折角  $\alpha$  を用いて、 ウ  $\geq 1$  という条件を満たす必要がある。面  $A$  を通過した光のすべてが、面  $B$  を通過するための条件は、 $(d+r)^2 >$   エ である。また、 $d$  の値にかかわらず、面  $A$  から入った光が面  $B$  に到達するためには、円柱の屈折率が、 $n >$   オ であればよい。

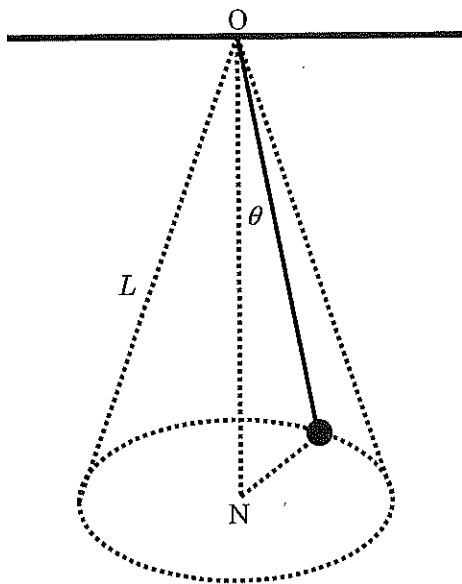


図1

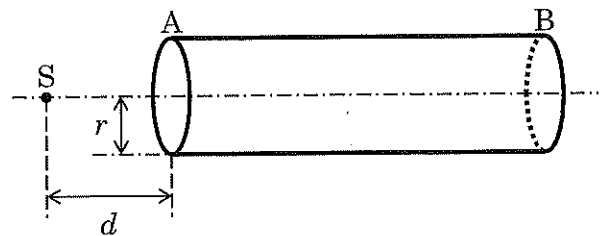


図2

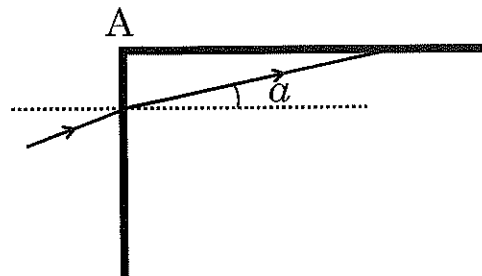
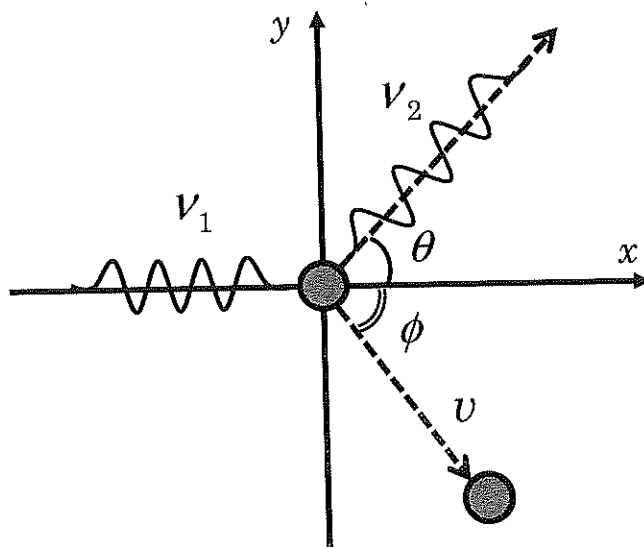


図3



[IV] 振動数 $\nu_1$ のX線が静止している質量 $m$ の電子に衝突し、 $x$ 軸となす角 $\theta$ で散乱したX線の振動数は $\nu_2$ となり、 $x$ 軸となす角 $\phi$ で跳ね飛ばされた電子の速さは $v$ となった(下の図)。下記の文章の  に適した答えを記せ。ただし、プランク定数を $h$ 、真空中の光の速さを $c$ とする。  
  $\nu$  と   $\epsilon$  は式で答えよ。

振動数 $\nu_1$ の光子のもつ運動量は   $p$  であるから、 $x$ 方向の運動量保存則から、  $p_x$  =   $p_x'$  が得られる。 $y$ 方向の運動量保存則からは、  $p_y$  が得られる。さらにエネルギー保存則から、  $E$  となる。ここで、 $\Delta\lambda = (\text{衝突後の光の波長}) - (\text{衝突前の光の波長})$ として、 $\Delta\lambda$ が衝突前の光の波長より十分小さいとすると、 $\Delta\lambda \approx$    $\lambda$  となる。ただし、  $\lambda$  を答えるとき、 $v$ 、 $\phi$ 、 $\nu_1$ 、 $\nu_2$ は使ってはならない。



図



