

全学科

I  
問 1

(1)  $u_1 \sqrt{\frac{m}{k}}$  [m]

(2)  $u_1 \sqrt{\frac{k}{m}}$  [m/s<sup>2</sup>]

(3) 導出過程  
 静止摩擦カ  $f = u_1 \sqrt{mk}$  が最大摩擦カ  $\mu(m+M)g$  以下で  
 あれば滑らないので  
 $u_1 \sqrt{mk} \leq \mu(m+M)g$       答  $u_1 \leq \frac{\mu(m+M)g}{\sqrt{mk}}$

問 2

(4)  $\frac{1}{4} m u_2^2$  [J]

(5)  $\frac{u_2^2}{4g}$  [m]

(6)  $\frac{u_2^2}{g}$  [m]

(7) 導出過程  
 1回目に床と衝突するまでの時間  $t_1$  は  
 $-\frac{1}{\sqrt{2}} u_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} u_2 - g t_1$   
 $\therefore t_1 = \frac{\sqrt{2} u_2}{g}$   
 はね返り係数も  $e$  とすると、1回目の  
 衝突直後の速度の鉛直成分の大きさは  
 $\frac{e}{\sqrt{2}} u_2$  より、1回目から2回目の衝突が起こる  
 までの時間  $t_2$  は  $t_1$  と同様に  
 $t_2 = \frac{\sqrt{2} e u_2}{g} = e t_1$   
 水平距離は時間に比例  
 し、 $e$  倍になるので、  
 答  $\frac{1}{2}$

問 3

(8)  $\frac{1}{\sqrt{2}} u_3 - v$  [m/s]

(9)  $\frac{m}{\sqrt{2}(m+M)} u_3$  [m/s]

(10)  $1 + \frac{m}{M}$

(11)  $\frac{1}{\sqrt{2}} v$  [m/s]

(12)  $\frac{1}{4} M v^2$  [J]

(13)  $(0 <) v < 2 \sqrt{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) g L}$

全学科

II

問 1

(1)  $0$  (C)

(2)  $E_x = \frac{kQ}{(r-\frac{a}{2})^2} - \frac{kQ}{(r+\frac{a}{2})^2}$  (V/m)

(3)  $G = 2akQ$  (Vm<sup>2</sup>)

問 2

(4)  $U = \frac{kQq}{r} - \frac{kQq}{r+a} - \frac{kQq}{r-a} + \frac{kQq}{r}$  (J)

(5) 導出過程  
 $\frac{1}{r \pm a} = \frac{1}{r} (1 \pm \frac{a}{r})^{-1} \doteq \frac{1}{r} \{ 1 \mp \frac{a}{r} + (\frac{a}{r})^2 \}$  (4)の結果を用いて、  
 $U \doteq kQq \left[ \frac{2}{r} - \frac{1}{r} \left\{ 1 - \frac{a}{r} + (\frac{a}{r})^2 \right\} - \frac{1}{r} \left\{ 1 + \frac{a}{r} + (\frac{a}{r})^2 \right\} \right]$   
 $= -\frac{2a^2kQq}{r^3} \leftrightarrow U = -\frac{qH}{r^3}$  と比べ  
 答  $H = 2a^2kQ$  (Jm<sup>3</sup>/C)

(6)  $q = \frac{CG}{ar^3}$  (C)

(7)  $K = \frac{CGH}{a}$  (Jm<sup>6</sup>)

問 3

(8)  $F = -\frac{K}{ar} \left\{ \frac{1}{r^6} - \frac{1}{(r+ar)^6} \right\}$  (N)

(9)  $L = 24a^2ck^2Q^2$  (Nm<sup>7</sup>)

(10)  $r^7$ に反比例してはたらくファンデルワールス力は、 $r^2$ に反比例してはたらくクーロン力に比べて、非常に小さい $r$ において、より大きくなる。

全学科

III

(1)

$$\cos \theta_1 = \frac{n_0}{n_1} \cos \theta_0$$

(2)  $n_0, n_1, n_2$  の大小関係

$\bullet n_2 < n_0 < n_1$      $\bullet n_0 < n_2 < n_1$      $\bullet n_0 < n_1 < n_2$

※これ以降の解答には  $\theta_1, n_1$  を用いないこと。

(3)

$$\frac{n_0}{n_2} \lambda \quad (\text{m})$$

(4)

$$2d \sin \theta_2 \quad (\text{m})$$

(5)

$$n_2 = n_0 \cos \theta_c$$

※これ以降の解答には  $\theta_c$  を用いないこと。

<p>(6) 液体 A の上面での反射</p> <p> <math>\bullet</math> 位相は <math>\pi</math> ずれる    <math>\bullet</math> 位相は変化しない                 </p>	<p>液体 A の下面での反射</p> <p> <math>\bullet</math> 位相は <math>\pi</math> ずれる    <math>\bullet</math> 位相は変化しない                 </p>
---	---

(7)

$$2d \sqrt{n_2^2 - n_0^2 \cos^2 \theta_0} = (m - \frac{1}{2}) n_0 \lambda$$

(8)

$$M \leq \frac{2n_2d}{n_0\lambda} + \frac{1}{2}$$

(9)

$$\frac{9n_0\lambda}{4n_2} \leq d < \frac{11n_0\lambda}{4n_2} \quad (\text{m})$$

(10)

$$d = 1.65 \times 10^{-6} \quad \text{m}$$