

受験番号	16					
------	----	--	--	--	--	--

令和6年度工学部 学校推薦型選抜（女子学生特別選抜）

適性検査2

## 理 科 （物理）

### 注意事項

- 1 開始の合図があるまで，この冊子を開いてはいけない。
- 2 冊子（6ページよりなる）の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
- 3 解答は冊子の所定の欄に記入すること。
- 4 冊子には，表紙1箇所受験番号を記入する欄がある。開始後直ちに記入すること。
- 5 冊子の余白等は適宜利用してよいが，どのページも切り離してはいけない。

1 図 1-1 に示すように、同じ質量  $m$  の物体 A と物体 B が糸でつながれ、あらい水平面におかれている。A と B の水平面との動摩擦係数はそれぞれ  $\mu'_A$  と  $\mu'_B$  である。糸は伸びず、質量は無視できる。また、たるんでいないとき、糸は水平面と平行である。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

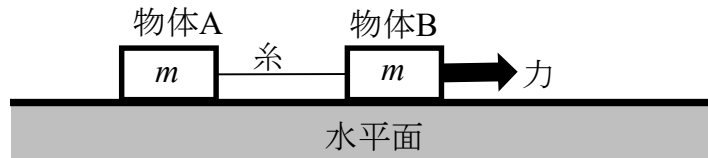


図 1-1

A と B が静止している状態から、B に水平右向きに力を加えた。このときの力の大きさ  $F$  は一定である。すると、A と B は水平右向きに一定の加速度で運動した。以下の問 1～問 3 を答えよ。

問 1 糸に加わる張力の大きさを  $T$  とする。A の水平面に沿った加速度の大きさ  $a_A$  を、 $F, m, \mu'_A, g, T$  の中から必要なものを用いて表せ。

問 2 B の水平面に沿った加速度の大きさ  $a_B$  を、 $F, m, \mu'_B, g, T$  の中から必要なものを用いて表せ。

問 3  $a_A, a_B, T$  を、 $F, m, \mu'_A, \mu'_B, g$  の中から必要なものを用いて表せ。

続けて、B に加わる力の大きさを調整し、A と B を水平右向きに一定の速さ  $v$  で運動させた。このとき、糸はたるんでいない。この状態から、B に力を加えるのをやめたところ、糸はたるまなかった。以下の問 4、問 5 を答えよ。

問 4 B に力を加えるのをやめた後に、糸がたるまない条件を考える。その条件は  $(\mu'_A \geq \mu'_B, \mu'_A < \mu'_B)$  のどちらかを答えて、その理由を説明せよ。

問 5 B に力を加えるのをやめたときから A が止まるまでの、A が動いた距離  $L$  を、 $m, \mu'_A, \mu'_B, g, v$  の中から必要なものを用いて表せ。

解答欄

問 1	$a_A = \frac{T}{m} - \mu'_A g$ <hr/>
問 2	$a_B = \frac{F - T}{m} - \mu'_B g$ <hr/>
問 3	$a_A = \frac{F}{2m} - \frac{1}{2}g(\mu'_A + \mu'_B) \qquad a_B = \frac{F}{2m} - \frac{1}{2}g(\mu'_A + \mu'_B)$ <hr/> $T = \frac{F + m\mu'_A g - m\mu'_B g}{2}$ <hr/>
問 4	$\mu'_A \geq \mu'_B$
問 5	$L = \frac{v^2}{(\mu'_A + \mu'_B)g}$ <hr/>

2 空気の屈折率を 1.0, 空気中での光の速さを  $3.0 \times 10^8$  m/s とする。以下の問に答えよ。有効数字は 2 桁とする。

問 1 空気中で波長  $4.0 \times 10^{-7}$  m の光について, 水中での波長  $\lambda$  [m] と速さ  $v$  [m/s] を求めよ。ただし, 水の屈折率を 1.3 とする。

問 2 この水中に上から無色透明な材質でできた棒を差し込むと, 水中の棒が見えなくなった。この材質の屈折率を答えよ。

問 3 問 2 において, 無色透明な材質でできた棒が見えなくなったのはなぜか。理由を簡潔な文章で表せ。

図 2-1 のように, 容器内に屈折率  $n_1$  ( $n_1 > 1.0$ ) の透明な液体が満たされており, 液体表面から深さ  $L$  の位置に点光源 P がおかれている。以下の問に答えよ。導出過程を必ず記すこと。

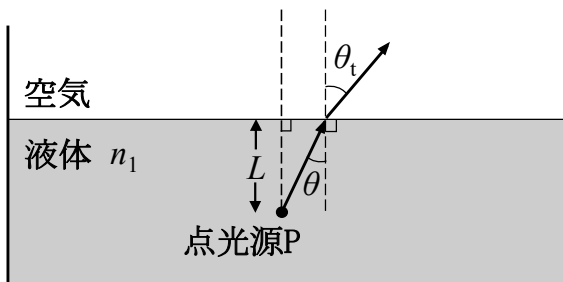


図 2-1

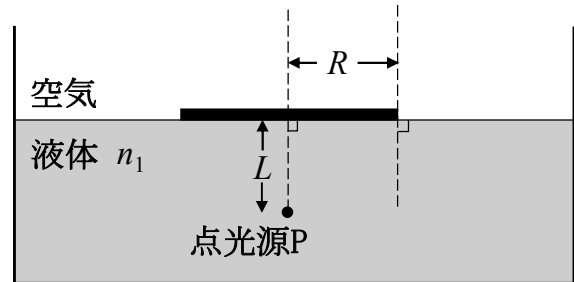


図 2-2

問 4 点光源 P から出た光が図 2-1 のように進む場合, 入射角  $\theta$  と屈折角  $\theta_t$  の関係を  $n_1, \theta, \theta_t$  を用いて表せ。

問 5 入射角  $\theta$  を大きくしていくと入射角  $\theta_0$  で屈折角  $\theta_t$  が  $90^\circ$  となり,  $\theta_0$  より大きな角度では光はすべて空気と液体の境界面で反射される。入射角  $\theta_0$  の満たす条件を表せ。

問 6 次に, 図 2-2 のように, 空気と液体の境界面に, 光を通さず厚さの無視できる半径  $R$  の円板を, 中心が点光源 P の真上にくるよう静かに浮かべた。点光源 P から出た光が空気中に進まないようにするために必要な円板の最小半径  $R'$  を  $n_1, L$  を用いて表せ。容器底面や側面での反射光は無視する。

解答欄

問 1	$\lambda = 3.1 \times 10^{-7} \text{m}$ $v = 2.3 \times 10^8 \text{ m/s}$	問 2	1.3
問 3	樹脂棒と水の屈折率に差がなく、樹脂棒で反射する光が存在しないので樹脂棒を見ることができない		
問 4	$n_1 \sin \theta = \sin \theta_t$		
問 5	$\sin \theta_0 = \frac{1}{n_1}$		
問 6	$R' = \frac{L}{\sqrt{n_1^2 - 1}}$		

3 図 3-1 のように、点  $O$  を原点とする  $x$  軸上において、 $x = a$  ( $>0$ ) の点  $A$  に正の電気量  $+q$  を持つ点電荷がある。以下の間に答えよ。ただし、クーロンの法則の比例定数を  $k$ 、電位の基準を無限遠とする。解答では  $a, k, q, x$  の中から必要なものを用いること。また、問 2～問 5 では導出過程も必ず記すこと。



図 3-1

問 1 位置  $x$  において、点  $A$  にある  $+q$  の電荷が作る電場の強さ  $E_x$  と電位  $V_x$  を求めよ。  
また、原点  $O$  における電位  $V_0$  を求めよ。

点  $A$  に  $+q$  の電荷が固定されている状態で、図 3-2 のように、電気量  $-2q$  の点電荷を  $x$  軸上の負の無限遠から原点  $O$  へ移動し固定した。



図 3-2

問 2  $-2q$  の電荷を負の無限遠から原点  $O$  に移動させる際、外力がした仕事  $W$  を求めよ。

問 3 原点  $O$  にある  $-2q$  の電荷が、点  $A$  にある  $+q$  の電荷から受けるクーロン力の大きさ  $F$  を求めよ。また、その向きは  $x$  軸の正負いずれの向きか。解答欄の正、負のいずれかを丸で囲むこと。

問 4 図 3-2 において、電場の強さが  $0$  となる位置  $x$  を答えよ。複数ある場合にはすべて答えること。ただし無限遠は含まない。

問 5 図 3-2 において、電位が  $0$  となる位置  $x$  を答えよ。複数ある場合にはすべて答えること。ただし無限遠は含まない。

解答欄

問 1	$E_x = \frac{kq}{(x-a)^2}$	$V_x = \frac{kq}{ x-a }$	$V_O = \frac{kq}{a}$
問 2	$W = \frac{-2kq^2}{a}$		
問 3	$F = \frac{2kq^2}{a^2}$	向き : $x$ 軸 ( <input type="checkbox"/> 正 <input type="checkbox"/> 負 ) の向き	
問 4	$x = (2 + \sqrt{2})a$		
問 5	$x = \frac{2}{3}a, 2a$		