

2019 年度 物理学I 宿題 (第10回)

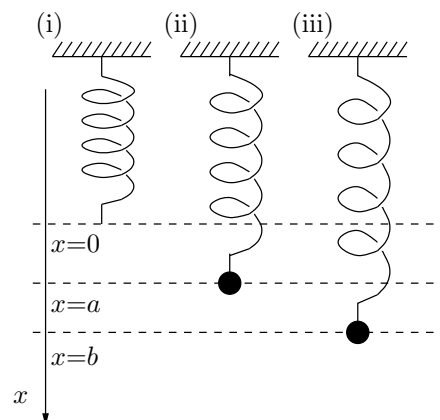
著作権上の問題が発生するため学生が個人的に利用することだけ認めます。くれぐれも2次配布しないでください。

学 科		学 年	年	番 号		氏 名	
--------	--	--------	---	--------	--	--------	--

1. 質量が無視できるバネが、一端を天井に固定し吊るしてある (状態 (i)). この時のバネの他端の位置を $x=0$ とする. この状態 (i) から、バネの他端に質量 m の小物体を取り付け、小物体を手で下から支えながら静かに小物体を降ろしたところ、バネが a だけ伸びたところで小物体は静止した (状態 (ii)) (この時の小物体の位置は $x=a$ であった). 以下では重力加速度の大きさを g とする.

(a) 状態 (ii) において、力のつり合いを考え、バネ定数 k を答えなさい.

(a)	
-----	--



状態 (ii) から、小物体を $x=b$ の位置まで、手で引っ張り下ろした後 (状態 iii), 小物体から静かに手を離したところ、小物体は鉛直方向に単振動した. 以下では、小物体が単振動を始めた時刻を $t=0$ とし、バネ定数を k として用いるものとする.

(b) 単振動を始めてから時間 $t=t$ だけ経過した時、小物体が $x=x$ の位置にあったとする. この時、小物体に関する運動方程式を答えなさい.

(b)	
-----	--

(c) 時刻 $t=0$ である状態 (iii) をもとに、初期条件である小物体の位置 $x(0)$, 速度 $v(0)$, 加速度 $a(0)$ をそれぞれ答えなさい.

(c)	位置 $x(0)$	速度 $v(0)$	加速度 $a(0)$
-----	-----------	-----------	------------

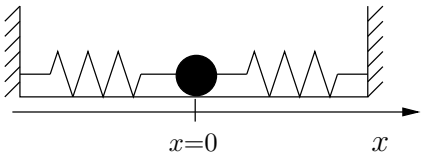
(d) 運動方程式と、初期条件をもとに、任意の時間 $t=t$ における小物体の位置, 速度, 加速度をそれぞれ答えなさい.

(d)	位置 $x(t)$	速度 $v(t)$	加速度 $a(t)$
-----	-----------	-----------	------------

(e) この小物体の単振動の周期 T を答えなさい.

(a)	
-----	--

2. 質量 m の小物体が、バネ定数 k の 2 本のバネと結ばれて、摩擦のない床にある。はじめバネは伸び縮みしていない状態であったとする (ばねが伸び縮みしていない時の、バネの長さを自然長とよぶ)。以下では、小物体は図の x 軸に沿って直線上を運動するものとする。



- (a) 図の状態から、手で小物体を $x=a(a > 0)$ の位置までずらした後、物体から静かに手を離れたところ、小物体は x 軸に沿って単振動を始めた。この小物体が単振動を始めた時刻を $t = 0$ とする。
 任意の時間 $t=t$ の時の小物体の位置を $x=x$ とし、小物体に関する運動方程式を答えなさい。
 (ヒント：自然長から変位 x だけ移動している時、物体に働く力は、右から $-kx$ 、左から $-k(-x)$ の調和力を受ける)。

(a)	
-----	--

- (b) 任意の時刻 $t=t$ における、小物体の位置 $x(t)$ 、速度 $v(t)$ 、加速度 $a(t)$ をそれぞれ答えなさい。

(b)	位置 $x(t)$	速度 $v(t)$	加速度 $a(t)$
-----	-----------	-----------	------------

- (c) 小物体の単振動の周期を答えなさい。

(c)	
-----	--

3. 以下の空欄にあてはまる適切な記号または言葉を解答せよ。

物体 A に一定の力 $\vec{F}$ を加えながら一直線上を距離 $\vec{s}$ だけ移動させたとする。この時、 $\vec{F}$ と $\vec{s}$ の (a) と呼ばれる演算方法は $W = \vec{F} \cdot \vec{s}$ と表せ、この演算結果である W のことを、力 $\vec{F}$ が物体にした (b) と呼ぶ。

いま、地上にある質量 m の物体を、重力に逆らいながら鉛直上方の高さ h まで持ち上げる (b) をする。この時、物体に加えた力の大きさは mg で、力 mg が物体に加えた (b) は m, g, h を用いて (c) と表わせる。また、この加えられた (b) は、物体の (d) として蓄えられると考え、高さ h にある質量 m 物体は (c) の (d) を持つという。この (b) と (d) の単位は共に (e) である。

さらに、物体を一般の曲線上で移動させる場合の (b) を考える。曲線上の 2 点 A, B の間の、とある微小距離 $d\vec{r}$ の間を、力 $\vec{F}$ だけ加えて物体を移動させる。この時、力 $\vec{F}$ が物体に加える (b) は $dW =$ (f) と表せる。よって、2 点 A, B の間を動かした場合、(b) の総量は、積分を用いて、(g) と表せる。

また、質量 m の物体が速度 v で運動している時、この物体の運動 (d) は (h) と表せる。

(a)		(b)		(c)		(d)	
(e)		(f)		(g)		(h)	