

受験  
番号

学部

番

A — 1

## 物 理 解 答 用 紙

1

問1 [説明と計算式]

評  
点

点 A での運動エネルギー  $\frac{1}{2}mV_{A1}^2$  が点 B ですべて  
位置エネルギー  $mgR$  になる条件より、

$$\frac{1}{2}mV_{A1}^2 = mgR \text{ よって, } V_{A1} = \sqrt{2gR}$$

$$\text{答 } V_{A1} = \sqrt{2gR} \quad [\text{m/s}]$$

問2 [説明と計算式]

点 C を通過する時の垂直抗力が正であるためには、遠心力が  
重力の中心方向成分よりも大きくなる必要があることから、

$$mg \sin \theta = m \frac{V_{C1}^2}{R} \text{ より, } V_{C1} = \sqrt{gR \sin \theta}$$

$$\text{答 } V_{C1} = \sqrt{gR \sin \theta} \quad [\text{m/s}]$$

問3 [説明と計算式]

上式の  $\theta = \pi/2$  より、点 D を通過する時に必要な速さは、 $V_{D2} = \sqrt{gR}$  となる。

エネルギー保存則より、 $\frac{1}{2}mV_{A2}^2 = \frac{1}{2}mV_{D2}^2 + mg(2R)$

したがって、 $V_{A2} = \sqrt{5gR}$  となる。

点 A と点 E では位置エネルギーが等しいことから、運動エネルギーも等しくなり、

$$V_E = V_{A2} = \sqrt{5gR} \text{ となる。}$$

$$\text{答 } V_E = \sqrt{5gR} \quad [\text{m/s}]$$

問4 [説明と計算式]

点 E 到達までの時間を  $t_E$  とすると、鉛直方向の落下距離は  $\frac{1}{2}gt_E^2 = 2R$  と表せることから、

$t_E = \sqrt{\frac{4R}{g}}$  となる。この間の水平方向移動距離は、 $L_{AE} = V_{D2}t_E = \sqrt{gR} \times \sqrt{\frac{4R}{g}} = 2R$  となる。

$$\text{答 } L_{AE} = 2R \quad [\text{m}]$$

問5 [説明と計算式]

点 F に到達する時間を  $t_F$  とすると、点 D を通過する速さ  $V_{D3}$  は、 $V_{D3} = R/t_F$  となる。

$t_F$  における落下距離は  $\frac{1}{2}gt_F^2 = \frac{1}{4}R$ 、したがって、 $V_{D3} = \sqrt{2gR}$

点 G 到達時間は問4の  $t_E$  と等しくなることから、 $L_{AG} = V_{D3}t_E$

$$L_{AG} = \sqrt{2gR} \times \sqrt{4R/g} = \sqrt{8R} = 2\sqrt{2}R$$

$$\text{答 } L_{AG} = 2\sqrt{2}R \quad [\text{m}]$$

小  
計

物 理 解 答 用 紙

2

問1 [説明と計算式]

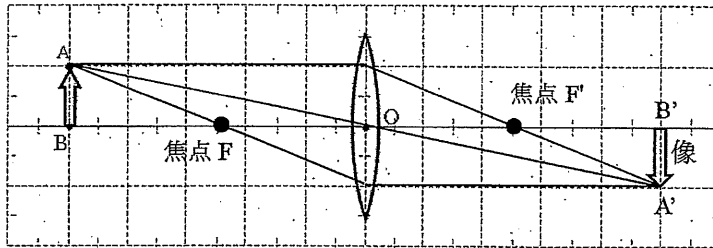
$x$ 、 $y$ 、 $f$ の関係は  $1/x + 1/y = 1/f$  (写像公式)

よって、 $y = xf/(x-f)$

倍率  $m$  は  $y/x$  なので、 $m = f/(x-f)$

答  $y = xf/(x-f)$   $m = f/(x-f)$

問2 [答]



答  $x = 2f$   $y = 2f$

問3 [答と説明]

答 ウ

図では点 A からレンズの 3 か所を通る光線を示したが、それ以外を通り点 A' に到達する光線も無数にある。上半分を紙で覆うと上側を通る光線は遮られるが、点 O より下側を通る光線による光は A' に集まる。ただし、遮られた分の光線が減るため A' は暗くなる。点 A 以外の物体上の全ての点で同様なため、全体的に暗い像となる。

問4 [説明と計算式]

問1の結果から、レンズ  $L_1$  の倍率を  $m_1$  とすると、 $m_1 = 60/(100-60) = 1.5$

答 向き：イ 倍率：1.5倍

問5 [説明と計算式]

像1の向きは実像なので物体と反対向き、像2の向きは虚像なので像1と同じ向きになる。

レンズ  $L_1$  と像1の距離を  $y_1$  とすると、問1の結果から  $y_1 = 100 \times 60 / (100 - 60) = 150$  mm

像1とレンズ  $L_2$  の距離を  $x_2$  とすると、 $x_2 = 225 - 150 = 75$  mm

レンズ  $L_2$  と像2の距離を  $y_2$  とすると、 $1/x_2 - 1/y_2 = 1/150$  より  $y_2 = 150$  mm

レンズ  $L_2$  の倍率を  $m_2$  とすると  $m_2 = 150/75 = 2$

求める物体に対する像2の倍率は、2つのレンズの倍率の積になるため、 $1.5 \times 2 = 3$

答 向き：エ 倍率：3倍



物 理 解 答 用 紙

<b>4</b>	<p>[説明と計算式] 極板 3 枚からなるこのコンデンサーは、極板 A, B からなるコンデンサーと、極板 B, C からなるコンデンサーを直列接続したものとみなせる。</p>	
問 1	<p>極板 B, C からなるコンデンサーの電気容量を <math>C_{BC}</math> [F]、極板 A, B からなるコンデンサーの電気容量を <math>C_{AB}</math> [F] とすると、<math>C_{AB}=3 C_{BC}</math> である。よって、2 つの直列コンデンサーの合成容量 <math>C_0</math> [F] は、<math>C_0 = \frac{C_{AB} C_{BC}}{C_{AB}+C_{BC}} = \frac{3 C_{BC}^2}{4 C_{BC}} = \frac{3}{4} C_{BC}</math> となる。これより、<math>C_{BC} = \frac{4}{3} C_0</math></p>	<p>答 <math>\frac{4}{3} C_0</math> [F]</p>
問 2	<p>[説明と計算式] コンデンサーの電気量が 0 の状態でスイッチ①を閉じると、スイッチ①を閉じた瞬間のコンデンサーの極板間の電位差は 0 で、電池の電圧 <math>V_0</math> はすべて抵抗①に加わる。この瞬間に流れる電流は、<math>I=V_0/R</math> となる。</p>	
	<p>(1) [答] <span style="margin-left: 100px;">答 <math>C_0 V_0</math> [C]</span></p>	<p>(2) [答] <span style="margin-left: 100px;">答 <math>(1/2) C_0 V_0^2</math> [J]</span></p>
問 3	<p>(3) [説明と計算式] 電池から送られたエネルギーの総量は <math>C_0 V_0^2</math> [J]。また、コンデンサーで蓄えられた静電エネルギーは、問 3 (2) より <math>(1/2) C_0 V_0^2</math> [J]。エネルギー保存則より、抵抗①で生じたジュール熱の総量は、これらの差分 <math>C_0 V_0^2 - (1/2) C_0 V_0^2 = (1/2) C_0 V_0^2</math> [J]。</p>	
		<p>答 <math>(1/2) C_0 V_0^2</math> [J]</p>
問 4	<p>(1) [説明と計算式] スイッチ②を閉じると、電荷が移動し極板 B, C 間の電位差は 0 になる。その結果、図右側のコンデンサーは、極板 A, B のみで構成されるとみなせるようになる。極板 A, B からなるコンデンサーの電気容量 <math>C_{AB}</math> は <math>C_{AB}=3 C_{BC}</math> であり、また <math>C_{BC} = \frac{4}{3} C_0</math> であるため、<math>C_{AB}=4 C_0</math> となる。</p>	
		<p>答 <math>4 C_0</math> [F]</p>
	<p>(2) [答] <span style="margin-left: 100px;">答 <math>4 C_0 V_0</math> [C]</span></p>	
問 5	<p>[説明と計算式] 極板 A, B 間の電気容量は <math>4 C_0</math>、極板 D, E 間の電気容量は <math>2 C_0</math> である。 スイッチ③が閉じられると、極板 A, B 間、また極板 D, E 間の電位差はともに <math>V_1</math> [V] となる。このとき、極板 A, B 間に蓄えられた電気量は <math>4 C_0 V_1</math> [C]、極板 D, E 間では <math>2 C_0 V_1</math> [C] である。 移動の前後で電荷は保存するので <math>4 C_0 V_1 + 2 C_0 V_1 = 4 C_0 V_0</math> となり、これより <math>V_1 = (2/3) V_0</math></p>	
		<p>答 <math>(2/3) V_0</math> [V]</p>

小 計	
--------	--