Ⅰ

問1

力のつり合いより

力の大きさ：$\underline{(2m+M)g}$

力の向き：<u>鉛直上向き</u>

問2

小物体 A と B は点 O から見て速さ $\left|\overrightarrow{v_{\mathrm{OA}}}\right|$ の等速円運動を行っている。

点 O に対する小物体 B の相対速度は $-\overrightarrow{v_{\mathrm{OA}}}$ だから

$$\overrightarrow{v_{\mathrm{B}}}=\underline{-\overrightarrow{v_{\mathrm{OA}}}+\overrightarrow{v_{\mathrm{O}}}}$$

また，円筒が滑らずに転がっていることから，小物体 B が最下点に来たとき $\overrightarrow{v_{\mathrm{B}}}=\vec{0}$ である。

$$\vec{0}=-\overrightarrow{v_{\mathrm{OA}}}+\overrightarrow{v_{\mathrm{O}}}$$

したがって

$$\left|\overrightarrow{v_{\mathrm{OA}}}\right|=\underline{\left|\overrightarrow{v_{\mathrm{O}}}\right|}$$

問3

小物体 A の速さは，最下点で最小値 0 をとり，最上点で最大値 $2\left|\overrightarrow{v_{\mathrm{O}}}\right|$ をとるので

運動エネルギーの最小値：$\underline{0}$

運動エネルギーの最大値：$\underline{2m\left|\overrightarrow{v_{\mathrm{O}}}\right|^2}$

問4

小物体 A は点 O から見て速さ $\left|\overrightarrow{v_{\mathrm{O}}}\right|$ の等速円運動を行っているので

$$T=\underline{\frac{2\pi r}{\left|\overrightarrow{v_{\mathrm{O}}}\right|}}$$

問5

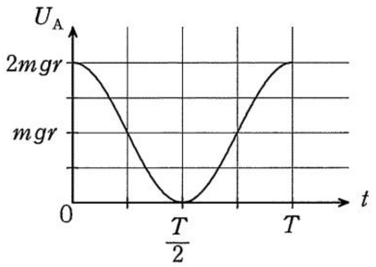
時刻 t におけるA，B の高さより

$$U_{\mathrm{A}}=mgr\left(1+\cos\frac{2\pi}{T}t\right)$$

$$U_{\mathrm{B}}=mgr\left(1-\cos\frac{2\pi}{T}t\right)$$

よって

$$U_{\mathrm{A}}+U_{\mathrm{B}}=\underline{2mgr}$$



© 河合塾　2024 年

Ⅱ

問 1

紙面に垂直に裏から表の向き

問 2

エネルギー保存の法則より

$$qV=\frac{1}{2}Mv^2$$

よって

$$v=\sqrt{\frac{2qV}{M}}$$

問 3

求める半径を r とする。

円運動の運動方程式より

$$M\frac{v^2}{r}=qvB$$

よって

$$r=\frac{Mv}{qB}$$

問 4

問 2，3より

$$r=\frac{Mv}{qB}=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2MV}{q}}$$

半径 r は変わらないので

$$\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2MV}{q}}=\frac{1}{B'}\sqrt{\frac{2M'V}{q}}$$

よって

$$\frac{M'}{M}=\left(\frac{B'}{B}\right)^2$$

問 5

問 4 の結果より， $M'=\left(\dfrac{B'}{1.00\times10^{-1}}\right)^2\times50$ だから

質量数の下限値：50

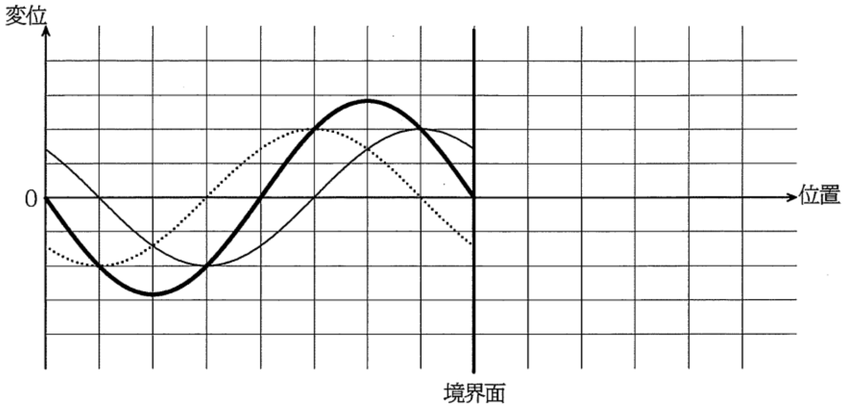
質量数の上限値：$\left(\dfrac{2.00}{1.00}\right)^2\times50=200$

質量数の差：$\left(\dfrac{2.00}{1.00}\right)^2\times50-\left(\dfrac{1.99}{1.00}\right)^2\times50\fallingdotseq200-198=2$

© 河合塾　2024 年

Ⅲ

問 1



問 2

$\dfrac{\lambda}{n_1}$

問 3

$2n_1d=\left(k+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

問 4

$5.2\times10^{-7}\ \mathrm{m}$

問 5

問 3，4 より

$$2n_1d=\left(k+\frac{1}{2}\right)\times5.2\times10^{-7}$$

図 3 より，強め合いの条件式は

$$2n_1d=k\times6.5\times10^{-7}$$

この 2 式から

$k=\underline{2}$

問 6

問 5 の結果より

$$d=\frac{\left(k+\frac{1}{2}\right)\lambda}{2n_1}=\frac{\left(2+\frac{1}{2}\right)\times5.2\times10^{-7}}{2\times1.7}\fallingdotseq3.82\times10^{-7}\fallingdotseq\underline{3.8\times10^{-7}\ \mathrm{m}}$$

© 河合塾　2024 年