

2019年度 物理学I 宿題 (第11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. 一定の力 $F = 5.0$ [N] の力を受けて、 x 軸上を運動する物体がある。物体の位置 x [m] と時間の関係が $x = 3t^2 + 6t$ だったとする。次の各時間に力 F が物体になした仕事を求めよ。単位も忘れず付けて答えよ。

(a) $t = 0.0 \sim 1.0$ [s] の 1.0 [s] 間になした仕事。 (b) $t = 0.0 \sim 3.0$ [s] が 3.0 [s] 間になした仕事。

(a)		(b)	
-----	--	-----	--

2. 質量 M の物体から x だけ離れたところにある質量 m の物体に働く万有引力は $F(x) = G \frac{Mm}{x^2}$ である。この万有引力による位置 (ポテンシャル) エネルギー ($U(x)$) を計算せよ。ただし、 x の積分範囲は、 ∞ から x までとし、 $U(x = \infty) = 0$ とする。

(答)	
-----	--

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。また、以下の問では重力加速度は g とする。

力学で扱う保存する3つの物理量は (a) , (b) , (c) である。いま、質量 m の物体が一直線上を速度 v で運動しているときこの物体がもつ運動エネルギーは (d) と表せる。また、バネ定数 k のバネが自然長から ℓ だけ伸びている場合、バネのもつ弾性エネルギーは (e) と表せる。

さて、重力やバネの弾性力などのように保存力と呼ばれる力がなす仕事は途中の道筋によらず始点と終点だけで決まる。いま保存力を $\vec{F}$ 、微小移動距離を $d\vec{r}$ とすると、任意の点 P から基準点 Q まで物体が移動するとき、この保存力がする仕事を、点 P における位置エネルギーとよぶ。この位置エネルギー U_P は、積分記号と $\vec{F}$ 、 $d\vec{r}$ を用いて $U_P =$ (f) と表せる。今、重力による位置エネルギーを考える。質量が m の物体に働く重力は、地表から鉛直上向きを x 軸の正の方向とすると $F =$ (g) と表せる。よって地表から高さ h にある物体がもつ位置エネルギーは、(f) を用いて (h) と算出できる。また、運動エネルギーと位置エネルギーの和 ((d) $+ U_P$) のことを (i) とよび、この和は保存力以外の力が物体に作用しない場合には、一定に保たれる。この法則を (j) とよぶ。

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

4. 地上から高さ h にある物体が自由落下する運動を考える。以下の問では重力加速度の大きさを g とせよ。

(a) 高さ h にある物体がもつ位置エネルギー（ポテンシャルエネルギー）を答えよ。

(答)

(b) 地上に到達する直前の物体の速度の大きさを求めよ。ただし、高さ h にある時の位置エネルギーが全て、物体の運動エネルギーになるというエネルギー保存則を用いるものとする。

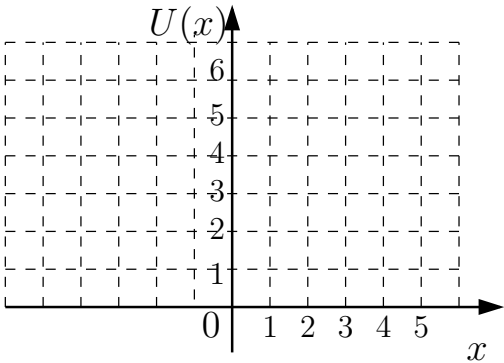
(答)

5. バネ定数 k のバネが自然長から x 伸びた時、バネが持つ弾性エネルギーを $U(x)$ とする。

(a) バネが x だけ伸びて（縮んで）いた時、バネの弾性エネルギーを k, x を用いて表せ。

(答)

(b) バネ定数が $k = 1.0[\text{N/m}]$ とすると、 $x = 0[\text{m}]$ 、 $x = 2.0[\text{m}]$ 、 $x = -3.0[\text{m}]$ の時のバネの弾性エネルギーを単位を必ずつけて、それぞれ答えよ。



$(x = 0.0)$		$(x = 2.0)$		$(x = -3.0)$	
-------------	--	-------------	--	--------------	--

(c) また、横軸 x 、縦軸 $U(x)$ のグラフを示せ。但し、バネの伸び x の単位は $[\text{m}]$ とする（この縦軸に位置、縦軸にポテンシャルエネルギーを描いたグラフをエネルギー図と呼ぶ）。

6. バネ定数 k のバネに取り付けられ、摩擦のない水平面上で単振動している小物体がある。小物体の質量を m とする。いま、小物体の座標が $x(t) = A\sin(\omega t + \alpha)$ と表せるものとする (A は振幅、 ω は角振動数、 α は任意の角度で、いずれも定数である)。以下の問に答えよ。

(a) 質量 m 、バネ定数 k 、角振動数 ω の間に成り立つ関係式を答えなさい。

(答)	
-----	--

(b) 任意の時間における、単振動している物体の速度を求めよ。

(答)	
-----	--

(c) 任意の時間における、単振動している物体の運動エネルギー (K) と弾性エネルギー (U) をそれぞれ答えよ。

(K)		(U)	
---------	--	---------	--

(d) 問 (a) と (c) の結果を用いて、 $K + U$ を計算せよ。

(答)	
-----	--

7. 水平で滑かな平面にあるバネをつけた $4[\text{kg}]$ の物体を、バネが平衡 (自然長) の位置から $0.2[\text{m}]$ だけ手で横に引っ張った。バネ定数を $k = 100[\text{N/m}]$ として以下の問に答えよ。以下の解答では、必ず単位を付けて答えよ。

(a) 手で横に引っ張った状態で手を止めたとき、バネの持つ弾性エネルギーを求めよ。

(答)	
-----	--

(b) その後、物体から手を離したとき、物体の最大の速度はいくらになるか求めよ。

(答)	
-----	--