作业人	班　级	学　　号	姓　名	得　分
批阅人	班　级	学　　号	姓　名	得　分

第一章　质点机械运动的描述

一、选择题

1-1-1. 某质点做直线运动的运动学方程为 $x=2+4t+6t^3\,(\mathrm{SI})$，则该质点做（　　）。

(A) 沿 x 轴的匀加速直线运动，加速度沿 x 轴正方向
(B) 沿 x 轴的匀加速直线运动，加速度沿 x 轴负方向
(C) 沿 x 轴的变加速直线运动，加速度沿 x 轴负方向
(D) 沿 x 轴的变加速直线运动，加速度沿 x 轴正方向

1.1.2. 已知质点的运动方程为 $x=At^2$，$y=Bt^2$，其中 A、B 均为常数，且 $A>0$、$B>0$，则质点的运动为（　　）。

(A)一般曲线运动　(B)匀速直线运动　(C)匀变速直线运动　(D)变速直线运动

1.1.3. 某质点按 $x=3\sin 2t$，$y=4\cos 2t$ 的规律运动，则其运动轨迹是一个（　　）。

(A)圆　(B)直线　(C)椭圆　(D)双曲线

1.1.4. 质点由一点运动到另外一点，以下说法正确的是（　　）。

(A)路程是唯一的
(B)位移是唯一的
(C)位移的大小等于路程
(D)如果质点作直线运动，位移的大小等于路程

1.1.5. 质点的运动方程为 $x=At$，$y=B+Ct^2$，A、B、C 均为正常数，当质点的运动方向与 x 轴成 45° 角时，质点运动的速率为（　　）。

(A) A；　(B) $\sqrt{2}A$；　(C) $2C$；　(D) $\sqrt{A+4C^2}$。

1.1.6. 质点做空间曲线运动，位置矢量为 $\vec{r}$、大小为 r，在直角坐标系和自然坐标系中质点的位置分别表示为 (x,y,z) 和 $s=s(t)$，则质点瞬时速度矢量的大小 $|\vec{v}|$ 不可表示为（　　）。

(A) $\left|\dfrac{d\vec{r}}{dt}\right|$　(B) $\dfrac{dr}{dt}$　(C) $\dfrac{d|\vec{r}|}{dt}$　(D) $\dfrac{ds}{dt}$　(E) $\left|\dfrac{ds}{dt}\right|$

(F) $\dfrac{dx}{dt}+\dfrac{dy}{dt}+\dfrac{dz}{dt}$　(G) $\left|\dfrac{dx}{dt}\hat{i}+\dfrac{dy}{dt}\hat{j}+\dfrac{dz}{dt}\hat{k}\right|$　(H) $\sqrt{\left(\dfrac{dx}{dt}\right)^2+\left(\dfrac{dy}{dt}\right)^2+\left(\dfrac{dz}{dt}\right)^2}$

1.1.7. 质点做空间曲线运动，位置矢量为$\vec{r}$、大小为r，速度为$\vec{v}$，速率为v，在直角坐标系和自然坐标系中质点的位置分别表示为(x,y,z)和$s=s(t)$，质点运动轨迹的曲率半径为ρ，则质点瞬时加速度矢量的大小$|\vec{a}|$不可表示为（　　　　）。

（A）$\left|\frac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}\right|$　（B）$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$　（C）$\frac{\mathrm{d}|\vec{v}|}{\mathrm{d}t}$　（D）$\frac{\mathrm{d}^2 r}{\mathrm{d}t^2}$　（E）$\frac{\mathrm{d}^2|\vec{r}|}{\mathrm{d}t^2}$　（F）$\left|\frac{\mathrm{d}^2\vec{r}}{\mathrm{d}t^2}\right|$

（G）$\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}+\frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}t^2}+\frac{\mathrm{d}^2z}{\mathrm{d}t^2}$　（H）$\left|\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}\hat{i}+\frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}t^2}\hat{j}+\frac{\mathrm{d}^2z}{\mathrm{d}t^2}\hat{k}\right|$　（I）$\frac{\mathrm{d}^2s}{\mathrm{d}t^2}$

（J）$\left|\frac{\mathrm{d}^2s}{\mathrm{d}t^2}\right|$　（K）$\sqrt{\left(\frac{v^2}{\rho}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)^2}$　（L）$\sqrt{\left(\frac{v^2}{\rho}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}^2s}{\mathrm{d}t^2}\right)^2}$

1.1.8. 质点沿半径为R的圆周做匀速率运动，每T秒转一圈。在$2T$时间间隔中，质点运动平均速度大小与平均速率大小分别为（　　　）。

(A) 0, $\frac{2\pi R}{T}$　(B) $\frac{2\pi R}{T}$, $\frac{2\pi R}{T}$　(C) 0, 0　(D) $\frac{2\pi R}{T}$, 0.

1.1.9. 质点作半径为R的变速圆周运动时的加速度大小为（v表示质点的速率）（　　）。

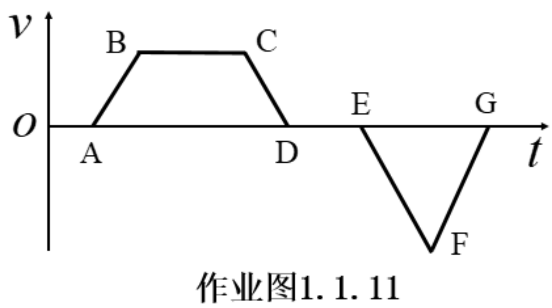
（A）$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$　(B) $\left[\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\frac{v^4}{R^2}\right)\right]^{1/2}$　（C）$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}+\frac{v^2}{R}$　(D) $\frac{v^2}{R}$

1.1.10. 质点沿半径为R的圆周运动，质点运动的弧坐标表示为$S=bt-\frac{1}{2}ct^2$，b、c均为常数，且$b>\sqrt{Rc}$，则切向加速度与法向加速度大小相等所经历的最短时间为（　　）。

(A) $\frac{b}{c}-\left(\frac{R}{c}\right)^{1/2}$　(B) $\frac{b}{c}+\left(\frac{R}{c}\right)^{1/2}$　(C) $\frac{b}{c}-R$　(D) $\frac{b}{c}+R$

1.1.11. 沿直线运动的物体，$v-t$曲线如作业图 1.1.11 中 ABCDEFG 折线所示，已知 AD>EG，梯形 ABCD 与 ΔEFG 面积相等，则在 AD 与 EG 两段时间内（　　）。

(A)位移相等，路程相等
(B)位移不等，路程不等
(C)位移不等，路程相等
(D)两段平均速率相等



作业图1.1.11

1.1.12. 一质点沿直线运动，其速度表示为$v=v_0\exp(-kt)$ （式中k为常数），已知$t=0$时，$x_0=0$，则该质点的运动方程为（　　）。

（A） $x=\dfrac{v_0}{k}\exp(-kt)$　　　　（B） $x=-\dfrac{v_0}{k}\exp(-kt)$

（C） $x=\dfrac{v_0}{k}\left[1-\exp(-kt)\right]$　　　　（D） $x=-\dfrac{v_0}{k}\left[1-\exp(-kt)\right]$

1.1.13. 某物体的运动规律为$\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=-kv^2t$，式中$k$为常数。当$t=0$时，初速度大小为$v_0$，则速度大小$v$与时间$t$的函数关系为（　　　　）

（A） $v=\dfrac{1}{2}kt^2+v_0$　　　　（B） $v=-\dfrac{1}{2}kt^2+v_0$

（C） $\dfrac{1}{v}=\dfrac{kt^2}{2}+\dfrac{1}{v_0}$　　　　（D） $\dfrac{1}{v}=-\dfrac{kt^2}{2}+\dfrac{1}{v_0}$

1.1.14. 下面各种判断中，错误的有（　　　　　）。

(A)质点做直线运动时，加速度的方向与运动方向总是一致的。
(B)质点做匀速率圆周运动时，加速度的方向总是指向圆心。
(C)质点做斜抛运动时，加速度的方向恒定。
(D)质点作曲线运动时，加速度的方向总是指向曲线的曲率中心。
(E)质点具有恒定的速度，但仍可能具有变化的速率。
(F)质点具有恒定的速率，但仍可能具有变化的速度。
(G)质点加速度方向恒定，但速度方向仍可能在不断变化着。

1.1.15. 以下说法不正确的有（　　　　）。

（A）质点作直线运动时位置矢量方向一定不变。
（B）平均速率等于平均速度的大小。
（C）质点位移的大小$\left|\Delta\vec{r}\right|$等于质点路程的改变$\Delta s$。
（D）质点作匀速圆周运动，则质点位移的大小为零，$\left|\Delta\vec{r}\right|=0$。
（E）质点作匀速圆周运动，则质点速度变化的大小为零，$\left|\Delta\vec{v}\right|=0$。
（F）质点作圆周运动时，位置矢量的大小一定不变。
（G）质点作圆周运动时，加速度一定与速度方向垂直。
（H）伽利略速度变换式适用于以任何速率运动的物体。

二、填空题

1.2.1. 由于运动是相对的，所以物体的运动状态与参考系的选择________________，而与选取何种类型的坐标系________________。

1.2.2. 一个质点沿Ox轴运动，运动方程为$x=3t^2-2t^3(\mathrm{SI})$。当质点的加速度为零时，质点运动速度的大小$v=$____________，速度的方向__________________。

1.2.3. 如果一质点的运动方程为$\vec{r}=t\hat{i}+2t^3\hat{j}(\mathrm{SI})$，则$t=1\mathrm{s}$时的速度$\vec{v}_1=$__________和加速度$\vec{a}_1=$________，$1\sim3\mathrm{s}$内的平均速度$\bar{\vec{v}}=$__________和平均加速度$\bar{\vec{a}}=$__________。

1.2.4. 给出一种质点的运动形式：

$\left|\dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}\right|=0$ 的运动是____________________的运动；

$\dfrac{\mathrm{d}|\vec{v}|}{\mathrm{d}t}=0$ 的运动是____________________的运动；

$\dfrac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}=0$、$\dfrac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}\neq0$ 的运动是________________的运动；

$\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=0$、$\dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}\neq0$ 的运动是________________的运动。

1.2.5. 一个质点在平面内做曲线运动，运动方程为$x=2t$，$y=19-t^2$ (SI)，则该质点在t时刻的位置矢量为$\vec{r}=$______(SI)，速度矢量$\vec{v}=$______(SI)，加速度矢量$\vec{a}=$______(SI)。

1.2.6. 在一般曲线运动中，切向加速度$\vec{a}_\mathrm{t}$是反映速度________变化的物理量，法向加速度$\vec{a}_\mathrm{n}$则是反映速度_________变化的物理量。

1.2.7. 一个弹球在水平面内以顺时针方向沿半径为3m的圆形轨道运动。弹球的角速度为$\omega=kt^2$ (SI)，式中k为常数。已知弹球在第4s末的速度为$4\mathrm{m\cdot s^{-1}}$，则$t=1\mathrm{s}$时弹球转过的角度$\theta=$_________，角加速度$\beta=$_________，加速度大小$a=$___________。

1.2.8. 一质点在水平面内以顺时针方向沿半径为R的圆形轨道运动的运动。角加速度与运动时间的关系为$\beta=6t$。已知$t=0$时，角速度为ω_0，角坐标为θ_0。则任意时刻的角速度$\omega=$_____；角坐标$\theta=$_____；切向加速度大小$a_\mathrm{t}=$_____；法向加速度大小$a_\mathrm{n}=$_____。

1.2.9. 质点沿直线运动，加速度$a=4-t^2$ (SI)，当$t=3\mathrm{s}$时，质点位于$x=9\mathrm{m}$处，$v=2\mathrm{m\cdot s^{-1}}$，则质点在任意时刻的速度__________，运动方程为______________。

1.2.10. 由伽利略变换可以得出：同时性是__________，时间间隔的测量是__________，空间间隔（长度）的测量是________；伽利略变换反映了经典力学的_________时空观。

1.2.11. 轮船在水中以相对于水的速度$\vec{v}_1$航行，水流速度为$\vec{v}_2$。一人相对于甲板以速度$\vec{v}_3$行走，如果人相对于岸静止，则由伽利略速度变换，$\vec{v}_1$、$\vec{v}_2$、$\vec{v}_3$的关系式为________________。

三、计算题

1. 3. 1. 已知质点在 Oxy 坐标系中作平面运动，其运动方程为 $\vec{r}=t^3\hat{i}+5t\hat{j}(\mathrm{SI})$，求：

(1) 质点的运动轨道方程；

(2) $t=2\mathrm{s}$ 时的速度与加速度。

1. 3. 2. 一质点在平面内运动，运动方程为 $x=2t$，$y=19-2t^2(\mathrm{SI})$。

(1) 写出质点的运动轨迹方程；

(2) 写出 $t=2\mathrm{s}$ 时刻质点的位置矢量，并计算第 2s 内的平均速度；

(3) 计算 2s 末质点的瞬时速度和瞬时加速度；

(4) 在什么时刻，质点的位置矢量与其速度矢量恰好垂直?这时位矢的 x，y 分量各为多少?

1. 3. 3. 一质点的运动方程如下：$x=1+3t^3(SI)$，$y=10t-5t^2(SI)$，$z=15+9t+4t^2(SI)$。求 $t=4\mathrm{s}$ 时质点的位置矢量、速度、加速度以及前 4s 的位移、平均速度、平均加速度。

1. 3. 4. 一粒子在 xOy 平面内的运动方程为 $x=6t^3(SI)$， $y=6t^2-4t(SI)$。求 $t=1\mathrm{s}$ 时粒子的速率、切向加速度大小、法向加速度大小和总加速度大小。

1.3.5.一个质点沿半径为$0.1\mathrm{m}$的圆周运动，其角位置$\theta=4+2t^2(\mathrm{SI})$，求：

（1） t时刻的角速度ω和角加速度β；

(2)在什么时刻，总加速度与半径成45°角。

1.3.6． 一轮船在停靠码头之前关闭发动机，靠惯性向岸靠近。由于水的阻力产生的加速度大小与轮船的速率成正比，比例系数为$k>0$。设此时$t=0$，轮船的速率为v_0。求：

(1)轮船在t时刻的速度;

(2)轮船所能行驶的最大距离。

1.3.7. 质点在重力场中作斜上抛运动，初速度的大小为 v_0，与水平方向成 α 角（锐角），重力加速度为 g，求：

(1) 质点到达抛出点的同一高度时的切向加速度大小 a_{t} 和法向加速度大小 a_{n}；

(2) 该时刻质点所在处轨迹的曲率半径 ρ（忽略空气阻力）。

1.3.8. 一质点沿 x 轴做直线运动，加速度与位置坐标之间的关系为 $a=-3x^2$，设当 $x=0$ 时，质点运动的速度为 v_0。求质点运动速度 v 与位置坐标 x 之间的关系。

1.3.9. 一质点沿直线运动，初速度为 v_0，加速度与速度的关系为 $a=-k\sqrt{v}$，k 为正常数，求：

(1)质点完全静止所需的时间；

(2)这段时间内质点运动的距离。

1.3.10. 在某粒子运动中，已知 $x=A\exp(kt)$，$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}=-Bk\exp(-kt)$，$t=0$ 时，$y=B$。求该粒子的运动方程、轨迹方程、速度和加速度。

1.3.11. 一架飞机以速率 v_0 在空中作水平飞行，某时刻在飞机上以水平速率 u（相对于飞机）向前发射一枚导弹。如果忽略空气阻力，并设发射过程不影响飞机的飞行速度，求：

(1) 以地面为参考系，导弹的轨道方程；

(2) 以飞机为参考系，导弹的轨道方程。

作业人	班　级	学　　号	姓　名	得　分
批阅人	班　级	学　　号	姓　名	得　分

第二章 质点

一、选择题

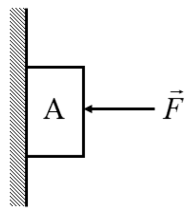
2.1.1.用水平压力F把一个物体压着靠在粗糙的竖直墙面上保持静止，如作业图2.1.1所示，当F逐渐增大时，物体所受的静摩擦力

(A)恒为零

(B)不为零，保持不变

(C)随F成正比地增大

(D)开始随F增大，达到某一最大值后就保持不变



作业图2.1.1

2.1.2.以下几种说法中正确的是（　　）

（A）物体的运动方向与合力的方向不一定相同

（B）物体受到几个力的作用，一定产生加速度

（C）物体运动的速率不变，所受合力为0

（D）物体的运动速度很大，所受合力也很大

（E）物体运动速度的大小与物体所受合力成正比

（F）物体所受合力的方向与物体运动方向一致

（G）匀速率圆周运动中物体受合力为变力

（H）物体作圆周运动时，所受合力一定指向圆心

2.1.3.以下几种论断：

①牛顿第二定律适用于任意参考系

②可以通过在参考系中所做力学实验的结果判断参考系的任何运动状态

③牛顿定律适用于任何几何尺寸的物体

④摩擦力永远阻碍物体的运动

在上述论断中（　　）。

（A）②正确　（B）①和③正确　（C）②和④正确　（D）都不正确

2.1.4.下列哪一种说法是正确的（　　）

（A）物体作圆周运动时，物体所受合力不可能是恒量

（B）物体不受力作用时，必定静止

（C）运动的物体有惯性，静止的物体没有惯性

（D）物体的速度愈大，则所受合力也愈大

2.1.5. 关于作用力和反作用力，下列说法正确的是（ B ）

（A）作用力与反作用力在任何时间内的冲量总是相等

（B）作用力与反作用力在任何时间内的冲量总是相抵消

（C）作用力与反作用力对被作用的物体总是改变相同的动量

（D）作用力改变物体的动量，反作用力不改变物体的动量

2.1.6. 在某过程中物体的动量值增大，则在这一过程中（　　）

（A）物体所受的作用力一定指向末动量的方向

（B）物体所受的冲量一定指向末动量的方向

（C）物体所受的作用力一定一直指向末动量与初动量差的方向

（D）物体所受的平均作用力一定指向末动量与初动量差的方向

2.1.7. 下列叙述中，正确的说法是（　　）

（A）质点受多个力作用，其中某一个力作用在质点上的冲量等于该力方向质点动量的改变量

（B）质点所受合力的冲量等于质点动量的增量

（C）匀速圆周运动中，质点所受力不做功，故质点的动量守恒

（D）以仰角 α 发射一枚炮弹，从炮弹离开炮口开始到炮弹在空中爆炸为止，在此期间炮弹的动量守恒

2.1.8. 下列论断中，正确的有（ C ）。

（A）物体的动量变化越大，则所受的力也一定越大

（B）如果某一过程中物体的速率不发生变化，它所受的冲量一定为零

（C）如果某一过程中物体的速度不发生变化，它所受的冲量一定为零

（D）动量定理只适用于作用力的持续时间很短的情形

（E）冲量的方向决定于质点所受合力的方向

$dI = F \cdot dt$

2.1.9. 对于动量定理和动量守恒定律的应用，下列论述中正确的有（　　　）

(A) 动量定理和动量守恒定律只适用于惯性参考系，而且各速度（动量）应是相对于同一惯性参考系

(B) 如果某个方向上合力为零，则该方向上动量守恒，尽管总动量可能不守恒

(C) 动量守恒定律比牛顿定律更普遍、更基本，在宏观和微观领域均适用

(D) 动量定理和动量守恒定律不适用于微观领域

2.1.10. 关于质点的角动量和质点受到的力矩，下列论断中正确的有（　　　　）。

（A）质点对某参考点的角动量与固定参考点的选择无关

（B）质点受到的力对某参考点的力矩与固定参考点的选择无关

（C）质点对固定转轴的角动量与转轴上固定参考点的选择无关

（D）质点受到的力对固定转轴的力矩与转轴上固定参考点的选择无关

2.1.11. 对于质点的角动量定理和角动量守恒定律的应用，下列论断中正确的有(　　　　)。
（A）在计算质点对固定参考点的角动量和计算质点受到的力对固定参考点的力矩时，固定参考点必须是同一个参考点
（B）在计算质点对固定转轴的角动量和计算质点受到的力对固定转轴的力矩时，固定转轴必须是同一个转轴
（C）质点的角动量定理和角动量守恒定律适用于任何参考系
（D）质点的角动量定理和角动量守恒定律也适用于微观粒子的运动

2.1.12. 下列论述中正确的有（　　　）
（A）如果物体的动能保持不变，则动量也一定保持不变
（B）如果物体速度增量为 $\Delta\vec{v}=\vec{v}_2-\vec{v}_1$，则动能增量为 $\Delta E_k=\frac{1}{2}m(\Delta v)^2$。
（C）斜面的正压力对放在斜面上的物体可能做功。
（D）若物体在外力的作用下动量发生变化，则动能必然发生变化。

2.1.13. 下列论述中正确的有（　　　）
（A）从重力势能的表达式可以看出，重力势能与地球无关。X
（B）万有引力势能是具有相互作用的物体之间由于相对位置而具有的能量。
（C）势能是属于相互作用的物体所组成的系统，对单个物体无意义。
（D）弹簧拉伸或压缩时弹性势能总是正的。

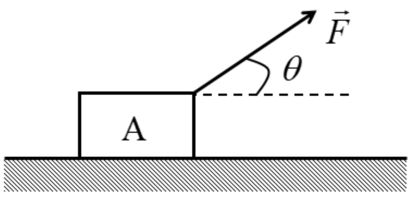
2.1.14. 质点所受到的力中，下列力中不属于保守力的力为（　　）
（A）重力 （B）摩擦力 （C）万有引力 （D）弹簧弹性力

2.1.15. 关于“惯性力”，下述论断正确的有（　　　）
（A）惯性力是运动物体在非惯性参考系中受到的真实的相互作用力
（B）所谓“惯性力”，是为了在非惯性参考系中应用牛顿定律而引入的“虚拟”的质点受到的力；在非惯性参考系中引入“惯性力”，则在非惯性参考系中可以应用牛顿定律
（C）物体相对于匀速转动的参考系运动，除了受到真实的相互作用力外，为了使牛顿定律成立，还要引入“惯性离心力”和“科里奥利力”等“惯性力”
（D）在非惯性参考系中，运动物体除受到惯性力外，不再受到其他的力的作用

2.1.16. 汽车的牵引力以 $F=P/v$ 的规律变化（P 为常量，v 为汽车的速率），忽略阻力，则汽车由静止加速到速率为 v_0 的过程中发动机提供的平均牵引力为（　）

（A）$\frac{2P}{v_0}$　（B）$\frac{P}{v_0}$　（C）$\frac{P}{2v_0}$　（D）∞

2.1.17. 动摩擦系数为 μ 的水平地面上放一物体 A，现加一恒力 F，如作业图 2.1.17 所示，欲使物体 A 有最大加速度，则恒力 F 与水平方向的夹角 θ 应满足（　　）
（A）$\sin\theta=\mu$　（B）$\cos\theta=\mu$
（C）$\tan\theta=\mu$　（D）$\cot\theta=\mu$



作业图2.1.17

2.1.18. 质量为m的带电微粒受到沿z轴方向的电场力$\vec{F}=(b+cz)\hat{k}$，其中b、c为常数；已知$t=0$时，$v_0=0$，$z_0=0$，则粒子运动速度为（　　）。

（A）$\vec{v}=\sqrt{\dfrac{bz+cz^2}{m}}\hat{k}$　　（B）$\vec{v}=\sqrt{\dfrac{2bz+cz^2}{m}}\hat{k}$

（C）$\vec{v}=\sqrt{\dfrac{m}{2bz+cz^2}}\hat{k}$　　（D）$\vec{v}=\dfrac{b+cz}{m}t\hat{k}$

2.1.19. 一质量为m的石子以初速v在高为h的悬崖上水平抛出，则它在落到地面前重力对它的总冲量为（　　）

（A）$m\sqrt{gh}$　（B）$m\sqrt{2gh}$　（C）$m\sqrt{2gh-v^2}$　（D）$m\sqrt{gh-v^2}$

2.1.20. 质量为m的物体自空中落下，它除受重力外，还受到一个与速度平方成正比的阻力作用，比例系数为K（K为正常数），该下落物体的收尾速度(即最后物体作匀速运动时的速度)将是（　　）

(A) $\sqrt{\dfrac{mg}{K}}$；　(B) $\dfrac{g}{2K}$；　(C) gK；　(D) $\sqrt{gK}$。

2.1.21. 质量为30t的列车车厢以$2\mathrm{m\cdot s^{-1}}$的速率水平方向与另一个质量为50t的静止车厢，碰撞后两车厢挂在一起，忽略铁轨对车厢的摩擦力，则碰撞后两车的速率为（　　）。

（A）$0\mathrm{m\cdot s^{-1}}$　（B）$0.75\mathrm{m\cdot s^{-1}}$　（C）$1.20\mathrm{m\cdot s^{-1}}$　（D）$1.33\mathrm{m\cdot s^{-1}}$

2.1.22. 一单位质量的质点，在作用力$\vec{F}=(1+x)\hat{i}\,(\mathrm{N})$的作用下运动。当质点从$x=0$运动到$x=2\mathrm{m}$的过程中，$\vec{F}$对质点所做的功为（　　）

(A) 6J　(B) 5J　(C) 4J　(D) 3J

2.1.23. 一质点在两个力的作用下，其运动方程为$\vec{r}=t\hat{i}+t^2\hat{j}$ (SI)，在$t=1\mathrm{s}$到$t=2\mathrm{s}$这段时间内，动能的增量为16J，若其中一力为$\vec{F}_1=12t\hat{j}$，则另一力在此过程中所做的功（　　）

(A) -40J　(B) 48J　(C) 184J　(D) -152J

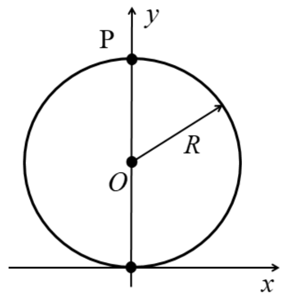
2.1.24. 一质点在**如作业图 2.1.24 所示**的坐标系平面内作圆周运动，有一力 $\vec{F}=F_0(x\hat{i}+y\hat{j})$ 作用在质点上，在该质点从坐标系原点运动到 P 点的过程中，力 $\vec{F}$ 对它所做的功为（　　）

(A) F_0R^2

(B) $2F_0R^2$

(C) $3F_0R^2$

(D) $4F_0R^2$



作业图2.1.24

2.1.25. 有一劲度系数为 k 的轻弹簧，原长为 l_0，将它吊在天花板上。当它下端挂一托盘平衡时，其长度变为 l_1，然后在托盘中放一重物，弹簧长度变为 l_2，则由 l_1 伸长至 l_2 的过程中，弹性力所做的功为（　　）

(A) $\int_{l_1}^{l_2}-kx\mathrm{d}x$　　(B) $\int_{l_1}^{l_2}kx\mathrm{d}x$

(C) $\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0}-kx\mathrm{d}x$　　(D) $\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0}kx\mathrm{d}x$

2.1.26. 设质点受到的保守力为 $\vec{F}=3x^2\hat{i}$，设 $x=1\mathrm{m}$ 处为势能零点，则质点在 x 处的势能为（　　）

(A) x^3-1　(B) $1-x^3$　(C) x^3　(D) 3

2.1.27. 已知地球的质量为 m，太阳的质量为 M，地心与日心的距离为 R，引力常数为 G，则地球绕太阳做圆周运动的角动量为（　　）

(A) $m\sqrt{GMR}$　(B) $\sqrt{\frac{GMm}{R}}$　(C) $Mm\sqrt{\frac{G}{R}}$　(D) $\sqrt{\frac{GMm}{2R}}$

二、填空题

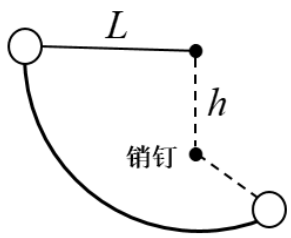
2.2.1. 质量 $m=10\,\mathrm{kg}$ 的物体沿 x 轴无摩擦地运动，设 $t=0$ 时，$x_0=0$，$v_0=0$。则物体在力 $F=3+4x\,(\mathrm{N})$ 的作用下运动到 $x=3\mathrm{m}$ 处的加速度 $a_1=$______，速度 $v_1=$________。

2.2.2. 一质量 $5\,\mathrm{kg}$ 的铅球在力 $F=15t+50\,(\mathrm{N})$ 作用下沿 y 轴作直线运动。已知 $t=0$ 时，铅球位于 $y_0=3\mathrm{m}$ 处，速度 $v_0=2\mathrm{m\cdot s^{-1}}$，忽略其他力的作用，则铅球在任意时刻的速度 $v=$________________________，位置 $y=$_____________________。

2.2.3. 质量为 $m=3\mathrm{kg}$ 的物体，当 $t=0$ 时，$x_0=0$，$v_0=0$，受到沿 x 轴的外力 $\vec{F}=4t^2\hat{i}$ (N) 的作用，则 $t=3\mathrm{s}$ 时质点的速度 $v=$_________，质点的位置坐标 $x=$___________。

2.2.4. 一雨滴在空中无初速自由下落时，其阻力 $F = kv$，其中 v 为雨滴下落的速度大小，k 为比例系数且大于 0。若雨滴质量为 m，考虑重力，则雨滴下落速度随时间的变化关系为 $v(t) =$ ________，极限速度为 $v_{\mathrm{m}} =$ ________。

2.2.5. 如作业图 2.2.5 所示，长为 L 的轻绳一端连接一个小球，质量为 m，另端固定，由水平位置开始释放。在到达最低点时，绳被固定点下方 h 处的销钉绊住（$h < L$），然后绕销钉继续摆动。则 h 与 L 满足的关系为________时，摆在以后的运动中可以完成一个绕销钉的整圆周；绳摆动到与销钉成水平位置时，绳中的张力为________；在被销钉绊住后的摆动过程中，绳中的张力的最大值为________。



作业图2.2.5

2.2.6. 质量为 m 的物体，在外力作用下从原点由静止出发沿 x 轴正向运动。所受外力方向沿 x 轴正向，大小为 $F = kx$，k 为常量。则物体从原点运动到坐标为 x_0 的过程中所受外力冲量的大小为 $I =$ ________。

2.2.7. 一质量为 m 的质点在 oxy 平面内运动，运动方程为 $\vec{r} = A\cos\omega t\hat{i} + A\sin\omega t\hat{j}$，则质点相对于坐标原点的角动量为 $\vec{L}_0 =$ ________，相对于 z 轴上坐标值为 $z = z_0$ 的点的角动量为 $\vec{L}_{z_0} =$ ________，相对于 z 轴的角动量为 $L_z =$ ________。

2.2.8. 某汽车质量为 m，发动机的牵引力 $F = P/v$，其中，v 为速率，P 为一个正的常量。若忽略它所受的阻力，则它从初始速率 v_0 开始加速 t 时间后的牵引力所做的功为 $A =$ ________，它的动能变为 $E_{\mathrm{k}} =$ ________。

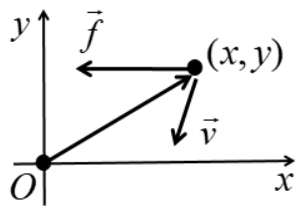
2.2.9. 如作业图 2.2.9 所示，一质量为 m 的粒子 (x, y) 处，运动速度为 $\vec{v} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j}$，并受到一个沿 x 轴负方向的力 $\vec{f}$。则粒子受到的力相对于坐标原点的力矩为

$\vec{M} =$ ________，

力 $\vec{f}$ 对 z 轴的力矩为 $M_z =$ ________；

粒子相对于坐标原点的角动量为 $\vec{L} =$ ________，

粒子对 z 轴的角动量为 $L_z =$ ________。

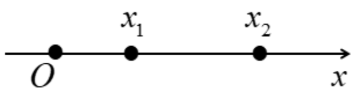


作业图2.2.9

2.2.10. 一质量为 m 的质点在几个力的同时作用下产生位移 $\Delta\vec{r} = -4\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}$（m），其中的一个力为 $\vec{F}_1 = -3\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}$（N），则这个恒力 $\vec{F}_1$ 在产生该位移 $\Delta\vec{r}$ 的过程中所做的功为 $A_1 =$ ________。

2.2.11. 一质点在几个力的作用下，其运动方程为 $\vec{r}=3t\hat{i}+4t^2\hat{j}$ （SI），其中一力为 $\vec{F}=12t\ \hat{j}$，则该力在前 $3\,\mathrm{s}$ 内所做的功 $A=$______________。

2.2.12. 一维空间上某质量为 m 的质点所受力可以写成 $F=-k/x^2$ 的形式，其中 k 为一个正的常量。则将质点由作业图 2.2.12 中的 x_1 移到 x_2 的过程中力 F 做________功(答“正”或“负”)，所做的功的值为 $A=$______________。如果质点初始时在 x_1 处以速度 v_1 向 x 轴正向运动，则 v_1 必须大于_____________，质点才可以到达 x_2，到达 x_2 时的速度为 $v_2=$________________。v_1 至少为____________时，质点可以运动到无穷远处。



作业图2.2.12

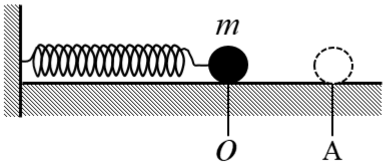
2.2.13. 质量为 $m=0.5\mathrm{kg}$ 的质点，在 Oxy 平面内运动，其运动方程为 $x=5t$，$y=0.5t^2$ （SI），从 $t=2\,\mathrm{s}$ 到 $t=4\,\mathrm{s}$ 这段时间内，力对质点所做的功 $A=$____________。

2.2.14. 三维空间中某物体受力指向坐标原点，其形式为 $F=-k(r-r_0)$，k 为正的常量。则如果取 r_0 为势能零点，该力所对应的势能为 $E_{\mathrm{p}1}=$____________________；如果以坐标原点为势能零点，该力所对应的势能为 $E_{\mathrm{p}2}=$_____________________。

2.2.15. 某弹簧不服从胡克定律，它的力 F 与伸长量 x 之间的关系为 $F=-ax+bx^2$（$a>0$，$b>0$），则该力为________力(答“保守”或“非保守”)。如果以坐标原点为势能零点，它的势能表达式为___________________，该势能在 $x_0=$__________处有一个极大值。今有质量为 m 的质点从坐标原点向 x_0 处移动，它在原点处的速度必须超过 $v_0=$______________才能到达 x_0 处。

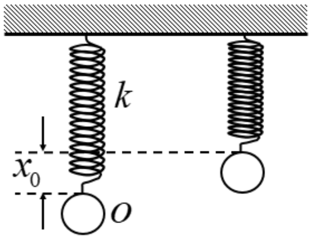
2.2.16. 万有引力对卫星做功 $125\mathrm{J}$，则引力势能增量为_______________。

2.2.17. 如作业图 2.2.17 **所示**，劲度系数为k的弹簧一端固定在墙壁上，另一端连一质量为m的小球。小球初始时静止放在光滑的水平面上的o点，在第一次实验中，实验员 1 采用极其缓慢的速度把小球拉到距o点为L的 A 点后释放；而在第二次实验中，实验员 2 使用恒力$F = kL$拉到 A 点后释放。则实验员 1 做功为$A_1 =$______________，实验员 2 做功为$A_2 =$__________。两个过程结束时m获得的动能分别为$E_{k1} =$________，$E_{k2} =$________。



作业图2.2.17

2.2.18. 如作业图 2.2.18 所示，劲度系数为k的弹簧，上端固定，下端悬挂重物。当弹簧伸长x_0时，重物在o处达到平衡，现取重物在o处的各种势能均为零，则当弹簧长度为原长时，系统的重力势能$E_{p1} =$__________；系统的弹性势能为$E_p =$ __________；系统的总势能为$E_p =$______________。（用k和x_0表示）



作业图2.2.18

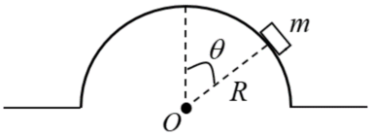
2.2.19. 质量为m的宇宙飞船返回地球时将发动机关闭，可以认为它仅在引力场中运动。地球质量为m_E，引力常量为G。在飞船从与地心的距离R_1处下降到R_2处的过程中，地球引力所做的功为____________。

三、计算题

2.3.1. 如作业图 2.3.1 **所示**，质量为m的物体从半径为R的光滑球面顶端从静止往滑下。当物体到达图示θ角度时，求

(1)此时球面受到的压力N；

(2)物体的切向加速度大小a_t。

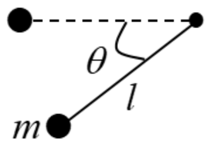


作业图2.3.1

2.3.2. 如作业图 2.3.2 所示，长为l的细线一端固定，一质量为m的小球系在细线的另一端，并可在竖直面内摆动。若先拉动小球使线保持平直，并在水平位置静止，然后放手使小球下落，在线下摆至θ角时，求

（1）小球的速率v；

（2）细线中的张力大小T。



作业图2.3.2

2.3.3. 质量为m的垒球以初速率v_0从地面竖直向上抛出，如果整个运动过程中空气阻力保持不变为恒力f，试求(1)垒球所能达到的最大高度；(2)垒球落回地面时的速率(3)垒球落回地面时重力的瞬时功率。

2. 3. 4. 一质量为 m 的垒球，由地面以 v_0 竖直向上抛，垒球所受阻力为 $F_f = -kv$，求：垒球达到的最大高度和垒球达到最大高度的时间。

$$m\,dv = F \cdot dt$$

$$\frac{dv}{kv+mg}$$

$$\int_0^{v_0} \frac{dv}{kv+mg} = \int_0^t \frac{dt}{m}$$

$$\frac{1}{k}\int_0^{v_0} \frac{d(v+\frac{mg}{k})}{v+\frac{mg}{k}} = \frac{t}{m}$$

$$\frac{m}{k}\int_0^{v_0} \ln\left|v+\frac{mg}{k}\right| = t$$

$$\frac{kv_0}{mg}+1$$

2. 3. 5. 宇宙飞船返回地面时，将会以非常高的速度穿过大气层，由此产生的空气阻力的大小与飞船速度大小的平方成正比，即 $F = kv^2$，其中 k 为常量。若飞船质量为 m，且关闭发动机沿 y 方向运动，通过原点时 $t=0$，$v=v_0$，求飞船在此后任意时刻的速度和任意位置 y 处的速度。

$$\int \frac{dv}{kv+1} = \frac{1}{k}\ln(kv+1)$$

$$\frac{k}{kv+1}$$

$$= \frac{1}{k}\int \frac{dv}{v+\frac{1}{k}}$$

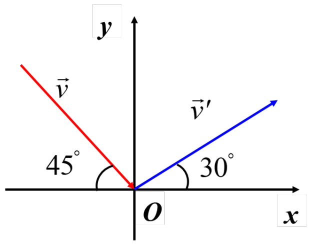
$$\frac{1}{k}\ln|kv_0+1|$$

$$= \frac{1}{k}\int \frac{d(v+\frac{1}{k})}{v+\frac{1}{k}}$$

$$0 \quad \frac{1}{k}$$

$$= \frac{1}{k}\ln\left|v+\frac{1}{k}\right|$$

2.3.6. 质量为m的篮球以初速v沿与水平方向成45° 角的方向落到光滑的地板上后以30° 角的方向反弹。求(1)篮球反弹的速率；(2)地板对篮球的冲量的大小和方向。



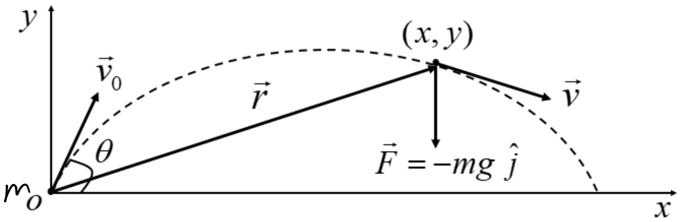
作业图2.3.6

2.3.7. 一颗子弹由枪口射出时速率为v_0，当子弹在枪筒内内被加速时，它所受的合力为$F = a - bt$ （a、b为常数）。试求(1)假设子弹运行到枪口处合力为零，计算子弹走完枪筒全长所需时间；(2)子弹所受的冲量；(3）子弹的质量。

2.3.8. 以初速度$\vec{v}_0$将质量为m的质点以倾斜角θ从坐标原点处抛出。设质点在oxy平面内运动，不计空气阻力，以坐标原点为参考点，抛出时开始计时，求：

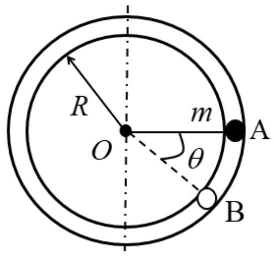
（1）任意时刻作用在质点上的力矩（参考点为坐标原点）

（2）任意时刻质点的角动量（参考点为坐标原点）



作业图2.3.8

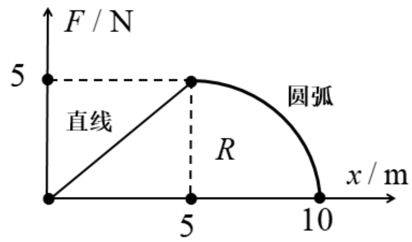
2.3.9. 如作业图 2.3.9 所示，一半径为R的光滑圆环置于竖直平面内，一质量为m的小球穿在圆环上并可在圆环上滑动。开始时小球静止于圆环上的点 A（该点在通过环心 O 的水平面上），然后从 A 点开始下滑。设小球与圆环间的摩擦略去不计，求小球滑到点 B 时对环心的角动量和角速度。



作业图2.3.9

2.3.10. 一个力 F 作用在质量为 $1.0\ \mathrm{kg}$ 的质点上，使之沿 x 轴运动，已知在此力作用下质点的运动方程为 $x = 3t - 4t^2 + t^3$ (SI)，在 $0 \sim 4\ \mathrm{s}$ 的时间间隔内，求：
(1)力 F 的冲量大小；(2) 力 F 对质点所做的功。

2.3.11. 一个沿 x 轴运动的质点所受力与位移的关系如作业图 2.3.11 所示。试求质点由 $x = 0$ 到 $x = 10\mathrm{m}$ 的过程中该力所做的功。

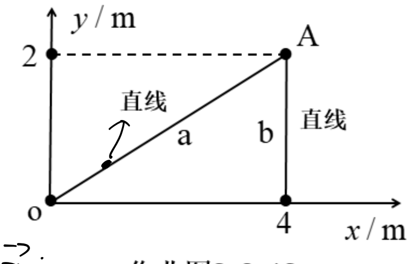


作业图2.3.11

2.3.12. 如作业图2.3.12所示，在二维平面内，物体受的一个力为 $\vec{F}=12y^2\,\hat{i}+5x\,\hat{j}$ (SI)。试求：

（1）物体沿图中直线 a 由 0 点运动到 A 点，该力所做的功；

（2）物体沿图中折线 b 由 0 点运动到 A 点，该力所做的功。



作业图2.3.12

$dA = \vec{F}\cdot d\vec{x}$

$= (12y^2\hat{i} + 5x\hat{j})\cdot d($

$\vec{x} =$

2.3.13. 质量为 m 的质点在外力的作用下，其运动方程为 $\vec{r}=A\cos\omega t\,\hat{i}+B\sin\omega t\,\hat{j}$，其中 A、B、ω 都是正的常数，则力在 $t_1=0$ 到 $t_2=\dfrac{\pi}{2\omega}$ 这段时间内所做的功是多少?

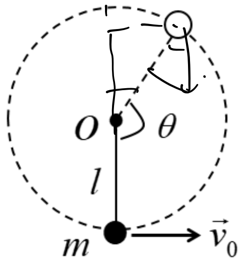
2.3.14. 如作业图 2.3.14 所示，长为 l 的细绳的一端固定于 o 点，另一端系一质量为 m 的小球，小球可在竖直平面内做圆周运动。如果将小球在最低点处以水平速度 $\vec{v}_0$ 抛出，求小球上升到什么位置时绳子开始松弛。

以 v_0 抛出，在松弛处字性.

$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgl(1-\cos\theta) + \frac{1}{2}mv_1^2$

有 $-mg\cos\theta = \frac{mv_1^2}{R}$

$-\frac{mgR\cos\theta}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$


作业图2.3.14

$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgl(1-\cos\theta) - \frac{mgR\cos\theta}{2}$ $\quad \cos\theta = \frac{2gl - v_0^2}{3gl}$

l

$v_0^2 = 2gl(1-\cos\theta) - gl\cos\theta$

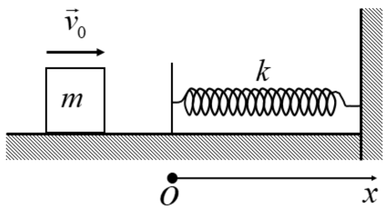
$v_0^2 = 2gl - 3gl\cos\theta \cancel{+gl\cos\theta}$

$gl\cos\theta = \frac{2gl - v_0^2}{3}$

2.3.15. 如作业图 2.3.15 所示，质量为 m 的物体以 $\vec{v}_0$ 的速度在光滑的水平面上沿 x 轴正方向运动。当它到达原点 o 时，撞击一劲度系数为 k 的轻弹簧，并开始受到摩擦力的作用。摩擦力是位置的函数，可表示为 $F_{\mathrm{f}} = \alpha mgx$（$\alpha$ 为一较小的常数）。求：

(1) 物体过 o 点后再向前移动多远后停止；

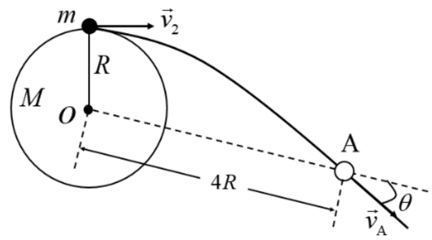
(2) 物体第一次返回 o 点时的速度。



作业图2.3.15

2. 3. 16. 人造地球卫星近地点离地心 $r_1 = 2R$（R 为地球半径），远地点离地心 $r_2 = 4R$。求：
（1）卫星在近地点和远地点处的速率 v_1 和 v_2（地球表面附近的重力加速度 g）；
（2）卫星运行轨道在近地点处的轨迹的曲率半径 ρ_1 和远地点处的轨迹的曲率半径 ρ_2。

2. 3. 17. 如作业图 2. 3. 17 所示，质量为 m 的火箭以第二宇宙速度 $v_2 = \sqrt{2Rg}$（R 为地球半径，g 为地球表面附近的重力加速度）沿地球表面切向飞出。在飞离地球的过程中，火箭发动机停止工作。设地球的质量为 M，引力常数为 G，不计空气阻力，求火箭在距地心 $4R$ 的 A 处的速度大小和方向（θ 角）。



作业图2. 3. 17

作业人	班　级	学　　号	姓　名	得　分
批阅人	班　级	学　　号	姓　名	得　分

第三章 质点系

一、选择题

3.1.1. 如果两物体构成的系统动量守恒，则（　　　）

(A)两物体间一定存在作用力

(B)两物体与其他物体间一定不存在作用力

(C)两物体的速度必大小相等，方向相反

(D)以上说法都不对。

3.1.2. 下列表述正确的是（　　）

(A)如果在某过程前后质点系的动量不变，则质点系的动量守恒

(B)如果质点系中各质点只受系统内的其他质点的作用力，则质点系的动量守恒

(C)如果在某参考系中看到两质点的运动方向总相同，则这两质点构成的系统动量不守恒

(D)如果在某参考系中看到两质点的运动方向总相反，则这两质点构成的系统动量守恒。

3.1.3. 如果质点系所受外力的矢量合恒为零，则（　　　）

(A)质点系的总动量恒定不变，质点系内各质点的动量可以改变

(B)质点系的总动量恒定不变，质点系内各质点的动量都不改变

(C)质点系的总动量可以改变，质点系内各质点的动量恒定不变

(D)质点系的总动量和质点系内各质点的动量都可以改变。

3.1.4. 下列说法正确的是（　　）

（A）质点系动量守恒，则质点系中任何质点都不可能对外做功

（B）质点系动量守恒，则质点系中所有内力必定是保守力

（C）质点系动量守恒，则质点系中所有内力必定不是保守力

（D）以上说法均不正确。

3.1.5. 质点 m_1 受到合外力 $\vec{F}_1$，质点 m_2 受到合外力 $\vec{F}_2$。如果下列条件满足，则这两质点构成的系统动量一定守恒（　　　）

(A)任何时间间隔内，两力对各自作用的质点的速度改变总是大小相等，方向相反

(B)任何时间间隔内，两力总是使各自作用的质点移动相同的位移

(C)任何时间间隔内，两力对各自质点的冲量总是相等

(D)任何时间间隔内，两力对各自质点的冲量总是相抵消。

3.1.6. 以下说法不正确的是（　　）。

（A）质点系内作用力与反作用力对同一轴的力矩之和一定为零

（B）质点系内作用力与反作用力对同一参考点的力矩之和一定为零

（C）质点系角动量守恒定律只在惯性参考系中成立

（D）质点系角动量守恒定律对微观物质世界也适用

3.1.7. 以下说法正确的是（　　）。

（A）质点系动能的增量等于一切外力做功的代数和

（B）质点系机械能的增量等于一切外力做功和一切内力做功的代数和

（C）质点系所受外力和非保守内力均不做功，则质点系机械能守恒

（D）质点系动能的增量等于一切外力和非保守内力做功的代数和

3.1.8. 对于一对作用力和反作用力来说，在相同的时间内（　　）

(A)二者做功总是相等

(B)二者总是使各自被作用的物体改变相同的动量

(C)二者冲量永远相抵消

(D)二者总是使各自被作用的物体改变相同的动能。

3.1.9. 下列论述中正确的有（　　）

(A)　作用力的功与反作用力的功必须等值异号

(B)　作用于一个物体的摩擦力只能作负功

(C)　内力不改变系统的总机械能

(D)　一对作用力和反作用力做元功之和与参照系的选取无关

3.1.10. 对质点系，下列说法正确的是（　　）

(A)质点系总动能的改变与内力无关

(B)质点系总动能的改变只与内力有关

(C)外力总是增加质点系的总动能

(D)外力也可能减少质点系的总动能。

3.1.11. 以下说法正确的是（　　）

(A)质点系所受外力和非保守内力均不做功，则质点系机械能守恒

(B)质点系机械能的增量等于一切外力做功与一切内力做功的代数和

(C)质点系动能的增量等于一切外力做功的代数和

(D)质点系动能的增量等于一切外力和非保守内力做功的代数和。

3.1.12. 对于一个物体系统来说，机械能守恒应满足（　　）

(A)合外力为零　　(B)合外力不做功

(C)外力和非保守内力都不做功　　(D)外力和保守内力都不做功。

3.1.13. 下述论断正确的有（　　）

（A）物体的动量与坐标系的选取有关，但质点系总动量是否守恒不依赖于坐标系的选取

（B）如果两物体间只有作用力和反作用力，则这两物体构成的体系动量守恒

（C）质点系的总动量为零，则质点系内的质点作匀速直线运动

（D）两质点间的作用力和反作用力的冲量永远大小相等

3.1.14. 有关质点系质心和质心参考系的如下论断中正确的有（　　）

（A）质点系的质心仅仅是一个空间点，它可能不在任何质点处

（B）质点系的质心是一个不运动（不变化）的空间点

（C）质心参考系一定也得是惯性参考系

（D）在质心参考系中，质心的“位置矢量”为零

（E）在质心参考系中，质心的“动量”为零

3.1.15. 质点系的质心是一个非常特殊的空间点，下列论断正确的有（　　）

（A）在惯性参考系中，质心的“运动”如同将质点系的全部质量都集中在质心处的质点的运动，质心处这一“质点”的运动规律适用于牛顿定律，“质心”的“加速度”与质点系质量的乘积等于质点系各个质点受到的外力的矢量合。

（B）质点系相对于惯性参考系的总动量等于质心相对于惯性参考系的动量；在非惯性质心参考系中，质点系的动量守恒。

（C）质点系对惯性参考系中的原点 O 的角动量可以分解为质心对惯性参考系中的原点 O 的角动量和质点系对质心参考系坐标原点 C 的角动量；在质心参考系（即使是非惯性参考系）中，质点系对质心参考系坐标原点 C 的角动量或对过质心参考系坐标原点 C 的轴的角动量适用于角动量定理和角动量守恒定律。

（D）质点系在惯性参考系中的动能等于将质点系全部质量集中于质心处的一个质点的动能（质心的动能）与质点系在质心参考系中的动能之和。在质心参考系中，质点系的动能定理、原理和机械能守恒定律均成立。

3.1.16. 粒子 B 的质量是粒子 A 的质量的 4 倍，开始时粒子 A 的速度为 $3\hat{i}+4\hat{j}$，粒子 B 的速度为 $2\hat{i}-7\hat{j}$，由于两者的相互作用，粒子 A 的速度为 $7\hat{i}-4\hat{j}$，此时粒子 B 的速度等于（　）

(A) $\hat{i}-5\hat{j}$　(B) $2\hat{i}-7\hat{j}$　(C) 0　(D) $5\hat{i}-3\hat{j}$

3.1.17. 质量分别为 m_{A} 和 m_{B} （$m_{\mathrm{A}}>m_{\mathrm{B}}$）的两质点 A 和 B，受到相等的冲量作用，则（　）

(A)A 比 B 的动量增量小

(B)A 与 B 的动量增量相等

(C)A 比 B 的动量增量大

(D)不能判断

3.1.18. 一人握有两只哑铃，站在一可无摩擦地转动的水平平台上，开始时两手平握哑铃，人、哑铃、平台组成的系统以一角速度旋转。后来此人将哑铃下垂于身体两侧，在此过程中，系统（　）。

（A）角动量守恒，机械能不守恒

（B）角动量守恒，机械能守恒

（C）角动量不守恒，机械能守恒

（D）角动量不守恒，机械能不守恒

3.1.19. 人造地球卫星绕地球作椭圆轨道运动，地球在椭圆的一个焦点上，则卫星的（　）。

（A）动量不守恒，动能守恒

（B）动量守恒，动能不守恒

（C）对地心的角动量守恒，动能不守恒

（D）对地心的角动量不守恒，动能守恒

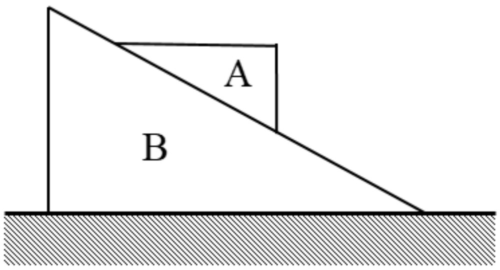
3.1.20. 如作业图 3.1.20 **所示**，物体 A 放在三角形物体 B 的粗糙斜面上，物体 B 与水平地面间无摩擦。在物体 A 从斜面滑落下来的过程中，如果 A、B 两物体组成的系统沿水平方向的动量为 p，系统的机械能为 E，则对于由 A 和 B 两个物体所组成的系统，有（　　）

(A)　p、E 都守恒

(B)　p 守恒，E 不守恒

(C)　p 不守恒，E 守恒

(D)　p、E 均不守恒

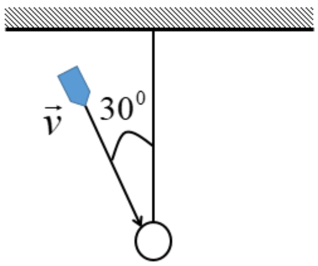


作业图3. 1. 20

3.1.21. 质量为 $20\ \mathrm{g}$ 的子弹，以 $400\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 的速率沿作业图 3. 1. 21 所示方向射入一原来静止的摆球中，摆球的质量为 $980\ \mathrm{g}$，摆线长度不可伸缩，子弹射入后开始与摆球一起运动的速率为（　　）

(A)　$2\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$　　(B)　$4\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$

(C)　$7\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$　　(D)　$8\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$

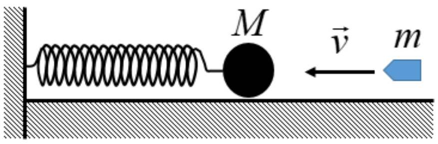


作业图3. 1. 21

3.1.22. 一质量为 M 的弹簧振子，水平静止放置在平衡位置，**如作业图** 3. 1. 22 **所示**，一质量为 m 的子弹以水平速度 $\vec{v}$ 射入振子中，并随之一起运动。如果水平面光滑，此后弹簧的最大势能为（　　）

(A)　$\dfrac{1}{2}mv^2$　　(B)　$(M+m)\dfrac{m^2}{2M^2}v^2$

(C)　$\dfrac{m^2}{2M^2}v^2$　　(D)　$\dfrac{m^2v^2}{2(M+m)}$



作业图3. 1. 22

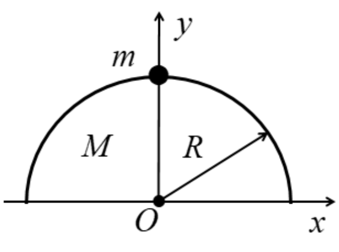
二、填空题

3．2．1. 质点系动量守恒的条件是________________________________；

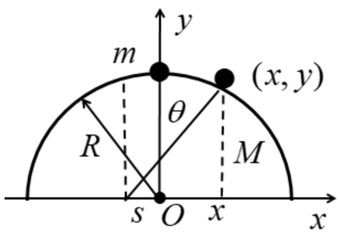
质点系角动量守恒的条件是________________________________；

质点系机械能守恒的条件是________________________________。

3.2.2. 质量为 M，半径为 R 的半圆柱以**如作业图 3.2.2 所示**方式静止于光滑的水平面上，质量为 m 的小球初始时静止于半圆柱的最高点，然后沿半圆柱向右下滑，则两物体在水平方向上动量守恒，小球下落时在地面上的参考系 xOy（如图所示）中的轨迹方程为________________________________，小球落到地面时，相对其初始位置在水平方向移动了______________________的距离。(假定小球下降时永远与半圆柱处于接触状态)



作业图3. 2. 2



作业图3. 2. 2-1

3．2．3. 军舰质量为M，静止时，它的舰炮发射质量为m的炮弹，炮弹相对军舰的初速v_0。现它以水平方向射击靶船，则炮弹相对地面的速度为$v=$________。如果它抬高炮口，以与地面成α角的方向射击，则炮弹相对地面的初速为$v'=$________；这时的射程为$s=$________，当α取________时射程最大，这个最大射程为$s_{\max}=$________。（忽略军舰向下的反冲）

3．2．4. 一个起飞重量为$30\mathrm{t}$的火箭在地面上开始发射。它向后喷射燃料的速率为$2\mathrm{km\cdot s^{-1}}$。如果它在地面时要获得$10\mathrm{m\cdot s^{-2}}$的加速度，它每秒喷出的燃料应为________ kg。

3.2.5. 质量为$20\mathrm{t}$的列车车厢以$2\mathrm{m\cdot s^{-1}}$的速率撞向另一个$30\mathrm{t}$的静止车厢，然后两车厢挂在一起，忽略铁轨对车厢的摩擦力，则两车厢结合后的速度为$v=$________$\mathrm{m\cdot s^{-1}}$。这过程前后动能变化量为$\Delta E_{\mathrm{k}}=$________J。

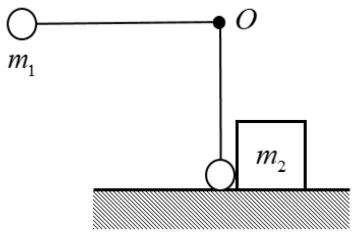
3.2.6. 一质量为$50\ \mathrm{t}$的坦克以$500\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$的速度把一枚质量为$20\,\mathrm{kg}$的炮弹以与水平面成$30^0$角的方向射出，设炮管的长度为$5\ \mathrm{m}$，则坦克给炮弹的冲量值为$I=$________，平均作用力为$\bar{F}=$________，坦克沿水平方向反冲的速率为$v_2=$________。

三、计算题

3.3.1. 如作业图 3.3.1 所示、质量为$1.0\mathrm{kg}$的钢球m_1系在长为$0.8\mathrm{m}$的绳的一端，绳的另一端O固定。把绳拉到水平位置后，再把它由静止释放，球在最低点处与一质量为$4.0\mathrm{kg}$的钢球m_2作完全弹性碰撞，取重力加速度$g=10\mathrm{m\cdot s^{-2}}$。求：

（1）碰撞后钢球m_2的运动速度；

（2）钢球m_1继续运动能达到的最大高度。



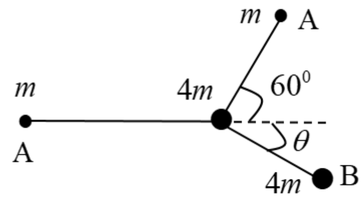
作业图3. 3. 1

3.3.2. 如作业图 3.3.2 所示，一个质量为m的粒子 A 以速率v_0与一个质量为$4m$静止的粒子 B 发生完全弹性碰撞后沿与入射方向成60^0角的方向飞出，粒子 B 以某一角度θ反冲。求：

（1）B 粒子反冲的角度θ；

（2）B 粒子的碰撞后的速率；

（3）A 粒子的碰撞后的速率。



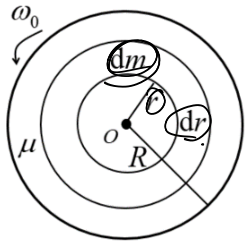
作业图3.3.2

3.3.3．一质量为M的木块静止在光滑的水平桌面上，质量为m的子弹以水平速度v_0射入木块并陷入木块与木块一起运动。求：

（1）木块与子弹一起运动的速度v；

（2）整个“碰撞”过程，损失的动能ΔE_{k}。

3.3.4．一半径为 R、质量为 m 的均质圆盘放置在水平台面上，圆盘与台面之间的摩擦系数为 μ。用手拨动圆盘使其转动，当角速度为 ω_0 时放手，圆盘自由转动。问：放手后多长时间圆盘才能停止转动？



作业图3.3.4

将圆环微分 设距圆心半径为r

对每一个微小圆环都有

角动量 $dL = m\frac{2\pi r\,dr}{\pi R^2}\,\omega\cdot r^2$

$m\times r\cdot \omega\cdot r$

$m\cdot\omega_0 r^2$

$L=\int_0^R m\omega\frac{r^3 dr}{R^2} = \frac{1}{6}\frac{m\omega r^4}{R^2} = \frac{1}{\ }m\omega R^2$

$m\times\frac{2\pi r\cdot dr}{\pi R^2}\cdot\omega\cdot r^2$ 放手后 有角动量定理.

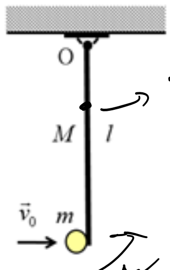
$=\int_0^R\frac{2\pi m\omega r^3\,dr}{\pi R^2}$ 即 $dM = f\cdot r = \mu g\cdot m\cdot\frac{2\pi r\cdot dr}{\pi R^2}\cdot r = 2\mu mg\frac{r^2dr}{R^2}$

$=\frac{\pi m\omega r}{2\pi R^2}\Big|_0^R$

$M=\frac{2}{3}\mu mgR$

$T=\frac{L}{M}=\frac{\frac{1}{2}m\omega R^2}{\frac{2}{3}\mu mgR}=\frac{\omega R}{2\mu g}$

3.3.5．如作业图 3.3.5 所示，一根长为 l、质量为 M 的均质杆，一端悬挂在 o 点，并可绕过 o 点的 oz 轴无摩擦地转动。开始时，杆竖直悬挂，另一小球 m 以水平速度 v_0 碰撞杆底部并与杆粘合。求：碰撞后杆开始转动的初始角速度 ω_0 以及杆摆动的最大角度 α。



作业图 3.3.5

$\to \omega \times M\frac{dx}{l}$

有角动量守恒.

$\vec v_0 lm = \vec v_1 lm + \int_0^l \omega_1 x^2 M\frac{dx}{l}$

$\vec v_0 lm = \vec v_1 lm + \frac{1}{3}\omega^2 M l^2$.

$\vec v_0 lm = \vec v_1 lm + \frac{1}{3}\vec v_1 M l$

ω.

$\omega^2\, \cancel{lM}\cdot dx$.

↓. ①.

$\int_0^l \omega^2 \vec l\, Mx \quad dx$.

$=\frac{1}{3}\omega^2 M\frac{x^3}{l}\Big|_0^l$.

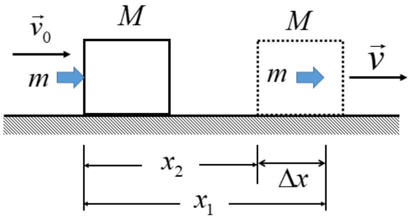
$=\frac{1}{6}\omega^2 m l^2.$

3.3.6. 如作业图 3.3.6 所示，质量为 M 的物木块静止在光滑水平台面上，一质量为 m 的子弹以 v_0 的速率水平地射入木块后与木块一起运动。求：

（1）木块施与子弹的力对子弹所做的功；

（2）子弹施与木块的力对木块所做的功；

（3）整个碰撞过程损失的机械能。

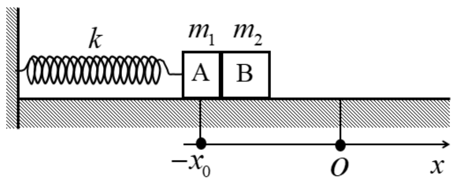


作业图3.3.6

3.3.7. 如作业图 3.3.7 所示，劲度系数为 k 的弹簧置于光滑的水台面上，一端固定在墙上，另一端系一质量为 m_1 的物体 A；质量为 m_2 的物体 B 紧靠物体 A。用力推动物体 B 使弹簧压缩 x_0，在物体都静止的情况下，撤去外力。求

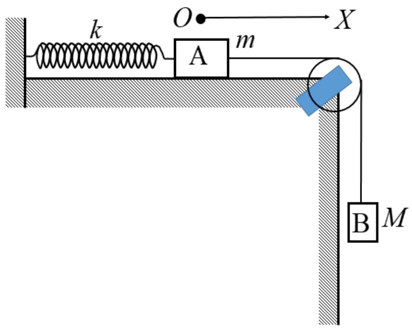
（1）物体 A、B 刚刚脱离时，物体 B 的速度；

（2）物体 A、B 脱离后，物体 A 继续向前运动的最大距离。



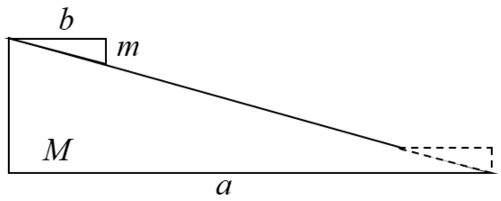
作业图3.3.7

3.3.8. 如作业图 3.3.8 所示，劲度系数为k的弹簧一端固定于墙上，另一端连接一质量为m的物体 A，物体 A 放置在光滑的水平面上，物体 A 又经过绳子通过定滑轮连接质量为M的物体 B。用手托住物体 B，使绳子拉近但刚好弹簧没有伸长；突然放开物体 B。设绳子不可以伸长，绳子和弹簧质量忽略不计，滑轮与绳子间没有摩擦（滑轮不转动）。求物体 B 的最大速度。



作业图 3.3.8

3.3.9. 如作业图 3.3.9 所示，两个顶角相同的楔子，大楔子的质量为M、水平边长为a，小楔子的质量为m、水平边长为b。大楔子放置在光滑的水平台面上，小楔子可以沿大楔子的斜面无摩擦地下滑。大小楔子原来静止，在小楔子由大楔子的顶端自由下滑到达楔子的底端（图中虚线表示的小楔子）的过程中，大楔子滑动了多少距离？



作业图 3.3.9

作业人	班　级	学　　号	姓　名	得　分
批阅人	班　级	学　　号	姓　名	得　分

第四章 机械振动

一、选择题

4.1.1．下列论断正确的有（　　　　　　　　　　　　）。

(A) 物体在一定位置附近作往复的运动即为简谐振动。

(B) 小球在地面上作完全弹性的上下跳动即为简谐振动。

(C) 如果某一物理量 B 满足微分方程 $\frac{\mathrm{d}^2 B}{\mathrm{d}t^2}+a^2 B=0$，则此物理量作简谐振动。

(D) 拉动单摆，使其偏离平衡位置 θ_0，然后无初速释放使其作简谐振动，则 θ_0 为初相位。

(E) 将单摆和垂直悬挂的弹簧振子从地球移到月球上，其振动周期均变大。

(F) 在简谐振动中，$t=0$ 的时刻是质点开始运动的时刻。

(G) 任意振动均可分解为简谐振动的合成。

(H) 简谐振动的总能量由系统初始状态决定。

(I) 细绳系一小球在水平面内作匀速圆周运动是简谐振动。

(J) 小物体在半径很大的光滑凹球面底作短距离往返运动是简谐振动。

(K) 浮在水面上的均质长方体木块受扰动后作无阻尼上下浮动是简谐振动。

4.1.2． 下列论断正确的有（　　　　　　　　　　）。

(A) 弹簧谐振子在简谐振动过程中动量守恒。

(B) 弹簧谐振子在简谐振动过程中动能守恒。

(C) 弹簧谐振子在简谐振动过程中机械能守恒。

(D) 理想单摆在简谐振动过程中动量守恒。

(E) 理想单摆在简谐振动过程中角动量守恒。

(F) 理想单摆在简谐振动过程中机械能守恒。

(G) 简谐振动过程就是动能与势能相互转化的过程，在简谐振动过程中机械能守恒。

(F) 在简谐振动过程中，振子的动能和势能也是简谐变化的，而且振子的动能和势能简谐振动的相位相同。

4.1.3． 下列论断正确的有（　　　　　　　）。

（A）在描述振动系统简谐振动的物理量中，简谐振动的振动频率（角频率）只由振动系统本身决定，与振动的初始条件无关。

(B) 在描述振动系统简谐振动的物理量中，简谐振动的振动周期只由振动系统本身决定，与振动的初始条件无关。

（C）在描述振动系统简谐振动的物理量中，简谐振动的振幅只由振动的初始条件决定，与振动系统无关。

（D）在描述振动系统简谐振动的物理量中，简谐振动的初相位只由初始时刻质点的位移和运动方向（振子的振动状态）决定。

（E）在描述振动系统简谐振动的物理量中，简谐振动的初相位与计时起点无关。

（F）在描述振动系统简谐振动的物理量中，简谐振动的振幅决定了振动的能量。

4.1.4． 下列论断正确的有（　　　　）。

（A）振动系统在做阻尼振动的过程中尽管动能不守恒但机械能守恒。

（B）振动系统在做阻尼振动的过程中因机械能的逐渐耗散而逐渐趋于停止振动。

（C）振动系统在做欠阻尼振动的过程中，振子"准简谐振动"的周期（或频率）与振动系统的固有振动周期（或频率）相同。

（D）振动系统在周期性简谐策动力作用下的稳态受迫振动过程中，策动力对振子所做的功完全转化为振子所受到的阻尼而耗散的能量。

（E）振动系统在周期性简谐策动力作用下的稳态受迫振动过程，即使达到位移共振，振动的振幅可以达到最大但不可能达到无限大，完全是由于振动系统存在阻尼；如果振动系统不存在阻尼（这实际上是不可能的），在位移共振时，振动的振幅完全有可能达到无限大。

（F）振动系统在周期性简谐策动力作用下的稳态受迫振动过程，即使达到速度共振，速度振动的振幅可以达到最大但不可能达到无限大，完全是由于振动系统存在阻尼；如果振动系统不存在阻尼，在速度共振时，速度振动的振幅完全有可能达到无限大。

（G）振动系统在周期性简谐策动力作用下的稳态受迫振动过程，当位移共振时，振动的相位与周期性简谐策动力的相位相同。

（H）振动系统在周期性简谐策动力作用下的稳态受迫振动过程，当速度共振时，速度振动的相位与周期性简谐策动力的相位相同。

4.1.5． 一个质量为 m 的儿童坐在长度为 L 的秋千上，他所荡起的最大角度为 $\theta_{\max}$；一个质最为 $4m$ 的成人坐在长度为 L 的秋千上，他所荡起的最大角度为 $3\theta_{\max}$。如果将两人荡秋千的运动视为单摆的简谐振动，如果儿童的摆动周期为 T，则成人的摆动周期为（　）。

（A）T　　（B）$2T$　　（C）$3T$　　（D）$4T$

4.1.6． 一端固定在天花板上的长细线下，悬挂一装满水的瓶子(瓶的重量不可忽略)，瓶底有一小孔，在瓶子摆动的过程中，瓶内的水不断地向外漏。如果忽略空气阻力，且将瓶子的摆动视为单摆的简谐振动，则从开始漏水到水漏完为止的整个过程中，瓶子的摆动频率（）。

（A）越来越大　　（B）越来越小　　（C）先变大后变小　　（D）保持不变。

4.1.7． 水平面上的一弹簧振子，当它作无阻尼自由振动时，一块胶泥正好竖直落在该振动物体上，设此时刻：①振动物体正好通过平衡位置；②振动物体正好在最大位移处。则（　）

（A）①情况周期变，振幅变；②情况周期变，振幅不变

（B）①情况周期不变，振幅变；②情况周期变，振幅变

（C）两情况周期都变，振幅都不变。

（D）两种情况周期都不变，振幅都变

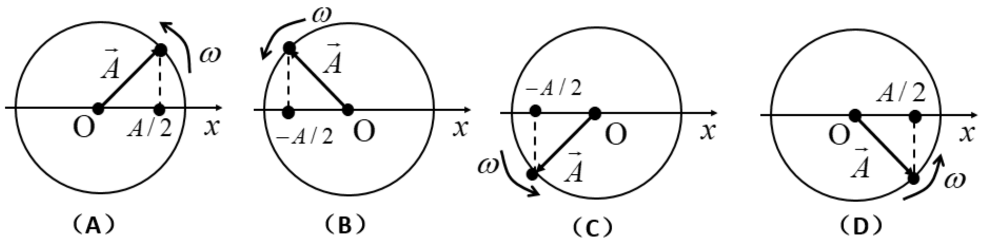
4.1.8． 劲度系数为 k 的轻弹簧一端系一质量为 m 的小球，另一端悬挂在以加速度 a 竖直上升火箭中，其振动周期为（　　）

（A）$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　（B）$2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　（C）$2\pi\sqrt{\dfrac{1}{k/m-a}}$　（D）$2\pi\sqrt{\dfrac{1}{k/m+a}}$

4.1.9．下列作用在质点上的力 F 与质点位移 x 的关系中，哪个意味着质点作简谐振动（　）

（A）$F=-5x$　（B）$F=-400x^2$　（C）$F=10x$　（D）$F=3x^2$

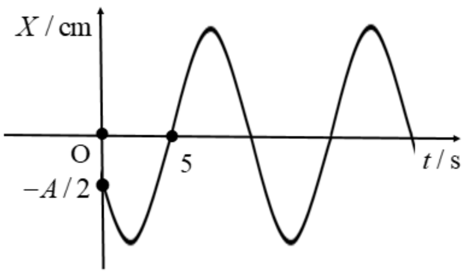
4.1.10． 一个质点作简谐振动，振幅为 A，在初始时刻质点的位移为 $-A/2$，且向 x 轴的正方向运动，则此简谐振动初始时刻的旋转矢量为作业图 4.1.10 中哪一图（　）。



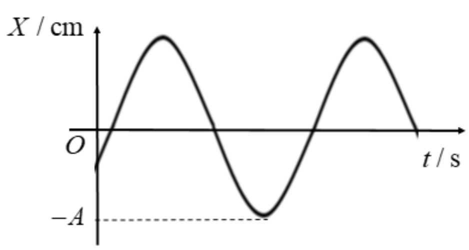
作业图 4.1.10

4.1.11． 一个简谐振动的振动曲线如作业图 4.1.11 所示，此振动的周期为（　　）。

（A）10s　（B）11s　（C）12s　（D）14s



作业图 4.1.11



作业图 4.1.12

4.1.12． 某一简谐振动的振动曲线如作业图 4.1.12 所示，如果简谐振动的位移用余弦函数来表示，下面哪一个为初相位 φ 的取值范围（　）；如果简谐振动的位移用正弦函数来表示，哪一个为初相位 φ 的取值范围（　）。

（A）$0<\varphi<\dfrac{\pi}{2}$；　（B）$-\dfrac{\pi}{2}<\varphi<0$；　（C）$\pi<\varphi<\dfrac{\pi}{2}$；　（D）$-\pi<\varphi<-\dfrac{\pi}{2}$

4.1.13．一个沿 x 轴作简谐振动的弹簧振子，振幅为 A，周期为 T，其运动方程用余弦函数表示，$x = A\cos\left(\dfrac{2\pi}{T}t+\varphi\right)$。下列选项中可能的初始状态是（　　）

(A) 过 $x=\dfrac{A}{2}$ 处向 x 轴正向运动，初相 $\varphi=\pi$

(B) 过 $x=-\dfrac{A}{\sqrt{2}}$ 向 x 轴正向运动，初相 $\varphi=-\dfrac{3}{4}\pi$

(C) 过平衡位置处向 x 轴正向运动，初相 $\varphi=-\dfrac{\pi}{3}$

(D) 过 $x=-A$ 处，初相 $\varphi=-\dfrac{\pi}{2}$

4.1.14． 某一质点沿 x 轴作简谐振动，振动方程为 $x=0.04\cos\left(2\pi t+\dfrac{\pi}{3}\right)(\mathrm{m})$，从 $t=0$ 时刻到质点到达 $x=-2\mathrm{cm}$ 处，且向 x 轴正方向运动的最短时间间隔为（　　）。

(A) $\dfrac{1}{2}\mathrm{s}$　　(B) $\dfrac{1}{3}\mathrm{s}$　　(C) $\dfrac{1}{4}\mathrm{s}$　　(D) $\dfrac{1}{8}\mathrm{s}$

4.1.15． 有两个沿 x 轴作简谐振动的质点，其频率、振幅均相同，当第一个质点自平衡位置向负方向运动时，第二个质点在 $x=-A/2$ 处(A 为振幅)也向负方向运动，则两者的相位差为（　　）

(A) $\dfrac{\pi}{6}$　　(B) $\dfrac{\pi}{2}$　　(C) $\dfrac{2\pi}{3}$　　(D) $\dfrac{5\pi}{6}$

0.98

$\frac{1}{2}kx^2$　$\frac{1}{2}$ ~~0.0016~~ 0.16.

4.1.16．劲度系数为 $100\mathrm{N\cdot m^{-1}}$ 的轻弹簧和质量为 $10\mathrm{g}$ 的小球组成的弹簧振子。第一次拉离平衡位置 $0.04\mathrm{m}$，由静止释放任其振动；第二次将小球拉离平衡位置 $0.02\mathrm{m}$ 并给予 $2\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 的初速度任其振动。则两次振动能量之比 $E_1:E_2$ 为（　　）。

$0.02 + \frac{1}{2}\ 10 \times 4.$

$=$

(A) $\dfrac{2\sqrt{2}}{3}$　　(B) 1　　(C) 2　　(D) 4

二、填空题

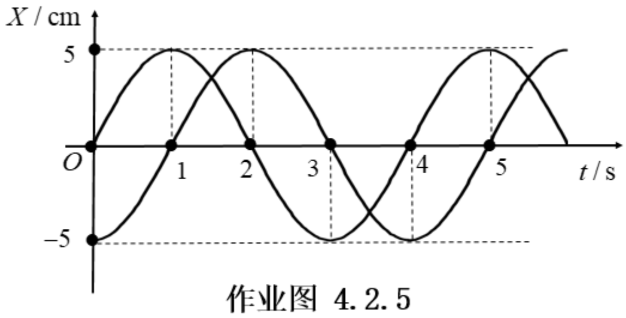
4.2.1． 一轻弹簧，上端固定，下端挂有质量为 m_1 的物体，稳定后在其下再挂一质量为 m_2 的物体，于是弹簧又伸长了 Δx_0。如果将质量为 m_2 物体移开，依然使弹簧与质量为 m_1 的物体组成弹簧振子，并使弹簧振子振动，则振动的周期 $T=$________________。

4.2.2． 一简谐振动的表达式为 $x=A\cos(3t+\varphi)$，已知 $t=0$ 时的初位移为 $0.04\mathrm{m}$，初速度为 $0.09\mathrm{m\cdot s^{-1}}$，则振幅________________，初相________________。

4.2.3． 一物体悬挂在弹簧下面作简谐振动，当这物体的位移等于振幅的一半时，其动能是总动量的______________倍(设平衡位置处势能为 0)；当这物体在平衡位置时，弹簧长度比原长长 Δl，这一振动系统的周期为__________________。

4.2.4． 一物体同时参与同一直线上的两个简谐振动：$x_1 = 0.05\cos\left(4\pi t + \dfrac{1}{3}\pi\right)$(SI)，$x_2 = 0.03\cos\left(4\pi t - \dfrac{2}{3}\pi\right)$(SI)，则合振幅为________________。

4.2.5． 如作业图 4.2.5 所示的是两个简谐运动曲线，画出它们的合振动曲线，写出合振动表达式 $x =$____________________________；$t = 3\text{s}$ 时合振动的相位为_________。

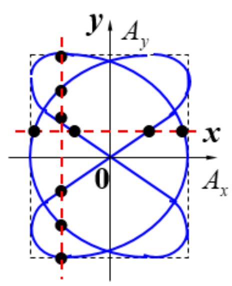


作业图 4.2.5

4.2.6． 一质点同时参与两个同频相互垂直的简谐振动：$x = A\cos(8\pi t + \pi)$，$y = B\cos(8\pi t)$。其实，该质点的运动轨迹方程为____________________。

4.2.7．一质点同时参与两个同频相互垂直的简谐振动：$x = A\cos(8\pi t)$，$y = B\sin(8\pi t)$。其实，该质点的运动轨迹方程为_____________________。

4.2.8． 两个不同频相互垂直简谐振动的合成运动轨迹（李萨如图形）如作业图 4.2.8 所示。设沿 x 轴简谐振动的周期为 T_x（角频率为 ω_x），沿 y 轴简谐振动的周期为 T_y（角频率为 ω_y），则两个简谐振动的周期之比为 $\dfrac{T_x}{T_y} =$__________，角频率之比为 $\dfrac{\omega_x}{\omega_y} =$__________。



作业图 4.2.8

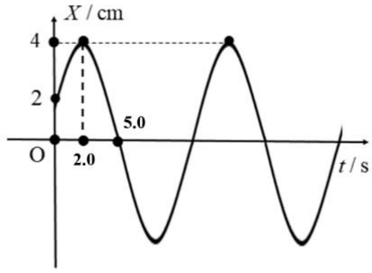
4.2.9． 振动系统在周期性简谐策动力作用下做阻尼受迫振动。设振动系统的固有振动角频率为 ω_0，阻尼系数为 β，周期性简谐策动力简谐振动的角频率为 ω。振动系统位移共振的条件为____________________，速度共振的条件为__________________。

三、计算题

4.3.1． 在一轻弹簧下端悬挂砝码 $m_0 = 250\mathrm{g}$ 时，弹簧伸长 $8\mathrm{cm}$。现在该弹簧下端悬挂 $m = 100\mathrm{g}$ 的物体，构成弹簧谐振子。将物体从平衡位置向下拉动 $4\mathrm{cm}$，并给以向上的 $21\mathrm{cm}\cdot\mathrm{s}^{-1}$ 的初速度，同时开始计时。求振动周期、振幅、初相位及振动方程。（以竖直向下为正方向）

4.3.2． 两个谐振动方程为 $x_1 = 3\times10^{-2}\cos(2t)\,(\mathrm{m})$，$x_2 = 4\times10^{-2}\cos\left(2t + \frac{\pi}{2}\right)(\mathrm{m})$。试用旋转矢量法求合振动方程。

4.3.3． 已知某简谐振动的振动曲线如作业图 4.3.3 所示，求该简谐振动的振动方程及速度和加速度表达式。



作业图 4.3.3

4.3.4． 一质点作简谐振动的圆频率为 2π，振幅为 $0.04\mathrm{m}$。试求当 $t=0$ 时，以下各种情况的运动方程。

（1）质点在平衡位置，向正方向运动；

（2）质点速度为 O，加速度大于 0；

（3）质点在 $x=-0.02\times\sqrt{2}\mathrm{m}$ 处，且向 x 轴负方向运动；

（4）质点在 $x=0.02\mathrm{m}$ 处，且向 x 轴正方向运动。

4.3.5． 某一质点作简谐振动，振幅为 $4\mathrm{cm}$，周期为 $2\mathrm{s}$。$t=0$ 时，$x=0.02\times\sqrt{2}\mathrm{m}$，$v_0<0$。

（1）质点的运动方程；

（2）质点第二次通过 $x=-2\mathrm{cm}$ 的时刻。

4.3.6． 弹簧谐振子，振子质量为 $0.1\mathrm{kg}$，以振幅 $1.0\times10^{-2}\mathrm{m}$ 作简谐振动，其最大加速度为 $4.0\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$。当 $t=0$ 时，物体处于平衡位置，且向 x 轴正方向运动，试求：

（1）振动的周期；

（2）物体的振动方程；

（3）当 x 值为何时，系统的势能为动能的 1/3。

4.3.7． 质量为 $0.04\mathrm{kg}$ 的质点作简谐振动，其运动方程为 $x = 4\times10^{-2}\cos\left(5t-\pi/2\right)(\mathrm{m})$，式中 t 以秒(s)计。求(1)初始位移，初始速度；(2) $t=4\pi/3\mathrm{s}$ 时的位移、速度和加速度；(3) 质点的位移大小为振幅的一半处且向 x 轴正向运动的时刻的速度、加速度和所受的力。

4.3.8． 一质量为 $100\mathrm{g}$ 的物体沿 x 轴作简谐振动，振幅为 $1.0\mathrm{cm}$，加速度的最大值为 $4.0\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$，求：(1) 通过平衡位置时的动能和总振动能；(2) 动能和势能相等时的位置 x。

4.3.9． 三个同方向的简谐振动分别为 $x_1 = 0.3\cos\left(8t + \frac{3}{4}\pi\right)$，$x_2 = 0.4\cos\left(8t + \frac{1}{4}\pi\right)$，$x_3 = 0.3\cos\left(8t + \varphi_3\right)$，式中的各量均以国际单位计。(1) 作旋转矢量图求出 x_1 和 x_2 合振动的振幅 A_{12} 和初相位 φ_{12}；(2) 欲使 x_1 和 x_3 合振幅为最大，则 φ_3 应取何值？(3) 欲使 x_2 与 x_3 合振幅为最小，则 φ_3 应取何值？

作业人	班　级	学　　号	姓　　名	得　分
批阅人	班　级	学　　号	姓　　名	得　分

第五章 相对论基础

一　选择题

5.1.1 根据同时的相对性下列说法正确的是（　）

（A）在一个惯性系中同时、不同地发生的两个事件，在另一个惯性系中可能同地发生；

（B）在一个惯性系中同时、同地发生的两个事件，在另一个惯性系中可能不同时发生；

（C）在一个惯性系中不同时、不同地发生的两个事件，在另一个惯性系中可能同时发生；

（D）在一个惯性系中不同时、不同地发生的两个事件，在另一个惯性系中不可能同时发生；

5.1.2 惯性系S′相对惯性系 S沿x轴正向以速度v运动，两坐标系的坐标原点重合时$t = t' = 0$。在S中看到两事件分别发生在（x_1, t_1）和（x_2, t_2），在S′中看到两事件分别发生在（x_1', t_1'）和（x_2', t_2'）。按照狭义相对论如果在 S中看到$t_2 > t_1$，则（　）

（A）在S′中看到$t_2' < t_1'$在任何情况下都是不可能的；

（B）在S′中看到$t_2' < t_1'$是不可能的，如果x_1和x_2是一个相对S运动的物体分别在t_1时刻和,t_2时刻的位置；

（C）在S′中看到$t_2' < t_1'$是可能的，只要x_1和x_2是一个相对S运动的物体分别在在t_1时刻和,t_2时刻的位置即可；

（D）在S′中看到$t_2' < t_1'$是可能的，只要x_1和x_2足够接近即可。

5.1.3 一刚性尺固定在 S'中，它与x'轴正向夹角θ'=45°,在相对 S'系以速率 v 沿x'轴作匀速直线运动的 S 系中,测得该尺与 x 轴正向夹角为(　　)

(A) θ=45°　　(B) θ<45°　　(C) θ>45°　　(D) θ=60°

5.1.4 质子在加速器中被加速,当其动能为静止能量的 4 倍时,其质量为静止质量的（　）

(A)4 倍　　(B) 5 倍　　(C) 6 倍　　(D) 8 倍

5.1.5 若使静止质量$m_0 \neq 0$的粒子的总能量为其静能的 3 倍,它的速率为（　）

(A)$\frac{8}{9}c$　　(B) $\frac{2\sqrt{2}}{3}c$　　(C) $\frac{1}{3}c$　　(D) $\frac{1}{9}c$

5.1.6 在狭义相对论中，下列说法中哪些是正确的？（　　）。

（1）一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速

（2）质量、长度、时间的测量结果都随物体与观察者的相对运动状态而改变

（3）在一惯性系中发生于同一时刻、不同地点的两个事件在其他一切惯性系中也是同时发生的

（4）惯性系中的观察者观察一个与它作匀速相对运动的时钟时，会看到这时种比与它相对静止的相同的时钟走得慢些

(A) (l), (3), (4)　　(B) (1), (2), (4)

(C) (1), (2), (3)　　(D) (2), (3), (4)

5.1.7 在某地发生两件事，与该处相对静止的甲测得时间间隔为 4 s，若相对甲作匀速直线运动的乙测得时间间隔为 5 s，则乙相对于甲的运动速度是（　　）。

(A) 4*c*/5　　(B) *c*/5　　(C) 2*c*/5　　(D)3*c*/5

5.1.8. 某不稳定粒子的固有寿命是 $1.0 \mathrm{x} 10^{-6}$ s，在实验室参考系中测得它的速度为 $2.0 \mathrm{x} 10^{8}$ m/s，则此粒子从产生到湮灭能飞行的距离为　（　　）

(A) 149 m　　(B) 200 m　　(C) 268 m　　(D) 402 m

5.1.9 一火箭的固有长度为L，相对于地面作匀速直线运动的速度为v_1，火箭上有一个人从火箭的后端向火箭前端上的一个靶子发射一颗相对于火箭的速度为v_2的子弹，在火箭上测得子弹从射出到击中靶的时间间隔是（　　）

(A) $\frac{L}{v_1+v_2}$　　(B) $\frac{L}{v_2}$　　(C) $\frac{L}{v_2-v_1}$　　(D) $\frac{L}{v_1\sqrt{1-(\frac{v_1}{c})^2}}$

5.1.10 设想从k′系的坐标原点O′沿x'方向反射一光波，在k′系中测得光速$u_x' = \mathrm{c}$，则光对k系的速度u_x应为：（　　）

(A) $\frac{2}{3}c$　　(B) $\frac{4}{5}c$　　(C) $\frac{1}{3}c$　　(D) c

二　填空题

5.2.1 狭义相对论是建立在____________和______________两个原理的基础上的。

5.2.2 在地面上测得沿铁路的两个信号灯的闪光之间相差了10^{-5} s，而在另一相对地面以20km$\cdot s^{-1}$的速率飞行的飞船上看到这两个闪光是同时发生的，则两信号灯的距离为_______。

5.2.3 μ 子的静止寿命为 2.2 μs。在地球上测得宇宙射线中高速 μ 子的平均寿命为 16 μs。则这些宇宙射线相对地球的速率为___________。

5.2.4 静长为 15 m 的宇宙飞船以 0.8*c* 的速率飞越地面站。则在地面测得的飞船长度为___________，飞船从头到尾飞越地面站所用的时间__________。

5.2.5. 某高能粒子进入探测器后，在衰变前留下一条 0.5 mm 的径迹。已知该粒子的速率为 0.995*c*，则它的固有寿命为_____________。

5.2.6 有一静止质量为m_0，边长为 a 的正方形薄板。若此薄板以速率 v=0.6*c* 沿其任一边长方向运动，则其面密度变为____________。

5.2.7 如果要使一个 45 g 的高尔夫球变得相当于一个 600 g 的篮球一样重,它的速度应为 v=_________ $m \cdot s^{-1}$。这时它看起来是一个椭球，其半长轴与半短轴之比为 a/b=_________。

5.2.8 狭文相对论时空观认为：时空（时间和空间）与________是不可分割的，运动方向上的长度将会_________ ，运动的时钟将会变____________。

5.2.9 真空中的光速 c 是一切运动物体的________速度，静止质量________(填为零或不为零)的粒子，其速度不可能达到光速。

5.2.10 已知惯性系S'相对惯性系 S 以 0.5c 的匀速度沿 x 轴方向运动,若从S'系的坐标原点O'沿 x 轴正方向发出一光渡，则 S 系中测得此光波的波速为__________。

三 计算题

5.3.1 观察者 A 报告在相对他静止的 S 参考系内，在时刻$2\mu s$ 、x 轴上 600m 处发生一事件。观察者 B 在相对 S 以 0.8c 向 x 轴正方向运动的 S′系中。已知两坐标系的对应坐标轴相互平行，两坐标原点重合时$t = t' = 0$。求：（1）B 看到的该事件发生的时刻和位置；（2）如果 S′向 x 轴负方向运动，该事件发生的时刻和位置。

5.3.2 某观察者看到在她右侧离她 1200 m 处的一次闪光，10μs 后在她左侧离她 1200 m 处发生了另一闪光。如果在另一参考系看到这两次闪光为同地发生，求：（1）这个参考系相对该观察者的运动方向和速率；（2）这个参考系观察到的两次闪光的时间差。

5.3.3 一事件在S'系中发生在$t' = 8 \times 10^{-8}$s时刻，$x' = 60$ m,$y' = z' = 0$处。若S'系相对于S系以速度0.6c沿x轴正方向运动，求该事件在S系中的时空坐标。

5.3.4 一长为 35 m 的宇宙飞船相对某星球的速率为 $0.8c$ ，一颗流星以相对该星球相同的速率迎面飞过飞船。试求：（1）飞船上看到的流星的速率；（2）飞船上看到此流星由头至尾经过飞船所花的时间。

5.3.5 站在地球上的某科学家测得一个粒子在地球上空 50 km 处生成后以 $0.995c$ 的速度飞向地球。求：(1) 地球上观察粒子飞到地面需要的时间； (2) 在粒子上看来，它处于地球上空的高度；(3) 粒子的固有寿命至少要多长才能飞到地面。

5.3.6 带正电的π^+介子是一种不稳定的粒子（衰变为μ介子与中微子）。其静止时平均寿命为$\tau_0 = 2.5\times10^{-8}\mathrm{s}$。用高能加速器把$\pi^+$介子加速到$u = 0.99c$，求：$\pi^+$介子平均一生最长行程 。（实验室测得$\pi^+$衰变前通过的平均距离为$52\mathrm{m}$）

5.3.7 地球上的天文学家测定相距$8\times10^{11}m$的两个火山同时爆发。在经过两火山的飞船中，空同旅行者也观察到了这两个事件，若飞船以速率$2.5\times10^{8}m/s$，对空间旅行者来说：(1)哪一个火山先爆发?(2)这两个火山的距离是多?

5.3.8 两惯性系S'和S系，各对应坐标轴相互平行,彼此沿xx'方向作句速直线运动。若有一米尺静止在S'系中, 与$O'x'$轴成 30°角。而在S系中调得该米尺与 Ox 成 45°角。间 S'相对 S 的速度是多少? S 系测得米尺长度是多少?

5.3.9 现有两个以相同速率相向运动的质子发生对心碰撞后静止下来，并产生一个静止的η^0粒子。求：(l)两质子原来的速率； (2)每个质子原来的动能(MeV)； (3)产生一个静止η^0粒子的静能为多少 MeV？这个静能与两质子原来的动能总和有什么关系。 (质子的静止质量m_0=1. 67X10^{-27} kg，η^0粒子的静止质量 m_0'=9.75X10^{-28}kg。)

5.3.10 μ 子的静止质量是电子的 207 倍，固有寿命为 2.2 μs。今在实验室测得一 μ 子的寿命为 6.5 μs。试求：(1)实验室中该 μ 子的速率； (2)实验室中该 μ 子的动能；(3)实验室中该 μ 子的总能量； (4)实验室中该 μ 子的动量。（电子静止质量为 $9.11\times10^{-31}kg$ ）

5.3.11 设某微观粒子的静止质量为 m_0，其总能量是它的静止能量的 K 倍。求粒子的运动速度的大小和动能。

5.3.12 求一个质子和一个中子结合成一个氘核时放出的能量。已知它们的静止质量分别为

质子 $m_p = 1.67262 \times 10^{-27}\,\text{kg}$

中子 $m_n = 1.67493 \times 10^{-27}\,\text{kg}$

氘核 $m_D = 3.34359 \times 10^{-27}\,\text{kg}$

分析：核反应前后有静止质量亏损，与静止质量亏损对应的是静止能量亏损，也就是一次核反应所释放的能量。

5.3.13 太阳的辐射能来自其内部的核聚变反应。太阳每秒钟向周围空间辐射出的能量约为 $5 \times 10^{26} J/s$，由于这个原因，太阳每秒钟减少多少质量？

5.3.14 氢弹利用了聚变反应，在该反应中，各氢原子核的中子聚变成质量较大的核，每用$1g$氢，约损失$0.006g$静止质量。求在这种反应中释放出来的能量与同量的氢燃烧成水时释放出来的能量的比值。已知氢被燃烧时，1g 氢释放1.3×10^5 J 的能量。

5.3.15 两个静止质量都为m_0的粒子，某参考系中观察到它们以相同的速度 v 相向运动，求：(1)如果在其中一个粒子上观察，另一个粒子的质量、动能、动量； (2)如果两粒子发生碰撞而合成一个新粒子，新粒子的静止质量。