

一般選抜試験 前期 (A日程)

## 物 理

( 問題 : 全 6 ページ )

( 解答番号 :  ~  )

第 2 問は記述問題解答用紙に解答してください。  
記述問題解答用紙には受験番号、氏名を必ず記入してください。

第1問 次の文章を読み、該当する解答群から適切なものを選んで  ～  を埋めよ。

図1のように水平なレール AB の先に、半径  $r$  [m]、中心角  $90^\circ$  の円弧状のレール  $\widehat{BCD}$  が接続されている。今、水平なレールの上で質量  $m$  [kg] の大きさが無視できる球に、図の右向きに初速度  $v$  [m/s] を与え、レールによって進行方向を変えて鉛直上向きに打ち上げることを考える。レールと球の間に摩擦はなく、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、以下の問いに答えよ。

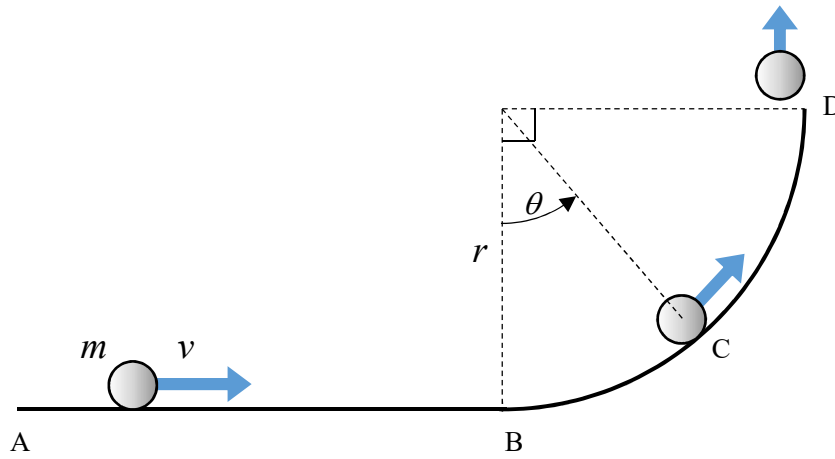


図1

- 問1 球が円弧中で図の角度  $\theta$  [°] の位置である C 点に達したときの位置エネルギーは、水平なレール上を基準として  [J] で表される。
- 問2 力学的エネルギー保存の法則より、C 点における運動エネルギーは  [J] で表され、その時の球の速度は  [m/s] である。
- 問3 球が円弧の最上点 D を超えるには、初速度が  [m/s] 以上でなければならない。
- 問4 球が水平なレール上を基準として  $8r$  [m] の高さまでに達するために必要な初速度は  [m/s] で表される。

[1の解答群]

- |                            |                                   |  |
|----------------------------|-----------------------------------|--|
| (1) $mgr \sin \theta$      | (2) $mgr \cos \theta$             | (3) $mgr(1 - \sin \theta)$             |
| (4) $mgr(1 - \cos \theta)$ | (5) $\frac{1}{2} mgr \sin \theta$ | (6) $\frac{1}{2} mgr(1 - \cos \theta)$ |

[ 2 の解答群]

$$(1) \frac{1}{2}mv^2 + mgr(1 - \cos \theta) \quad (2) \frac{1}{2}mv^2 - mgr(1 - \cos \theta) \quad (3) \frac{1}{2}mv^2 - mgr \cos \theta$$
$$(4) \frac{1}{2}mv^2 - mgr(1 - \sin \theta) \quad (5) \frac{1}{2}(mv^2 - mgr \cos \theta) \quad (6) \frac{1}{2}mv^2 + mgr \sin \theta$$

[ 3 の解答群]

$$(1) \sqrt{v^2 - 2gr(1 - \sin \theta)} \quad (2) \sqrt{v^2 + 2gr(1 - \cos \theta)} \quad (3) \sqrt{2v^2 - gr(1 - \cos \theta)}$$
$$(4) \sqrt{v^2 - 2gr \cos \theta} \quad (5) \sqrt{v^2 - gr(1 - \cos \theta)} \quad (6) \sqrt{v^2 - 2gr(1 - \cos \theta)}$$

[ 4, 5 の解答群]

$$(1) \sqrt{gr} \quad (2) \sqrt{2gr} \quad (3) 2\sqrt{gr}$$
$$(4) 2\sqrt{2gr} \quad (5) 4\sqrt{gr} \quad (6) 4\sqrt{2gr}$$

**第2問** 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。解答は記述問題解答用紙に、考え方の過程も分かるように記述せよ。

図2のように高さ $h$  [m]、底面の辺の長さが $a$  [m]、 $b$  [m]（ただし、 $a > b$  とする）で、質量 $m$  [kg] の一様な直方体がある。この直方体をあらい平板に載せ、平板を水平から徐々に傾ける。図2の(a)のように辺 $a$ のみを傾ける方向では倒れることなく滑り出し、図2の(b)のように辺 $b$ のみを傾ける方向では滑り出す前に倒れた。直方体の底面と平板の間の静止摩擦係数 $\mu$ の範囲を求めよ。なお、解答に際し、必要に応じて重力加速度 $g$  [m/s<sup>2</sup>]、平板の水平からの角度 $\theta$  [°]を用いてよい。さらに必要なものがあれば自分自身で定義して説明に使用すること。

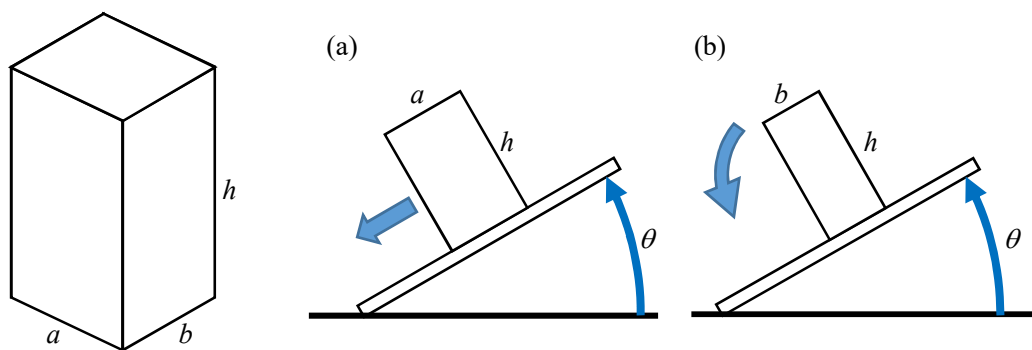


図2

第3問 次の文章を読み、該当する解答群から適切なものを選んで  ～  を埋めよ。

真空中で初速度 0 の電子（質量  $m$  [kg]，電気量  $-e$  [C]）を加速電圧  $V$  [V] で加速して電子線を得た。この電子線を、図3のように結晶面間隔  $d$  [m] の結晶に角度  $\theta$  [°] の方向から入射し、反射波の強度を測定した。

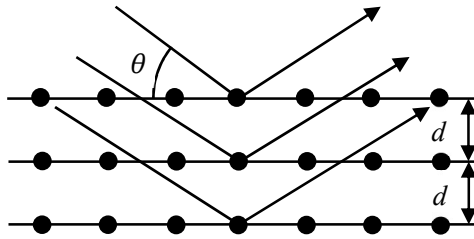


図3

- 問1 加速した電子が得た運動エネルギーは  [J] であり、電子の速さは  [m/s] である。
- 問2 電子の運動量  $p$  [kg·m/s] と電子線の波長  $\lambda$  [m] には  $\lambda = \frac{h}{p}$  の関係がある。ここで、 $h$  [J·s] はプランク定数である。よって、得られた電子線の波長は  $\lambda =$   [m] である。
- 問3 波長  $\lambda$  の電子線を結晶に入射させると、 の条件で強い反射が起こる。ただし、 $n$  は正の整数を表す。
- 問4 電子線の入射角  $\theta$  [°] を  $0^\circ$  から増加させたところ、 $30^\circ$  で初めて強い反射波が観測されたとすると、結晶面間隔は  $d =$   [m] と求められる。

[6の解答群]

- (1)  $eV$       (2)  $\frac{e}{V}$       (3)  $\frac{V}{e}$       (4)  $\frac{1}{eV}$       (5)  $\sqrt{eV}$

[7の解答群]

- (1)  $\sqrt{2meV}$       (2)  $\sqrt{\frac{2eV}{m}}$       (3)  $\sqrt{\frac{2mV}{e}}$       (4)  $\sqrt{\frac{2m}{eV}}$       (5)  $\frac{1}{\sqrt{2meV}}$

[8の解答群]

- (1)  $h\sqrt{2meV}$       (2)  $\frac{h\sqrt{m}}{\sqrt{2eV}}$       (3)  $\frac{h\sqrt{2eV}}{\sqrt{m}}$       (4)  $\frac{h\sqrt{V}}{\sqrt{2me}}$       (5)  $\frac{h}{\sqrt{2meV}}$

[ 9 の解答群]

- (1)  $d \sin \theta = n\lambda$       (2)  $d \cos \theta = n\lambda$       (3)  $2d \sin \theta = n\lambda$       (4)  $2d \cos \theta = n\lambda$   
(5)  $2d \sin \theta = (2n + 1)\lambda$

[ 1 0 の解答群]

- (1)  $h\sqrt{2meV}$       (2)  $h\sqrt{6meV}$       (3)  $\frac{h}{\sqrt{2meV}}$       (4)  $\frac{h}{\sqrt{6meV}}$       (5)  $\frac{2h}{\sqrt{6meV}}$

第4問 次の文章を読み、該当する解答群から適切なものを選んで  ～  を埋めよ。

図4に示す真空中の  $x$ - $y$  平面上で、長さ  $a$  [m] を単位として、 $x$  軸上の2点  $P_1(-\sqrt{3}a, 0)$ 、 $P_2(\sqrt{3}a, 0)$  に、ともに正の電荷  $q$  [C] が存在する場合を考える。真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m] とするとき、以下の問いに答えよ。

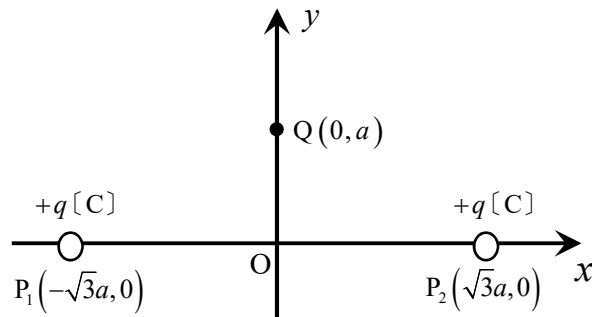


図4

- 問1 原点Oの電位は  [V] である。  
 問2 点  $P_1$  の電荷が原点Oに作る電場の強さは  [V/m] である。  
 問3 原点Oの電場の強さは  [V/m] である。  
 問4  $y$  軸上の点  $Q(0, a)$  の電位は  [V] である。  
 問5 点  $Q$  の電場の強さは  [V/m] である。

[11の解答群]

- (1)  $\frac{q}{12\pi\epsilon_0\sqrt{3}a}$  (2)  $\frac{q}{8\pi\epsilon_0\sqrt{3}a}$  (3)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0\sqrt{3}a}$  (4)  $\frac{q}{2\pi\epsilon_0\sqrt{3}a}$  (5)  $\frac{q}{\pi\epsilon_0\sqrt{3}a}$

[12, 13の解答群]

- (1)  $\frac{-q}{12\pi\epsilon_0 a^2}$  (2)  $\frac{-q}{6\pi\epsilon_0 a^2}$  (3) 0 (4)  $\frac{q}{6\pi\epsilon_0 a^2}$  (5)  $\frac{q}{12\pi\epsilon_0 a^2}$

[14の解答群]

- (1)  $\frac{q}{32\pi\epsilon_0 a}$  (2)  $\frac{q}{16\pi\epsilon_0 a}$  (3)  $\frac{q}{8\pi\epsilon_0 a}$  (4)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$  (5)  $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 a}$

[15の解答群]

- (1)  $\frac{q}{32\pi\epsilon_0 a^2}$  (2)  $\frac{q}{16\pi\epsilon_0 a^2}$  (3)  $\frac{q}{8\pi\epsilon_0 a^2}$  (4)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$  (5)  $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 a^2}$