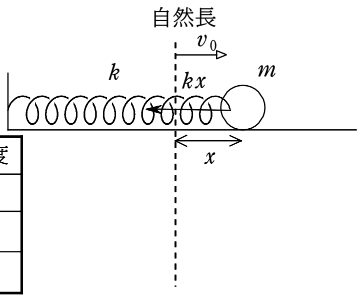
単振動　ドリル

1 水平ばね振り子

質量mのおもりを一端を固定したばねに取り付け，自然長の位置から初速度v_0を与えて，振動させた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（　　　　　　　　）　　　$\omega=$（　　　　　）

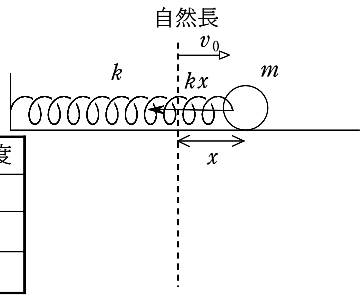
最大変位（振幅）　A　　$v_0=A\omega$より　　　$A=$（　　　　　　）

周期　$T=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　　　　　　）　　初期位相　（　　　　）

単振動の式　　$x=$（　　　　　　）$\sin\left\{\left(\qquad\right)t+(\qquad)\right\}$

解説

質量mのおもりを一端を固定したばねに取り付け，自然長の位置から初速度v_0を与えて，振動させた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	kx	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（　$kx=m\omega^2 x$　）　　　$\omega=$（　$\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　）

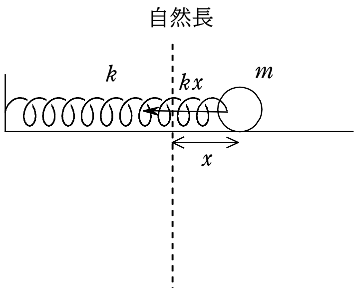
最大変位（振幅）　A　　$v_0=A\omega$より　　　$A=$（　$v_0\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）

周期　$T=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）　　初期位相　（　0　）

単振動の式　　$x=$（　$v_0\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）$\sin\left\{\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}\right)t+(\ 0\ )\right\}$

2 水平ばね振り子

質量mのおもりを一端を固定したばねに取り付け，自然長の位置から右方向にAずらして，振動させた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（　　　　　　　　）　　　$\omega=$（　　　　　）

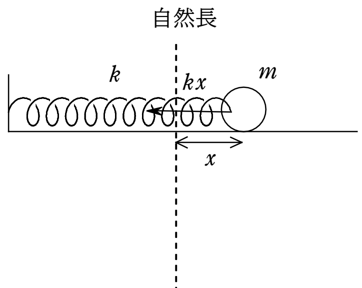
最大速度　　$v_0=A\omega=$（　　　　　）

周期　$T=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　　　　　　）　　初期位相　（　　　　）

正弦波の式　　$x=(\quad)\sin\left\{\left(\qquad\right)t+\left(\qquad\right)\right\}$

解説

質量mのおもりを一端を固定したばねに取り付け，自然長の位置から右方向にAずらして，振動させた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	kx	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（　$kx=m\omega^2 x$　）　　　$\omega=$（　$\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　）

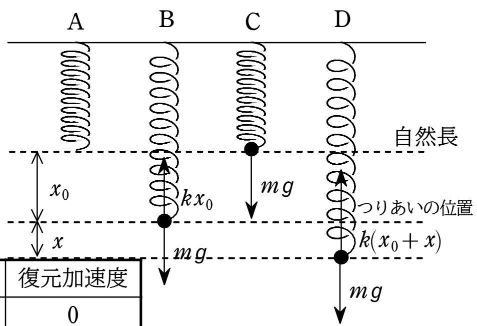
最大速度　　$v_0=A\omega=$（　$A\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　）

周期　$T=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）　　初期位相　（　$\dfrac{\pi}{2}$　）

正弦波の式　　$x=(A\ )\sin\left\{\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}\right)t+\left(\dfrac{\pi}{2}\right)\right\}$

3 鉛直ばね振り子

右図においてAはばねに何もつけず自然の状態でつるしたもので、Bは質量mのおもりをつるし他時のつり合いの位置である。このおもりを最初の自然長の位置まで持ち上げて静かに離すと単振動を始めた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

つり合いの条件式　　（　　　　）＝（　　　　）

運動方程式　（　　　　　　　　　　　）　　$\omega=$（　　　　　）

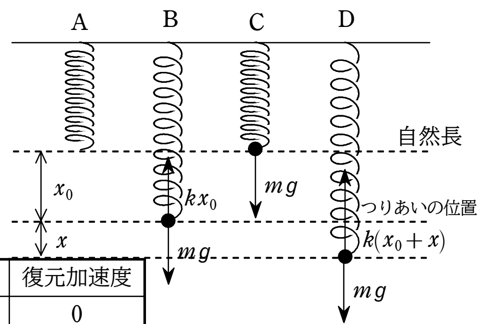
最大変位　$x_0=A=$（　　　　　）　最大速度$=A\omega=$（　　　　）

周期　$T=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　　　　　　）　　初期位相　（　　　　　）

単振動の式　　$x=$（　　　　）$\sin\left\{\left(\qquad\right)t+\left(\qquad\right)\right\}$

解説

右図においてAはばねに何もつけず自然の状態でつるしたもので、Bは質量mのおもりをつるし他時のつり合いの位置である。このおもりを最初の自然長の位置まで持ち上げて静かに離すと単振動を始めた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$k(x_0+x)-mg$	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

つり合いの条件式　　（　kx_0　）＝（　mg　）

運動方程式　（　$k(x_0+x)-mg=m\omega^2 x$　）　　$\omega=$（　$\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　）

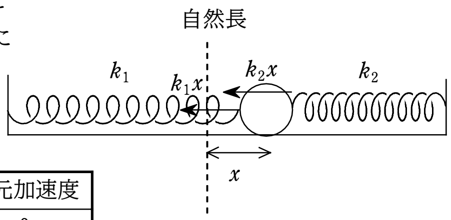
最大変位　$x_0=A=$（　$\dfrac{mg}{k}$　）　最大速度$=A\omega=$（　$g\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）

周期　$T=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）　　初期位相　（　$-\dfrac{\pi}{2}$　）

単振動の式　　$x=$（　$\dfrac{mg}{k}$　）$\sin\left\{\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}\right)t+\left(-\dfrac{\pi}{2}\right)\right\}$

4 複数ばねの水平ばね振り子

質量mのおもりにばね定数k_1，k_2のばねを互いに逆側に取り付け滑らかな水平面上に静止させたところ。互いに自然長の長さであった。このおもりを右にAずらして手を放したところ単振動を始めた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		ω^2x
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

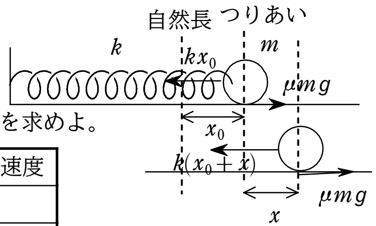
運動方程式　（　　　　　　　　　　　　）　$\omega=$（　　　　　）

最大変位　A　　最大速度$=A\omega=$（　　　　　）

周期　$T=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　　　　　）　　初期位相　（　　　　）

5 摩擦のある水平面上の単振動

動摩擦係数μの水平面上にばね定数kのばねに質量mのおもりを取り付け，自然長の位置より右にd引き延ばして手を放したところ，左方向に滑り静止した。静止するまでの時間及び滑った距離を求めよ。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		ω^2x
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

つり合いの位置のばねの伸びをx_0とする。

つり合いの式　（　　　　　　）

運動方程式　（　　　　　　　　　　）　$\omega=$（　　　　）

振幅　$A=d-x_0=$（　　　　）　最大速度$=A\omega=$（　　　　　　）

周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　　　　）　　初期位相$=$（　　）

静止するまでの時間$=$（　　　　）　　滑った距離$=$（　　　　　）

6 浮沈子の単振動

密度ρ_0の水中に高さh，断面積S，密度ρの四角柱を上面が水面すれすれになるように沈め手を放したところ，単振動を始めた。つり合いの位置を水面よりx_0出た位置とする。

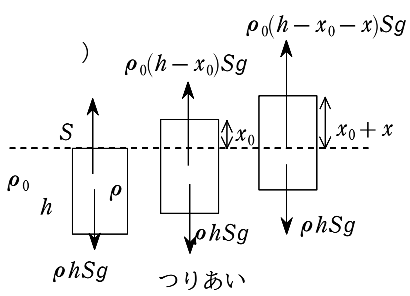
位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		ω^2x
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

質量　$m=$（　　　）

つり合いの式$=$（　　　　　　　　）

運動方程式$=$（　　　　　　　　　　　　）

$\omega=$（　　　　　）



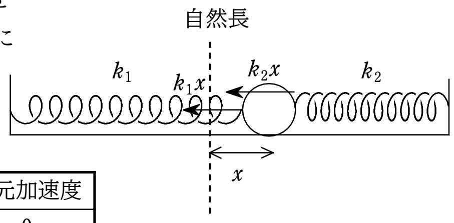
振幅$=x_0=$（　　　　）

最大速度$=$（　　　　　　　）

周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　　　　　）　　初期位相$=$（　　　）

解説

質量mのおもりにばね定数k_1，k_2のばねを互いに逆側に取り付け滑らかな水平面上に静止させたところ。互いに自然長の長さであった。このおもりを右にAずらして手を放したところ単振動を始めた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$(k_1+k_2)x$	ω^2x
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

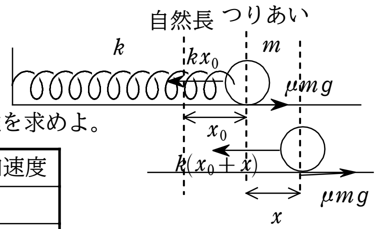
運動方程式　（　$(k_1+k_2)x=m\omega^2x$　）　$\omega=$（　$\sqrt{\dfrac{k_1+k_2}{m}}$　）

最大変位　A　　最大速度$=A\omega=$（　$A\sqrt{\dfrac{k_1+k_2}{m}}$　）

周期　$T=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1+k_2}}$　）　　初期位相　（　$\dfrac{\pi}{2}$　）

解説

動摩擦係数μの水平面上にばね定数kのばねに質量mのおもりを取り付け，自然長の位置より右にd引き延ばして手を放したところ，左方向に滑り静止した。静止するまでの時間及び滑った距離を求めよ。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$k(x+x_0)-\mu mg$	ω^2x
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

つり合いの位置のばねの伸びをx_0とする。

つり合いの式　（　$kx_0=\mu mg$　）

運動方程式　（　$k(x+x_0)-\mu mg=m\omega^2x$　）　$\omega=$（　$\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　）

振幅　$A=d-x_0=$（　$d-\dfrac{\mu mg}{k}$　）　最大速度$=A\omega=$（　$\left(d-\dfrac{\mu mg}{k}\right)\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　）

周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）　　初期位相$=$（　$\dfrac{\pi}{2}$　）

静止するまでの時間$=$（　$\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）　　滑った距離$=$（　$2\left(d-\dfrac{\mu mg}{k}\right)$　）

解説

密度ρ_0の水中に高さh，断面積S，密度ρの四角柱を上面が水面すれすれになるように沈め手を放したところ，単振動を始めた。つり合いの位置を水面よりx_0出た位置とする。

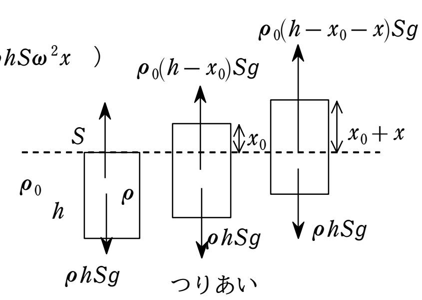
位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$\rho hSg-\rho_0(h-x_0-x)Sg$	ω^2x
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

質量　$m=$（　ρhS　）

つり合いの式$=$（　$\rho hSg=\rho_0(h-x_0)Sg$　）

運動方程式$=$（　$\rho hSg-\rho_0(h-x_0-x)Sg=\rho hS\omega^2x$　）

$\omega=$（　$\sqrt{\dfrac{\rho_0 g}{\rho h}}$　）



振幅$=x_0=$（　$\dfrac{\rho_0-\rho}{\rho_0}h$　）

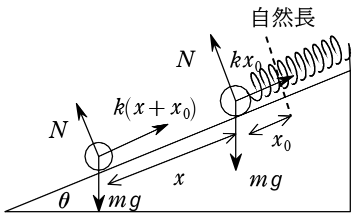
最大速度$=$（　$\dfrac{\rho_0-\rho}{\rho_0}h\sqrt{\dfrac{\rho_0 g}{\rho h}}$　）

周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　$2\pi\sqrt{\dfrac{\rho h}{\rho_0 g}}$　）　　初期位相$=$（　$-\dfrac{\pi}{2}$　）

7 斜面上の単振動

角度θの斜面の上端にばね定数kのばねを取り付け
他端に質量mのおもりを取り付け自然長の位置で
静かに離したところ単振動した。

位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$



力のつり合い（斜面方向）　（　　　　　　　　）

運動方程式　（　　　　　　　　）　　　ω＝（　　　　　）

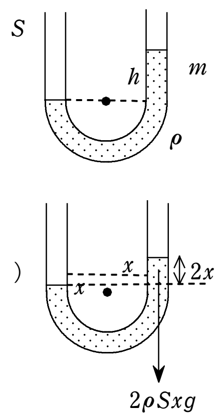
振幅　$A=x_0$＝（　　　　　）　最大速度＝$A\omega$＝（　　　　　　）

周期＝$\dfrac{2\pi}{\omega}$＝（　　　　　）　　初期位相＝（　　　）

8 U字管内の水の単振動

断面積SのU字管内に密度ρ，質量mの水を入れ左右の水位の
差を最初hになるようにして，振動させると単振動した。

位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$



運動方程式　（　　　　　　　　　）　　ω＝（　　　　　）

振幅　$A=x_0$＝（　　　）

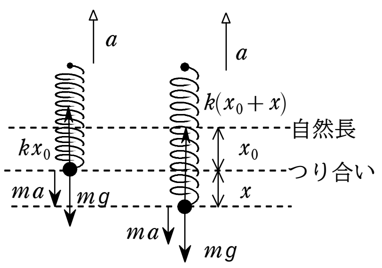
最大速度＝$A\omega$＝（　　　　　　）

周期＝$\dfrac{2\pi}{\omega}$＝（　　　　　　）　　　初期位相＝（　　　）

9 慣性力を含むばね振り子

静止したエレベーター内でばね定数kの
ばねに質量mのおもりを取り付けたばね振り
子を静止させていたところ，エレベーターが
加速度aで上向きに加速を始めたので，この
ばね振り子は単振動を始めた。

エレベーターが静止しているときのばねの
伸びをx_s，加速後のつり合いの位置のばねの
伸びをx_0とする。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

加速前のつり合いの式　（　　　　　）　　　x_s＝（　　　）

加速後のつり合いの式　（　　　　　　　）

運動方程式　（　　　　　　　　　　　）　ω＝（　　　　）

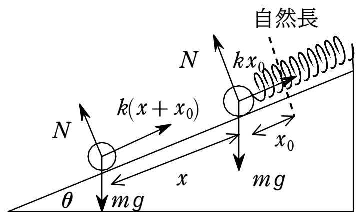
振幅＝$A=x_0-x_s$＝（　　　）　　最大速度＝$A\omega$＝（　　　　　）

周期＝$\dfrac{2\pi}{\omega}$＝（　　　　　）　　初期位相＝（　　　）

解説

角度θの斜面の上端にばね定数kのばねを取り付け
他端に質量mのおもりを取り付け自然長の位置で
静かに離したところ単振動した。

位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	kx	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$



力のつり合い（斜面方向）　（　$kx_0=mg\sin\theta$　）

運動方程式　（　$kx=m\omega^2 x$　）　　　ω＝（　$\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　）

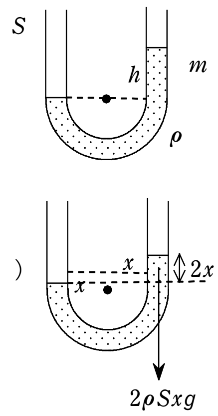
振幅　$A=x_0$＝（　$\dfrac{mg\sin\theta}{k}$　）　最大速度＝$A\omega$＝（　$g\sin\theta\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）

周期＝$\dfrac{2\pi}{\omega}$＝（$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）　　初期位相＝（　$-\dfrac{\pi}{2}$　）

解説

断面積SのU字管内に密度ρ，質量mの水を入れ左右の水位の
差を最初hになるようにして，振動させると単振動した。

位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$2\rho Sx$	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$



運動方程式　（　$2\rho Sxg=m\omega^2 x$　）　　ω＝（　$\sqrt{\dfrac{2\rho Sg}{m}}$　）

振幅　$A=x_0$＝（　$\dfrac{h}{2}$　）

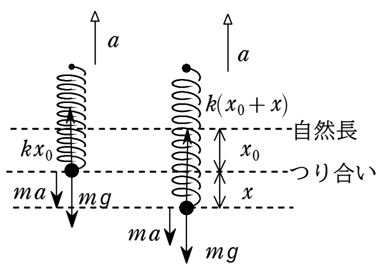
最大速度＝$A\omega$＝（　$\dfrac{h}{2}\sqrt{\dfrac{2\rho Sg}{m}}$　）

周期＝$\dfrac{2\pi}{\omega}$＝（　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2\rho Sg}}$　）　　　初期位相＝（　$\dfrac{\pi}{2}$　）

解説

静止したエレベーター内でばね定数kの
ばねに質量mのおもりを取り付けたばね振り
子を静止させていたところ，エレベーターが
加速度aで上向きに加速を始めたので，この
ばね振り子は単振動を始めた。

エレベーターが静止しているときのばねの
伸びをx_s，加速後のつり合いの位置のばねの
伸びをx_0とする。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$k(x_0+x)-mg-ma$	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

加速前のつり合いの式　（　$kx_s=mg$　）　　　x_s＝（　$\dfrac{mg}{k}$　）

加速後のつり合いの式　（　$kx_0=mg+ma$　）

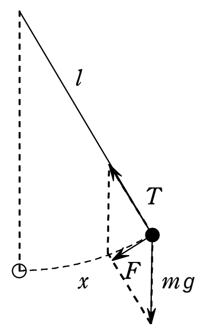
運動方程式　（　$k(x_0+x)-mg-ma=m\omega^2 x$　）　ω＝（　$\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　）

振幅＝$A=x_0-x_s$＝（　$\dfrac{ma}{k}$　）　　最大速度＝$A\omega$＝（　$a\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）

周期＝$\dfrac{2\pi}{\omega}$＝（　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　）　　初期位相＝（　$-\dfrac{\pi}{2}$　）

10 単振り子

天井から長さlのひもをつるし，他端に質量mのおもりを取り付け振り子を作った。この振り子を最初sだけずらして微小振動させた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（　　　　　　　　）　　　$\omega=$（　　　　）

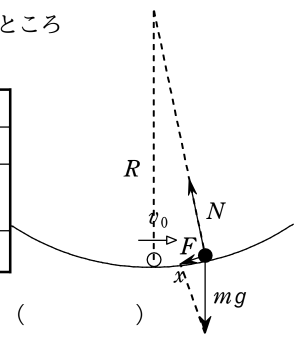
振幅　$A=$（　　）

最大速度$=A\omega=$（　　　　）　　周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　　　　　）

初期位相＝（　　）　　　　　最大加速度$=A\omega^2=$（　　　）

11 凹面上の振動

曲率半径Rの滑らかな凹面がある。この凹面上に質量mの球を静止させ，右に初速度v_0を与えたところこの小球は微小振動した。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（　　　　　　　　）　　　$\omega=$（　　　　）

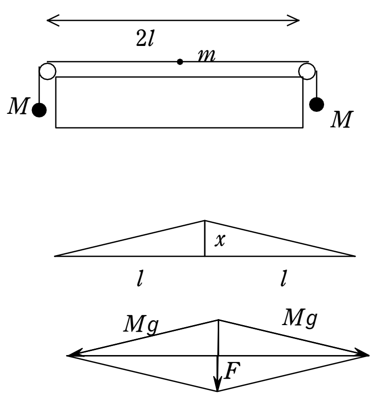
最大速度$=A\omega=$（　　）　振幅　$A=\dfrac{v_0}{\omega}=$（　　　　　）

周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　　　　　）　　　　初期位相＝（　　）

最大加速度$=A\omega^2=$（　　　　　）

12 弦上のおもりの微小振動

長さ$2l$の直方体の台上に2つの軽い滑車を取り付け軽いひもを通して両端に質量Mのおもりを取り付けた。ひもの中央に質量mの小物体を取り付け，この小物体を微小距離x_0下方向にずらして，微小振動させた。$M>>m$とする。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（　　　　　　　　）　　　$\omega=$（　　　　　）

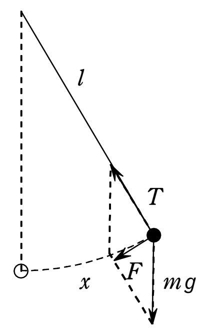
振幅　$A=$（　　）　最大速度$=A\omega=$（　　　　　　）

周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（　　　　　）　　　　初期位相＝（　　　）

最大加速度$=A\omega^2=$（　　　　　）

解説

天井から長さlのひもをつるし，他端に質量mのおもりを取り付け振り子を作った。この振り子を最初sだけずらして微小振動させた。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$\dfrac{mgx}{l}$	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（ $\dfrac{mgx}{l}=m\omega^2 x$ ）　　　$\omega=$（ $\sqrt{\dfrac{g}{l}}$ ）

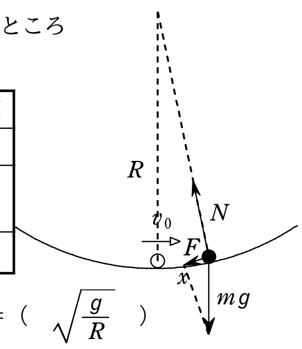
振幅　$A=$（ s ）

最大速度$=A\omega=$（ $s\sqrt{\dfrac{g}{l}}$ ）　　周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（ $2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$ ）

初期位相＝（ $\dfrac{\pi}{2}$ ）　　　　最大加速度$=A\omega^2=$（ $\dfrac{sg}{l}$ ）

解説

曲率半径Rの滑らかな凹面がある。この凹面上に質量mの球を静止させ，右に初速度v_0を与えたところこの小球は微小振動した。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$\dfrac{mgx}{R}$	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（ $\dfrac{mgx}{R}=m\omega^2 x$ ）　　　$\omega=$（ $\sqrt{\dfrac{g}{R}}$ ）

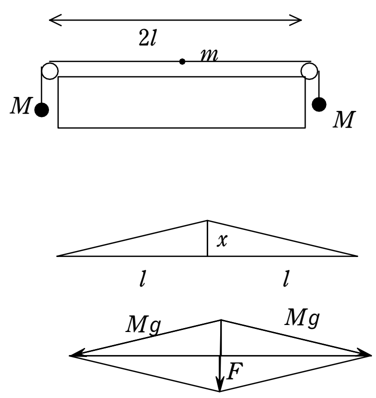
最大速度$=A\omega=$（ v_0 ）　　振幅　$A=\dfrac{v_0}{\omega}=$（ $v_0\sqrt{\dfrac{R}{g}}$ ）

周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（ $2\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$ ）　　　　初期位相＝（ 0 ）

最大加速度$=A\omega^2=$（ $v_0\sqrt{\dfrac{g}{R}}$ ）

解説

長さ$2l$の直方体の台上に2つの軽い滑車を取り付け軽いひもを通して両端に質量Mのおもりを取り付けた。ひもの中央に質量mの小物体を取り付け，この小物体を微小距離x_0下方向にずらして，微小振動させた。$M>>m$とする。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$\dfrac{2Mgx}{l}$	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

運動方程式　（ $\dfrac{2Mgx}{l}=m\omega^2 x$ ）　　　$\omega=$（ $\sqrt{\dfrac{2Mg}{ml}}$ ）

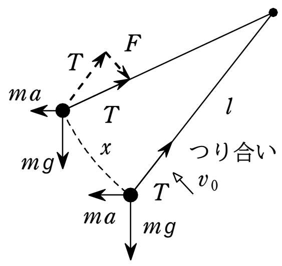
振幅　$A=$（ x_0 ）　最大速度$=A\omega=$（ $x_0\sqrt{\dfrac{2Mg}{ml}}$ ）

周期$=\dfrac{2\pi}{\omega}=$（ $2\pi\sqrt{\dfrac{ml}{2Mg}}$ ）　　　　初期位相＝（ $-\dfrac{\pi}{2}$ ）

最大加速度$=A\omega^2=$（ $\dfrac{2Mgx_0}{ml}$ ）

13　加速する電車内での単振動

加速度aで加速する電車内で長さlのひもに質量mのおもりを取り付け単振り子を作り静止させた。
その状態のおもりに初速度v_0を与えると微小振動した。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

つり合いの式より　$T=$（　　　　　　）

復元力Fは相似比より　$F=$（　　　　　　）　（Tを用いない式）

運動方程式　（　　　　　　）　　$\omega=$（　　　　　　）

最大速度＝$A\omega$＝（　　）　　振幅＝A＝（　　　　　　）

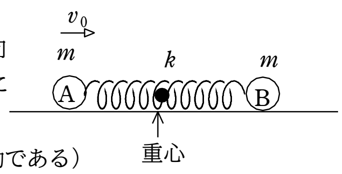
周期＝$\frac{2\pi}{\omega}$＝（　　　　　　）　　初期位相＝（　　）

最大加速度＝$A\omega^2$＝（　　　　　　）

14　ばねにつながれた二つのおもりの単振動

ばね定数kのばねに二つの質量mのおもりA，Bを取り付け，滑らかな水平面上に置き，Aに右方向に初速度v_0を与えたところ，振動しながら右方向に滑り始めた。

おもりBの振動について，（重心は等速直線運動である）



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v		$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

半分の長さのばね定数＝（　　）

加速度のない点（重心）を固定して考える。それ以外を固定して考えると慣性力が必要
ばね定数はばねの長さに反比例する。（$F=kx$でFが一定ならkとxは反比例）

運動方程式　（　　　　　　）　　$\omega=$（　　　　）

最大速度＝（　　）　　振幅＝（　　　　）　　初期位相＝（　　　）

周期＝$\frac{2\pi}{\omega}$＝（　　　　　）　　重心の速度＝（　　）

Aに初速を与えてからの時間tにおける重心に対する相対速度

$V=(\quad)\cos\left\{\left(\quad\quad\right)t+\left(\quad\quad\right)\right\}$

実際の速度　v＝重心速度＋$V=\left(\quad\right)+(\quad)\sin\left(\quad\quad\right)t$

最初のBの位置を原点としたときの重心に対する相対変位

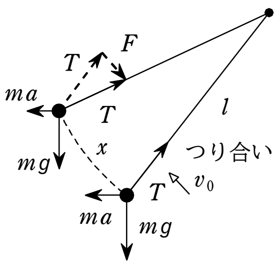
$X=\left(\quad\quad\right)\sin\left\{\left(\quad\quad\right)t+\left(\quad\quad\right)\right\}$

時間tにおけるBの位置座標

x＝重心の変位＋相対変位＝$\left(\quad\right)t-\left(\quad\quad\right)\cos\left(\quad\quad\right)t$

解説

加速度aで加速する電車内で長さlのひもに質量mのおもりを取り付け単振り子を作り静止させた。
その状態のおもりに初速度v_0を与えると微小振動した。



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$\frac{2Mgx}{l}$	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

つり合いの式より　$T=$（　$m\sqrt{a^2+g^2}$　）

復元力Fは相似比より　$F=$（　$\frac{m\sqrt{a^2+g^2}}{l}x$　）　（Tを用いない式）

運動方程式　（　$\frac{m\sqrt{a^2+g^2}}{l}x=m\omega^2 x$　）　　$\omega=$（　$\sqrt{\frac{\sqrt{a^2+g^2}}{l}}$　）

最大速度＝$A\omega$＝（　v_0　）　　振幅＝A＝（　$v_0\sqrt{\frac{l}{\sqrt{a^2+g^2}}}$　）

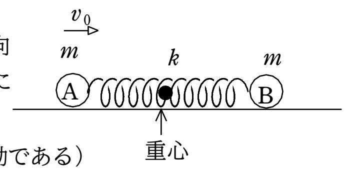
周期＝$\frac{2\pi}{\omega}$＝（　$2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{a^2+g^2}}}$　）　　初期位相＝（　0　）

最大加速度＝$A\omega^2$＝（　$v_0\sqrt{\frac{\sqrt{a^2+g^2}}{l}}$　）

解説

ばね定数kのばねに二つの質量mのおもりA，Bを取り付け，滑らかな水平面上に置き，Aに右方向に初速度v_0を与えたところ，振動しながら右方向に滑り始めた。

おもりBの振動について，（重心は等速直線運動である）



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	x	v	$2kx$	$\omega^2 x$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

半分の長さのばね定数＝（　$2k$　）

加速度のない点（重心）を固定して考える。それ以外を固定して考えると慣性力が必要
ばね定数はばねの長さに反比例する。（$F=kx$でFが一定ならkとxは反比例）

運動方程式　（　$2kx=m\omega^2 x$　）　　$\omega=$（　$\sqrt{\frac{2k}{m}}$　）

最大速度＝（　v_0　）　　振幅＝（　$v_0\sqrt{\frac{m}{2k}}$　）　　初期位相＝（　$-\frac{\pi}{2}$　）

周期＝$\frac{2\pi}{\omega}$＝（　$2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$　）　　重心の速度＝（　$\frac{v_0}{2}$　）

Aに初速を与えてからの時間tにおける重心に対する相対速度

$V=(v_0)\cos\left\{\left(\sqrt{\frac{2k}{m}}\right)t+\left(-\frac{\pi}{2}\right)\right\}$

実際の速度　v＝重心速度＋$V=\left(\frac{v_0}{2}\right)+(v_0)\sin\left(\sqrt{\frac{2k}{m}}\right)t$

最初のBの位置を原点としたときの重心に対する相対変位

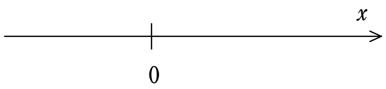
$X=\left(v_0\sqrt{\frac{m}{2k}}\right)\sin\left\{\left(\sqrt{\frac{2k}{m}}\right)t+\left(-\frac{\pi}{2}\right)\right\}$

時間tにおけるBの位置座標

x＝重心の変位＋相対変位＝$\left(\frac{v_0}{2}\right)t-\left(v_0\sqrt{\frac{m}{2k}}\right)\cos\left(\sqrt{\frac{2k}{m}}\right)t$

$\boxed{15}$ 一般論

x軸上で座標xに質量mの物体があるとき
$F=-ax+b$の力が働いているとする。最初$x=c$
の位置に静止していた物体が振動し始めた。
$\left(\dfrac{b}{a}<c\right)$



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	s	v		$\omega^2 s$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

つり合いの位置座標　（　　　）　（$F=0$となる位置）

つり合いの位置との変位をsとしたときの復元力の大きさ＝（　　　）

運動方程式　（　　　　　　）　　ω＝（　　　　　）

振幅＝A＝（　　　　　）　最大速度＝$A\omega$＝（　　　　　　　　）

初期位相＝（　　　）

時刻tのx座標　x＝つり合いの位置座標＋変位$=\left(\quad\right)+\left(\qquad\right)\sin\left\{\left(\qquad\right)t+\left(\quad\right)\right\}$

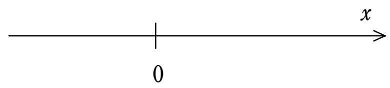
$x=\left(\quad\right)+\left(\qquad\right)\cos\left(\qquad\right)t$

時刻tの速度　$v=\left\{\qquad\qquad\qquad\right\}\cos\left\{\left(\qquad\right)t+\left(\quad\right)\right\}$

$v=-\left\{\qquad\qquad\qquad\right\}\sin\left(\qquad\right)t$

解説

x軸上で座標xに質量mの物体があるとき
$F=-ax+b$の力が働いているとする。最初$x=c$
の位置に静止していた物体が振動し始めた。
$\left(\dfrac{b}{a}<c\right)$



位置	変位	速度	復元力	復元加速度
つりあい	0	$A\omega$	0	0
任意	s	v	as	$\omega^2 s$
最大変位	A	0	$mA\omega^2$	$A\omega^2$

つり合いの位置座標　（ $\dfrac{b}{a}$ ）　（$F=0$となる位置）

つり合いの位置との変位をsとしたときの復元力の大きさ＝（ as ）

運動方程式　（ $as=m\omega^2 s$ ）　ω＝（ $\sqrt{\dfrac{a}{m}}$ ）

振幅＝A＝（ $c-\dfrac{b}{a}$ ）　最大速度＝$A\omega$＝（ $\left(c-\dfrac{b}{a}\right)\sqrt{\dfrac{a}{m}}$ ）

初期位相＝（ $\dfrac{\pi}{2}$ ）

時刻tのx座標　x＝つり合いの位置座標＋変位$=\left(\dfrac{b}{a}\right)+\left(c-\dfrac{b}{a}\right)\sin\left\{\left(\sqrt{\dfrac{a}{m}}\right)t+\left(\dfrac{\pi}{2}\right)\right\}$

$x=\left(\dfrac{b}{a}\right)+\left(c-\dfrac{b}{a}\right)\cos\left(\sqrt{\dfrac{a}{m}}\right)t$

時刻tの速度　$v=\left\{\left(c-\dfrac{b}{a}\right)\sqrt{\dfrac{a}{m}}\right\}\cos\left\{\left(\sqrt{\dfrac{a}{m}}\right)t+\left(\dfrac{\pi}{2}\right)\right\}$

$v=-\left\{\left(c-\dfrac{b}{a}\right)\sqrt{\dfrac{a}{m}}\right\}\sin\left(\sqrt{\dfrac{a}{m}}\right)t$