安徽信息工程学院
Anhui Institute of Information Technology

- 通识教育与外国语学院

大学物理

课本 熟悉基本内容、结构

应用分析 应用中思考、学习

笔记 概括、整理、理解

重点例题 加强理解、应用

9.3.2020

• 1.1.(1)

★★★★★

根据瞬时速度矢量$\vec{v}$的定义， 及其用直角坐标和自然坐标的表示形式， 它的大小$|\vec{v}|$可表示为[BDFH]

(A)$\frac{dr}{dt}$ X

$\frac{dr}{dt}$:位置矢量大小对时间的导数，为径向速度

(B)$\left|\frac{d\vec{r}}{dt}\right|$ √

$\left|\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}\right|$

(C)$\frac{ds}{dt}$ X

速率$\frac{ds}{dt} = v$，有正负

(D)$\left|\frac{ds}{dt}\right|$ √

$\left|\frac{ds}{dt} = v\right| = |\vec{v}|$

(E)$\frac{dx}{dt} + \frac{dy}{dt} + \frac{dz}{dt}$ X

$$\frac{dx}{dt} + \frac{dy}{dt} + \frac{dz}{dt} = v_x + v_y + v_z$$

(F)$\left|\frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}\right|$: √

(G)$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2$ X

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = v^2$$

(H)$\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$ √

第一章

• 1.1.(2)

★★★★★

根据瞬时加速度矢量$\vec{a}$的定义，及其用直角坐标和自然坐标的表示形式，它的大小$|\vec{a}|$可表示为[ACGH]

(A)$\left|\dfrac{d\vec{v}}{dt}\right|$

(B)$\dfrac{dv}{dt}$

(C)$\left|\dfrac{d^2\vec{r}}{dt^2}\right|$

(D)$\dfrac{d^2r}{dt^2}$

(E)$\dfrac{d^2s}{dt^2}$

(F)$\dfrac{d^2x}{dt^2}+\dfrac{d^2y}{dt^2}+\dfrac{d^2z}{dt^2}$

(G)$\left[\left(\dfrac{v^2}{\rho}\right)^2+\left(\dfrac{dv}{dt}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$

(H)$\left[\left(\dfrac{v^2}{\rho}\right)^2+\left(\dfrac{d^2s}{dt^2}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$

解析：AC均表示加速度的绝对值，BE为切向加速度，GH均为向心加速度和切向加速度的合成得到总的速度大小。

- 1.1.(3)

★★★★

以下说法中，正确的是[BCDF]

(A)质点具有恒定的速度，但仍可能具有变化的速率

(B)质点具有恒定的速率，但仍可能具有变化的速度

(C)质点加速度方向恒定，但速度方向仍可能在不断变化着

(D)质点速度方向恒定，但加速度方向仍可能在不断变化着

(E)某时刻质点加速度的值很大，则该时刻质点速度的值也必定很大

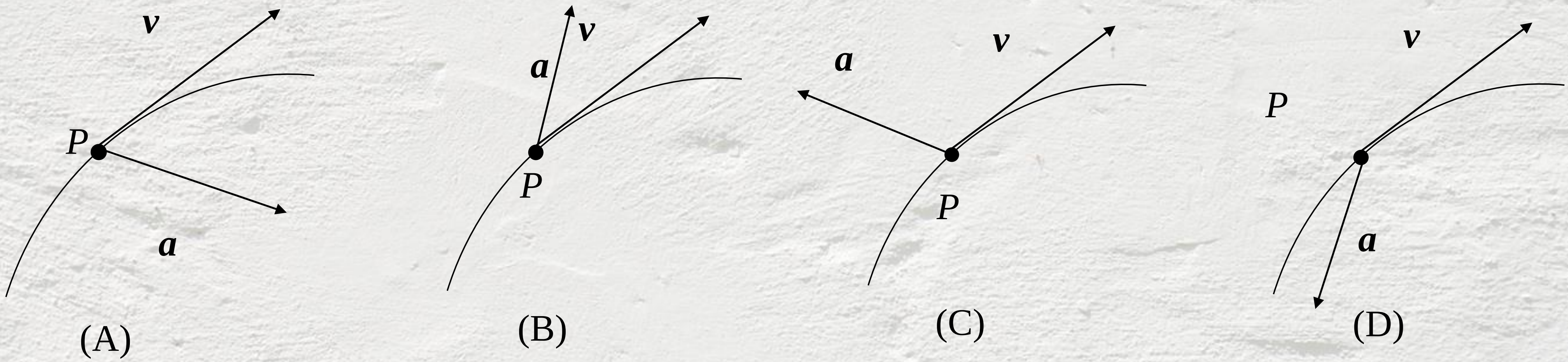
(F)质点作曲线运动时，其法向加速度一般并不为零，但也有可能在某时刻法向加速度为零

解析：速度和加速度均为矢量，速度对时间的一阶导数（即变化率）为加速度。

• 1.1.(4)

★★★

能正确表示质点在曲线轨迹上P 点的运动为减速的图是[D]



解析：对于轨迹已知的运动，速度方向必定沿切向，加速度方向可以任意。

由题可知，要做减速运动，则必须有切向加速度为负的分量，又因为曲线运动，一定有向心加速度，则总的加速度方向只能如D项所示。

第一章

• 1.1.(5)

★★★★★

质点以速度$v=4+t^2$m/s作直线运动， 沿质点运动直线作Ox轴， 并已知$t=3$s时质点位于x =9 m处， 则该质点的运动学方程为[C]

(A) $x=2t$

(B) $x=4t+\frac{1}{2}t^2$

(C) $x=4t+\frac{1}{3}t^3-12$

(D) $x=4t+\frac{1}{3}t^3+12$

解：速度定义$v=\frac{dx}{dt}$可得$vdt=dx$， 等式两边同时积分$\int vdt=\int dx$

可得$\int(4+t^2)dt=\int dx$， $x=\frac{1}{3}t^3+4t+C$

已知$t=3$s时质点位于x =9 m， 带入上式可得C =-12；

质点的运动学方程为$x=\frac{1}{3}t^3+4t-12$

第一章

• 1.7

★★★★★

一质点的运动学方程为$x=t^2$，$y=(t-1)^2$，x、y的单位均为m，t以s为单位，试求：

(1)质点的轨迹方程；

(2)在t=2s时，质点的速度$\vec{v}$和加速度$\vec{a}$

解析：

(1)由运动学方程消去时间t可得质点的轨迹方程，将$t=\sqrt{x}$代入有$y=(\sqrt{x}-1)^2$

(2)对运动学方程微分求速度和加速度，即

$$v_x=\frac{dx}{dt}=2t;$$

$$v_y=\frac{dy}{dt}v_y=\frac{dy}{dt}=2(t-1);$$

$$\vec{v}=\vec{v}_x+\vec{v}_y=2t\vec{\imath}+2(t-1)\vec{\jmath}$$

$$a_x=\frac{dv_x}{dt}=2;\ a_y=\frac{dv_y}{dt}=2$$

$$\vec{a}=\vec{a}_x+\vec{a}_y=2\vec{\imath}+2\vec{\jmath}$$

当t=2s时，代入即可

$$\vec{v}=4\vec{\imath}+2\vec{\jmath}\,\mathrm{m/s};\ \vec{a}=2\vec{\imath}+2\vec{\jmath}\ \mathrm{m/s^2}$$

• 1.8

★★★★★

已知一质点运动方程$\vec{r} = 2t\vec{i} + (2 - t^2)\vec{j}$，其中$r$、$t$分别以m和s为单位，试求：

(1)$t = 1$s到$t = 2$s质点的位移；

(2)$t = 2$s时，质点的$\vec{v}$，$\vec{a}$；

(3)质点的轨迹方程。

解析：

$$(1)\vec{r}_1 = 2\vec{i} + \vec{j},\quad \vec{r}_2 = 4\vec{i} - 2\vec{j},$$

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = 2\vec{i} - 3\vec{j}$$

$$(2)\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt},$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

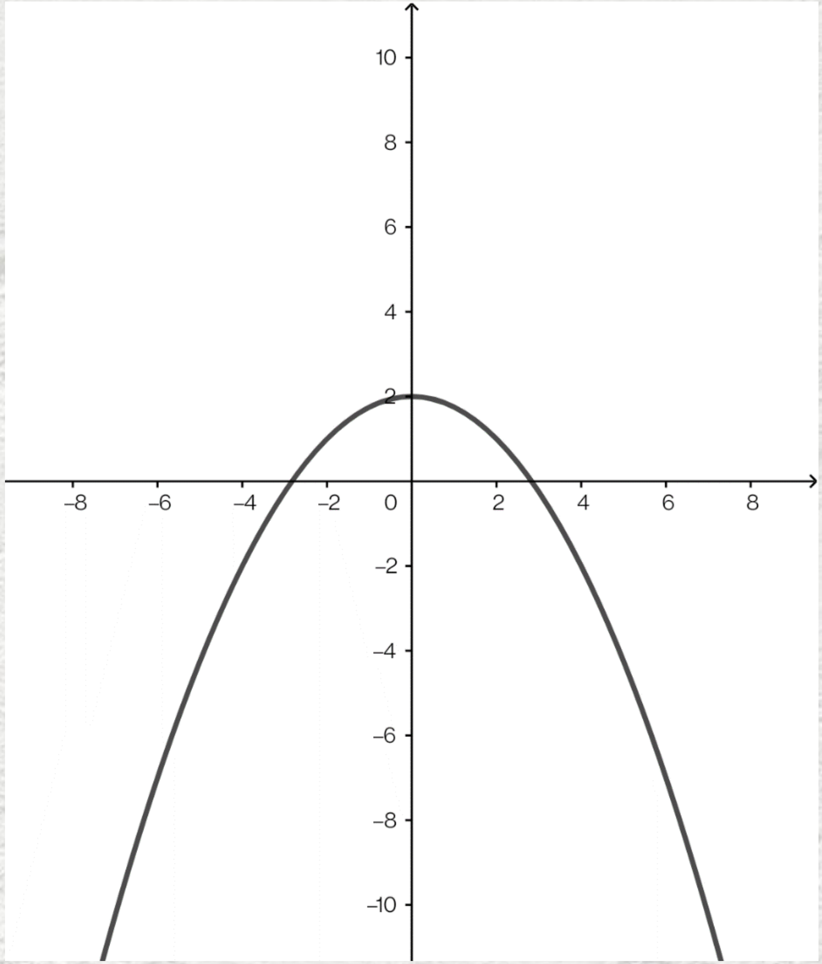
$$\vec{v} = 2\vec{i} - 2t\vec{j},\quad \vec{a} = -2\vec{j};$$

$$t = 2\text{s时},\ \vec{v} = 2\vec{i} - 4\vec{j}\ \text{m/s},\ \vec{a} = -2\vec{j}\ \text{m/s}^2$$

$$(3)\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j};$$

$$x = 2t,\quad y = 2 - t^2;$$

$$\text{轨迹方程为}\ y = 2 - \frac{x^2}{4}$$



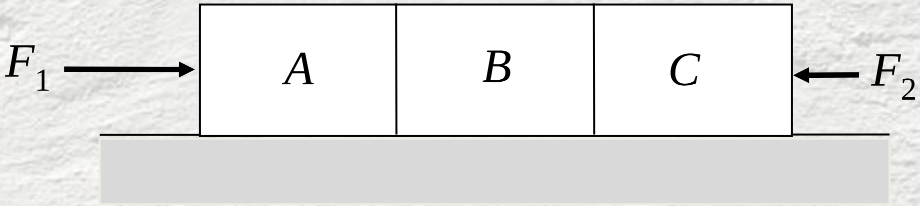
• 2.1.(1)

★★★★★

第二章

三个质量相等的物体A、B、C紧靠在一起，置于光滑水平面上，如图．若A、C分别受到水平力$\vec{F}_1$、$\vec{F}_2$ ($F_1>F_2$)的作用，则A对B的作用力大小为[C]

(A) F_1 (B) F_1-F_2 (C) $\frac{2}{3}F_1+\frac{1}{3}F_2$ (D) $\frac{2}{3}F_1-\frac{1}{3}F_2$ (E) $\frac{1}{3}F_1+\frac{2}{3}F_2$ (F) $\frac{1}{3}F_1-\frac{2}{3}F_2$



解析：水平方向合力大小为F_1-F_2，整体分析和隔离分析相结合。

整体分析：设A、B、C质量均为m，一起运动的加速度为a，由牛顿第二定律有，$3ma=F_1-F_2$

假设A对B的作用力大小为x，则A对B的反作用力大小也为x

对A运用牛顿第二定律有，$ma=F_1-x$

联立两式可得$x=\frac{2}{3}F_1+\frac{1}{3}F_2$

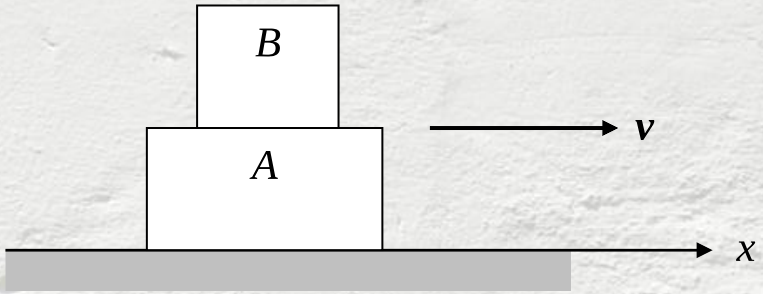
• 2.1.(2)

★★★★

第二章

如图示两个质量分别为m_A和m_B的物体A和B， 一起在水平面上沿x轴正向做匀减速直线运动，加速度大小为a，A与B的最大静摩擦系数为μ，则A作用于B的静摩擦力$\vec{F}$的大小和方向分别为[D]

(A)$\mu m_B g$， 与x轴正向相反
(B)$\mu m_B g$， 与x轴正向相同
(C)$m_B a$， 与x轴正向相同
(D)$m_B a$， 与x轴正向相反



解析：

AB之间保持相对静止，因此相互之间的摩擦力为静摩擦力
静摩擦力的大小只能间接从运动状态来求
由于水平方向上，B只受到A的静摩擦力，也就是合外力，根据牛顿第二定律，合外力等于$m_B a$，方向根据减速可判断与运动方向相反。

• 2.1.(3)

★★★

质量为m的物体，放在纬度为φ处的地面上，设地球质量为Me，半径为Re，自转角速度为ω。若考虑到地球自转的影响，则该物体收到的重力近似为[D]

(A)$G\dfrac{M_e m}{R_e^2}$

(B)$m\omega^2 R_e \cos\varphi$

(C) $m\left(G\dfrac{M_e}{R_e^2}+\omega^2 R_e \cos\varphi\right)$

(D)$m\left(G\dfrac{M_e}{R_e^2}-\omega^2 R_e \cos^2\varphi\right)$

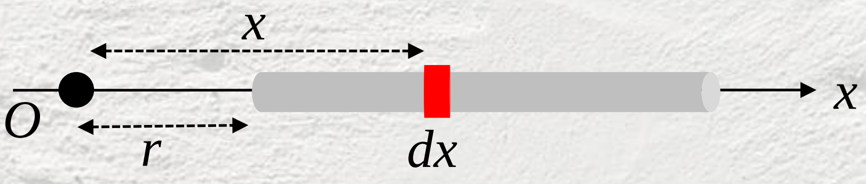
解析： 如图，红色为万有引力$\vec{F}_{万}$，大小由A项描述，B项为向心力 $\vec{F}_n$ ，黄色描述，两者之间夹角为维度角，根据矢量关系，白色矢量为重力$\vec{G}$，$\vec{G}=\vec{F}_{万}-\vec{F}_n$，由于向心力较小，因此$G\approx F_{万}-F_n cos\varphi$

2.2.(1)

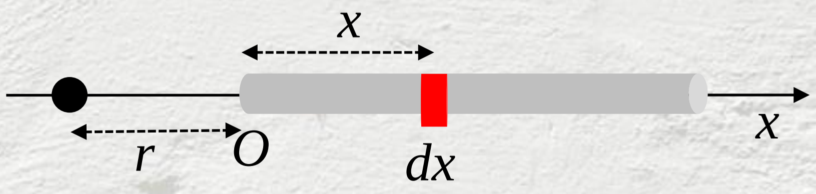
★★

第二章

(1)质量为m的质点，置于长为l、质量为M的均质细杆的延长线上，质点与细杆近端距离为r，选图(a)所示坐标系，则细杆上长度为dx的一段与质点之间万有引力的大小为dF=________，细杆与质点之间万有引力的大小为F=________=________。选图(b)所示坐标系，则细杆上长度为dx的一段与质点之间万有引力的大小为dF=________，细杆与质点之间万有引力的大小为F=________=________。



(a)



(b)

$$dF = G\frac{Mm}{x^2 l}dx;$$

$$F = \int_r^{r+l} G\frac{Mm}{x^2 l}dx = G\frac{Mm}{r(r+l)}$$

$$dF = G\frac{Mm}{(r+x)^2 l}dx;$$

$$F = \int_0^{l} G\frac{Mm}{(r+x)^2 l}dx = G\frac{Mm}{r(r+l)}$$

• 3.1.(2)

★★★★

宇宙飞船关闭发动机返回地球的过程，可以认为是仅在地球万有引力作用下运动。若用m表示飞船质量，M表示地球质量，G表示引力常量，则飞船从距地球中心r_1处下降到r_2处的过程中，动能的增量为[C]

(A)$\dfrac{GmM}{r_2}$

(B)$\dfrac{GmM}{r_2^2}$

(C)$GmM\dfrac{r_1-r_2}{r_1r_2}$

(D)$GmM\dfrac{r_1-r_2}{r_1^2r_2^2}$

解析：动能的增量来源于万有引力做正功，
而万有引力做功又等于万有引力势能的释放（减少），故

$$\Delta E_{\mathrm{k}}=-\Delta E_p$$

$$E_p=-\frac{GMm}{r}$$

$$\Delta E_k=-\Delta E_p=-\frac{GMm}{r_1}+\frac{GMm}{r_2}$$

第三章

• 3.1.(3)

★★★★

质点M与一固定的轻弹簧相连接，并沿椭圆轨道运动，如图，已知椭圆的长半轴和短半轴分别为a和b，弹簧原长为l_0($a > l_0 > b$)，劲度系数为k，则质点由A运动到B的过程中，弹性力所做的功为[B]

(A)$\frac{1}{2}ka^2 - \frac{1}{2}kb^2$

(B)$\frac{1}{2}k(a - l_0)^2 - \frac{1}{2}k(l_0 - b)^2$

(C)$\frac{1}{2}k(a - b)^2$

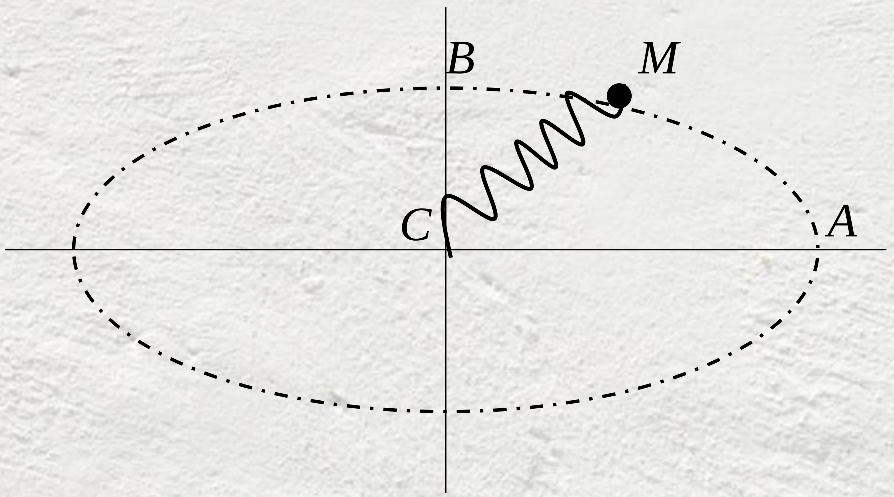
(D)$\frac{1}{2}k(l_0 - b)^2 - \frac{1}{2}k(a - l_0)^2$

解析：弹力为保守力，其做功等于弹性势能的减少，故

$$A = -\Delta E_p$$

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2$$

$$A=\frac{1}{2}k(a - l_0)^2 - \frac{1}{2}k(l_0 - b)^2$$



第三章

• 3.1.(4)

★★★

质量为10kg的物体，在变力F作用下沿x轴作直线运动，力随坐标x的变化如图。物体在x=0处，速度为1m/s，则物体运动到x=16m处，速度大小为[B]

(4) (A) $2\sqrt{2}$ m/s (B)3 m/s (C) 4m/s (D) $\sqrt{17}$m/s

第三章

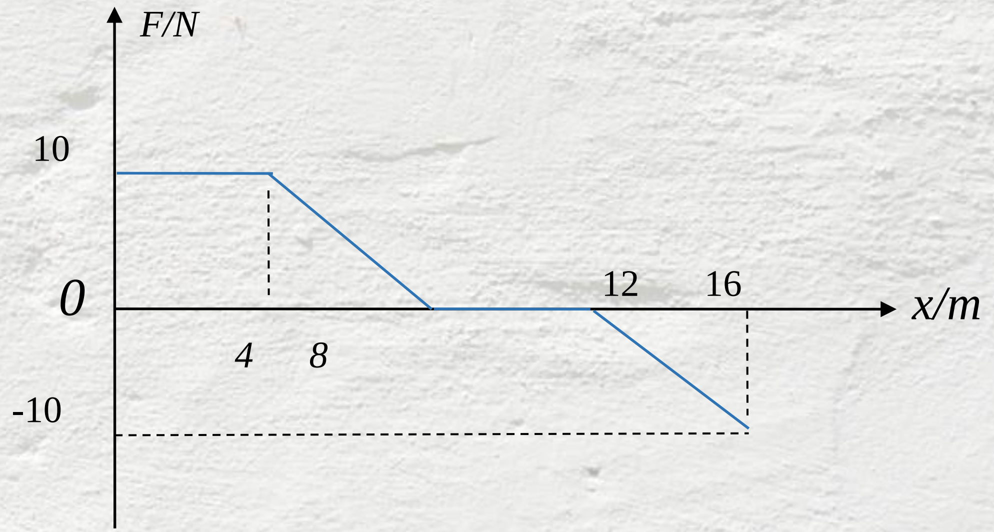
解析：图为F-x曲线，围成面积为F的功，由题可知，即合力的功，

运动到x=16m处，$A=4\times 10+\frac{1}{2}\times 4\times 10-\frac{1}{2}\times 4\times 10=40\text{J}$

由动能定理

$$\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2=40$$

得$v_2=3\text{m/s}$



第三章

• 3.1.(5)

★★★★★

关于质点系内各质点间相互作用的内力做功问题，以下说法中，正确的是[C]

(A)一对内力所做的功之和一定为零

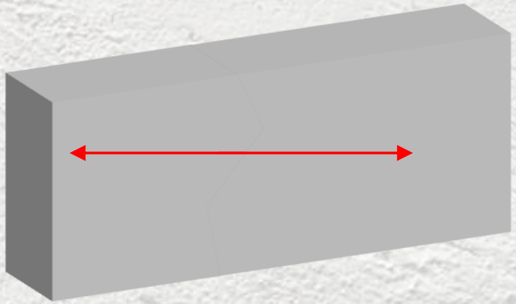
(B)一对内力所做的功之和一定不为零

(C)一对内力所做的功之和一般不为零，但不排斥为零的情况

(D)一对内力所做的功之和是否为零取决于参考系的选择

解析： 内力可以做功，比如爆炸

因为内力是相互作用，作用于两个物体，作用力的大小相等，方向相反，但位移不一定相等，故当施力物体和受力物体有相对位移发生时就会做功。



• 3.2.(2)

★★★★

人从10m深的井中提水，桶离水面时装水10kg。若每升高1m要漏掉0.2kg的水，则把这桶水从水面提高到井口的过程中，人力所做的功为____。

第三章

解析：

$$A=\int_a^b \vec{F}d\vec{r}$$

$$=\int_0^{10}(10-0.2h)gdh$$

$$=900\text{J}$$

• 3.2.(3)

★★★★

质点在力$\vec{F}=2y^2\vec{i}+3x\vec{j}$作用下沿图示路径运动。若$F$的单位为N，$x$和$y$的单位为m，则力$\vec{F}$在路径$Oa$上的功$A_{Oa}$=____，在$ab$上的功$A_{ab}$=____，$Ob$上的功$A_{Ob}$=____，$OcbO$上的功$A_{OcbO}$=____。

第三章

解析： $A=\int_a^b \vec{F}d\vec{r}=\int_{x_a}^{x_b}F_x dx+\int_{y_a}^{y_b}F_y dy=\int_{x_a}^{x_b}2y^2dx+\int_{y_a}^{y_b}3xdy$

Oa：y=0；

$$A_{Oa}=\int_{x_a}^{x_b}2\cdot 0^2dx+\int_{y_a}^{y_b}3xd0=0\ \text{J}$$

ab：x=3；

$$A_{ab}=\int_{x_a}^{x_b}2y^2d3+\int_{y_a}^{y_b}3\cdot 3dy=0+9\int_0^2 dy=18\ \text{J}$$

Ob：$y=\frac{2}{3}x$，$dy=\frac{2}{3}dx$，$\frac{3}{2}dy=dx$；

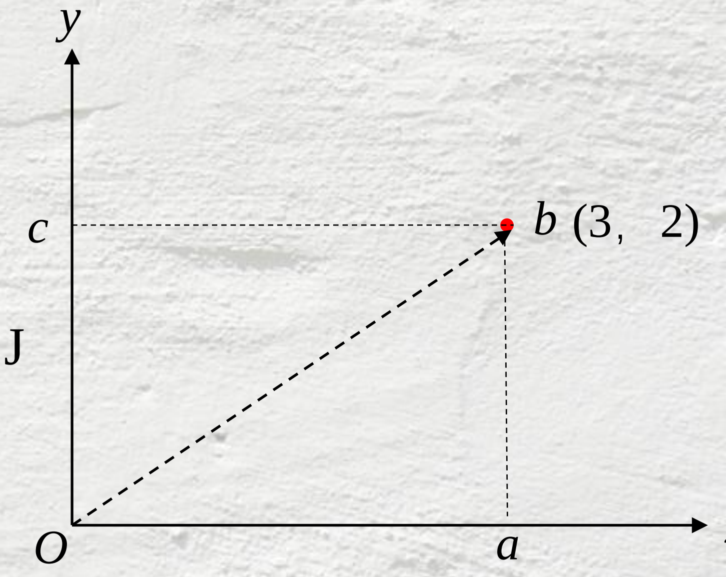
$$A_{Ob}=\int_{y_a}^{y_b}2y^2\frac{3}{2}dy+\int_{x_a}^{x_b}3x\frac{2}{3}dx=\int_0^2 3y^2dy+\int_0^3 2xdx=8+9=17\ \text{J}$$

$$A_{Ocbo}=A_{Oc}+A_{cb}+A_{bo}=A_{Oc}+A_{cb}-A_{ob}$$

Oc：x=0；$A_{Oc}=\int_{x_a}^{x_b}2y^2d0+\int_{y_a}^{y_b}3\cdot 0dy=0\ \text{J}$

cb：y=2；$A_{cb}=\int_{x_a}^{x_b}2\cdot 2^2dx+\int_{y_a}^{y_b}3xd2=8\int_0^3 dx+0=24\ \text{J}$

$$A_{Ocbo}=A_{Oc}+A_{cb}-A_{ob}=0+24-17=7\ \text{J}$$



• 3.9

★★★★★

一沿x轴正向的力作用在一质量为3.0kg的质点上。已知质点的运动学方程为$x=3t-4t^2+t^3$m，时间t单位为s，求：

(1)力在最初4.0s内做的功；

(2)在t=1s时，力的瞬时功率。

解析：

(1)$v=\dfrac{dx}{dt}=3-8t+3t^2$;

$$E_k(t)=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\times 3.0\times(3-8t+3t^2)^2$$

根据质点的动能定理，

$$A=\Delta E_k(t)=E_k(4)-E_k(0)=528\text{J}$$

(2)$a=\dfrac{dv}{dt}=-8+6t$;

$$F=ma=3\times(-8+6t)$$

$$P(t)=Fv=3\times(-8+6t)\times(3-8t+3t^2);$$

$$P(1)=12\text{W}$$

• 4.1.(1)

★★★★

质点在恒力F作用下由静止开始作直线运动。已知在时间Δt_1内，速率由0增加到v，在Δt_2内，由v增加到$2v$。设该力在Δt_1内，冲量大小为I_1，所做的功为A_1，在Δt_1 内，冲量大小为I_2，所做的功为A_2，则[D]。

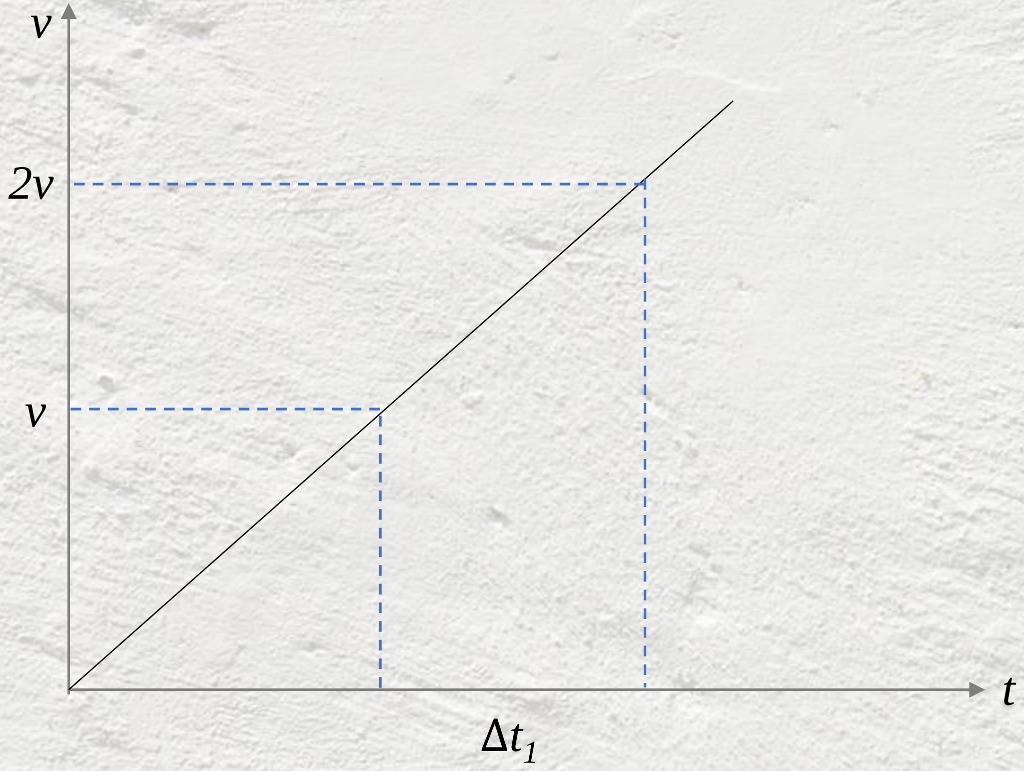
(A) $A_1= A_2 \quad I_1< I_2$

(B) $A_1= A_2 \quad I_1> I_2$

(C) $A_1> A_2 \quad I_1= I_2$

(D) $A_1< A_2 \quad I_1= I_2$

第四章



解析：

由题可知，恒力作用，故根据牛顿第二定律，加速度恒定。

两段时间速度变化均为v，故需要时间相同，即$\Delta t_1=\Delta t_2$，故冲量$I_1= I_2$

又由于Δt_2平均速度较大，故位移较多，故做功更多，即$A_1< A_2$

★★★

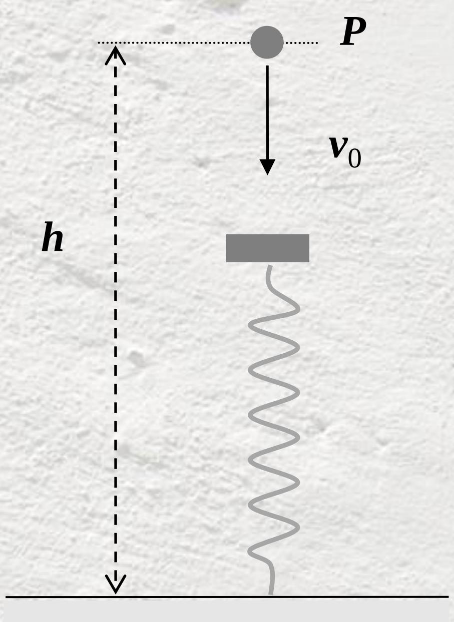
一轻弹簧， 竖直固定于水平桌面上，如图。弹簧正上方离桌面高度为h的P点的一小球以初速度v_0竖直落下，小球与弹簧碰撞后又跳回P点时，速度大小仍为v_0，以小球为系统，则小球从P点下落到又跳回P点的整个运动过程中，系统的[A]。

(A) 动能不守恒，动量不守恒

(B) 动能守恒，动量不守恒

(C) 机械能不守恒，动量守恒

(D) 机械能守恒，动量守恒



解析：

小球自由下落，速度变化，故动量和动能均不守恒，但小球最终能回到初始位置，由能量守恒可知，系统机械能守恒，即小球与木板间的碰撞为完全弹性碰撞，没有机械能损失。

• 4.1.(3)

★★★★

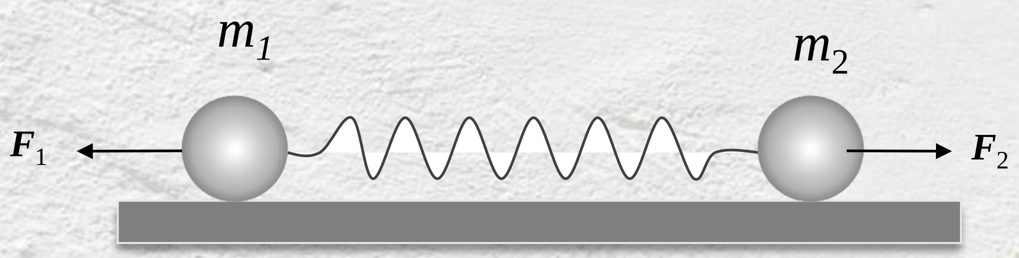
质量分别为m_1和m_2的两个小球，连接在劲度系数为k的轻质弹簧两端，并置于光滑的水平面上，如图。今以等值反向的水平力$\vec{F}_1$、$\vec{F}_2$分别同时作用于两个小球上，若把两个小球和弹簧看作一个系统，则系统在运动过程中[B]

(A)动量守恒，机械能守恒

(B)动量守恒，机械能不守恒

(C)动量不守恒，机械能守恒

(D)动量不守恒，机械能不守恒



解析：

由质点系的动量定理可知，

质点系的总动量与合外力有关，与内力无关；

由题可知，合外力为零，故动量守恒。

系统机械能与非保守力有关，F_1和F_2均为非保守力，且做正功，故机械能增加，不守恒。

• 4.1.(4)

★★★★

对质点系有以下几种说法

①质点系总动量的改变与内力无关;

②质点系总动能的改变与内力无关;

③质点系机械能的改变与保守内力无关;

④质点系总势能的改变与保守内力无关。

以上说法中[B]

(A)只有①是正确的 (B)①和③是正确的 (C)①和④是正确的 (D)②和③是正确的

第四章

解析:

由动能定理、动量定理、“势能定理”、“机械能定理”可知,

质点系的总动能与合外力有关,包括系统的内力;

质点系的总动量与合外力有关,与内力无关;

质点系的总势能只与保守内力有关,保守力做功改变势能;

质点系的机械能与非保守力做功有关,与保守力做功无关。

• 4.2.(1)

★★★

质量$m = 2.0$ kg的木块，受合力$\vec{F} = 12t\vec{i}$N的作用，沿Ox轴作直线运动，如图。已知$t = 0$时$x_0 = 0$， $v_0 = 0$，则从$t = 0$到$t = 3$ s这段时间内，合力$\vec{F}$的冲量为$\vec{I}$=____，3s末木块的速度为$\vec{v}$=____。

第四章

解析： ① $\vec{I} = \int_0^3 12t\vec{i}dt = 54\vec{i}$

② 根据动量定理，合外力的冲量等于动量的增量，即

$$\vec{I} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = m\vec{v}(3) - m\vec{v}(0) = 54\vec{i}$$

$$\vec{v}(3) = 27\vec{i}\mathrm{m/s}$$

• 4.2.(3)

★★★★

质量m = 1kg 的质点，以速度$\vec{v} = \left(-3\sin\frac{\pi}{2}t\vec{i} + 3\cos\frac{\pi}{2}t\vec{j}\right)$m/s运动，该质点在从$t$=0 到$t$=4s这段时间内所受到的合力的冲量大小为____，在t =1s 到t =2s 这一运动过程中，动量的增量大小为____。

解析：

根据动量定理，合外力的冲量等于动量的增量，即

$$①\ \vec{I} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = m\vec{v}(4) - m\vec{v}(0) = 0$$

$$②\ \vec{I} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = m\vec{v}(2) - m\vec{v}(1) = -3\vec{j} + 3\vec{i}$$

$$|\vec{I}| = 3\sqrt{2}$$

第四章

• 4.23

★★★★

长为63cm的均匀细棒，呈直角形状，一段长为36cm，另一段长为27cm，如图所示。试求它的质心位置。

解析：建立坐标系如图，设细棒的总质量为63，即x轴上质量为36，y轴上为27

① 利用质量连续分布的质心公式$\vec{r}_c=\frac{\int \vec{r}dm}{M}$

$$x_c=\frac{36\cdot 27+\int_0^{36} xdm}{63}=\frac{36\cdot 27+\int_0^{36} xdx}{63}$$

=25.71cm

$$y_c=\frac{\int_0^{27} ydm}{63}=\frac{\int_0^{27} ydy}{63}$$

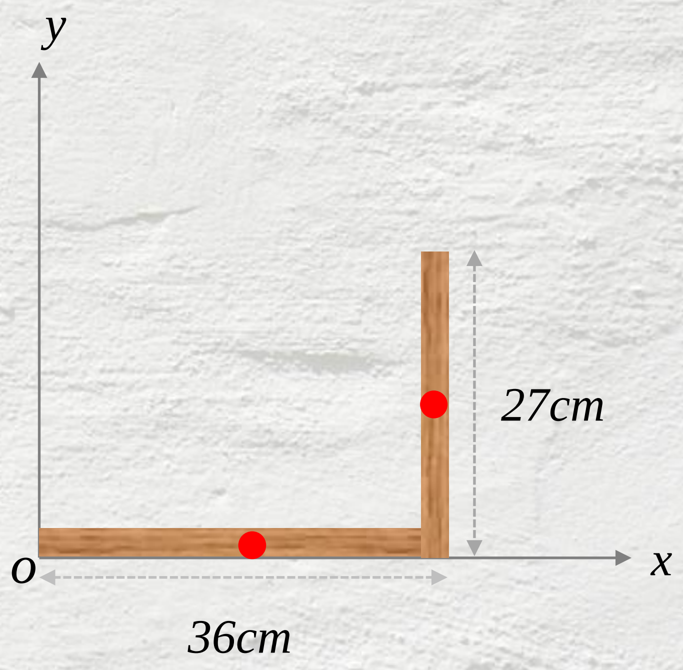
=5.79cm

② 利用质量离散分布的质心公式$\vec{r}_c=\frac{\sum m_i\vec{r}_i}{M}$

由于细棒分成规则的两部分，故质心均在几何中心

$$\vec{r}_c=\frac{36\times 18\vec{\imath}+27\times(36\vec{\imath}+\frac{27}{2}\vec{\jmath})}{63}$$

$=25.71\vec{\imath}+5.79\vec{\jmath}$



• 5.1.(1)

★★★★★

下列说法正确的是[CE]

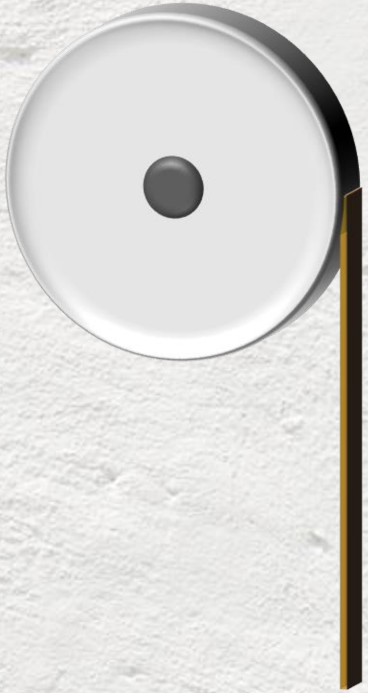
(A)作用在定轴转动刚体上的力越大，刚体转动的角加速度越大

(B)作用在定轴转动刚体上的合力矩越大，刚体转动的角速度越大

(C)作用在定轴转动刚体上的合力矩越大，刚体转动的角加速度越大

(D)作用在定轴转动刚体上的合力矩为零，刚体转动的角速度为零

(E)作用在定轴转动刚体上的合力矩为零，刚体转动的角加速度为零



解析：由刚体定轴转动定律，

$$M_z = J_z\alpha$$

作用在定轴转动刚体上的合力矩越大，刚体转动的角加速度越大

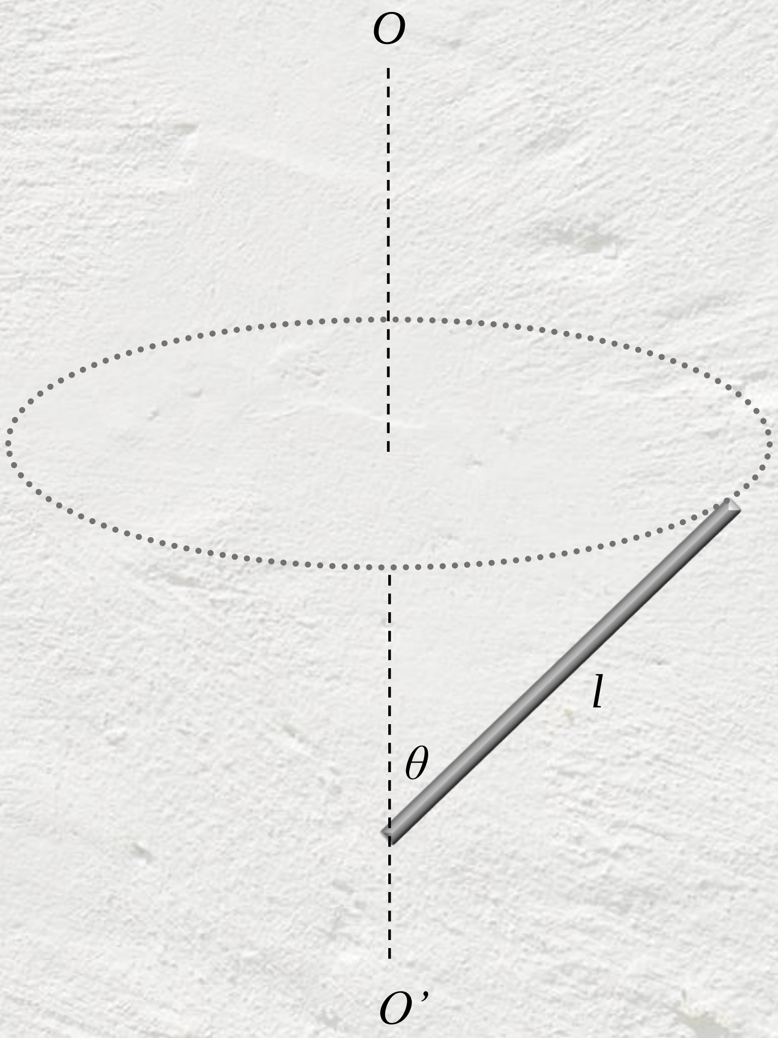
作用在定轴转动刚体上的合力矩为零，刚体转动的角加速度为零

- 5.1.(3)

★★★

一质量为m的均质杆长为l，绕铅直轴OO'成θ角转动，如图所示，其转动惯量为[C]

(A) $\frac{1}{12}ml^2$ (B) $\frac{1}{4}ml^2\sin^2\theta$ (C) $\frac{1}{3}ml^2\sin^2\theta$ (D) $\frac{1}{3}ml^2$



解析：

$$J=\int_V r^2dm=\int_0^l (x\sin\theta)^2\cdot\frac{m}{l}dx=\frac{1}{3}ml^2\sin^2\theta$$

★★★★★

质量为m的均质细杆，长为l，以角速度ω绕过杆端点，垂直于杆的水平轴转动，细杆的动量大小为____，绕转动轴的动能是____，动量矩大小是____。

解析:

动量：$p = mv = mv_c = \frac{1}{2}ml\omega$

动能：$E_k = \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}ml^2\right)\omega^2 = \frac{1}{6}ml^2\omega^2$

动量矩：$L = J\omega = \frac{1}{3}ml^2\omega$

• 5.16

★★★★★

图示一轻绳绕于半径r=20cm的飞轮边缘，在绳端施以F=98N的拉力，飞轮的转动惯量J=0.5kg·m^2，飞轮于转轴间的摩擦力不计。求：

(1)飞轮的角加速度;

(2)当绳端下降5m时飞轮所获得的动能：

(3)如以质量m=10kg的物体挂在绳端，试计算飞轮的角加速度。

解析：

(1)根据转动定律$M = J\alpha$， 又$M = rF$

可知$\alpha = \frac{rF}{J}$，代入数据得α =39.2rad/s^2

(2)根据动能定理， 力F对飞轮所做的功等于飞轮所获得的动能$\Delta E_k = Fd$ =490J。

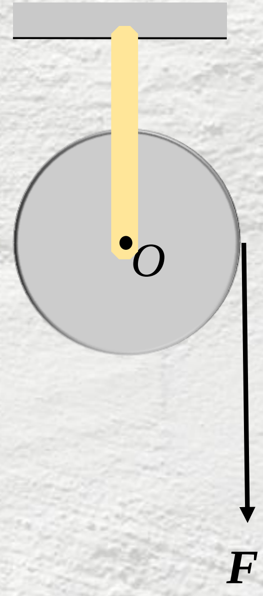
(3)根据牛顿运动定律和转动定律， 有

$$mg - T = ma$$

$$rT = J\alpha$$

$$a = r\alpha$$

可得$\alpha = \frac{mrg}{J+mr^2}$，代入数据得$\alpha$ =21.8rad/s^2

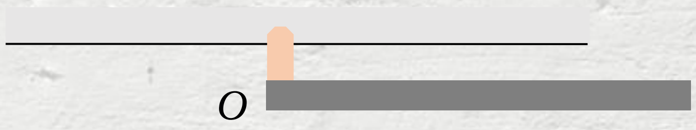


第五章

- 5.19

★★★★

一均细杆，质量为0.5kg，长为0.4m，可绕杆一端的水平轴转动。若将此杆放在水平位置，然后从静止开始释放，试求细杆转动到铅直位置时的动能和角速度。



解析：由机械能守恒定律可知

$$mg\frac{l}{2}=\frac{1}{2}J\omega^2$$

$$J=\frac{1}{3}ml^2$$

杆转动到铅直位置时的动能和角速度分别为

$$E_k=\frac{1}{2}J\omega^2=mg\frac{l}{2}=0.98\text{J}$$

$$\omega=\sqrt{\frac{mgl}{J}}=\sqrt{\frac{mgl}{\frac{1}{3}ml^2}}=\sqrt{\frac{3g}{l}}=8.57\text{rad/s}$$

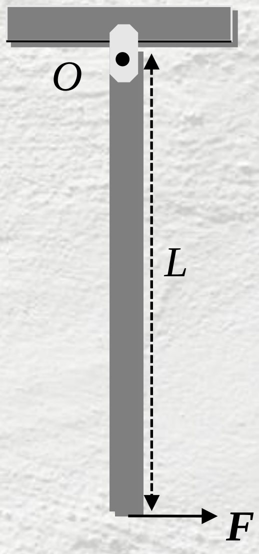
• 5.23

★★★

长为1m，质量为2.5kg的一均质棒，垂直悬挂在转轴O点上，用F=100N的水平力撞击棒的下端，该力的作用时间为0.02s，如图所示。试求：

(1)棒所获得的动量矩；

(2)棒的端点上升的高度。



解析：(1)根据动量矩定理，力F作用于棒的冲量矩等于棒的动量矩的增量，依题意棒的初始动量矩为零，有

$$L_O = J\omega$$

$L_O - 0 = \int_0^{0.02s} M dt$，可知$L_O = \int_0^{0.02s} lF dt$，

代入数据可得$L_O = J\omega$ =2 kg·m²/s

(2)撞击后的运动过程中机械能守恒，有

$$\frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}mgh$$

且$J = \frac{1}{3}ml^2$，h为棒的质心能够上升的最大高度

棒的端点上升的距离应为$2h$，故有

$H = 2h = \frac{J\omega^2}{mg} = \frac{3}{g}\left(\frac{J\omega}{ml}\right)^2$=0.196m

• 5.26

★★★★

一均质细杆，长L=1m，可绕通过一端的水平光滑轴O在铅直面内自由转动，如图所示.开始时杆处于铅直位置位置，今有一子弹沿水平方向以v=10m/s 的速度射入细杆。设入射点离O点的距离为3L/4，子弹的质量为杆质量的1/9。试求：

(1)子弹与杆开始共同运动的角速度;

解析:

（1）子弹射入细杆的过程中，子弹和细杆组成的系统满足动量矩守恒，

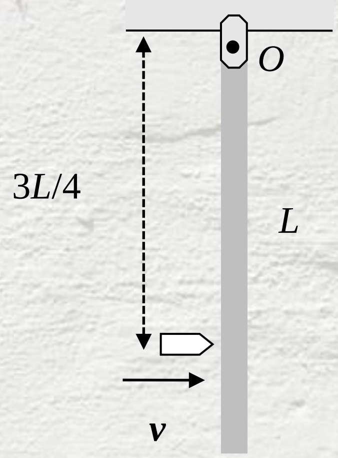
$$L_o = rmv = J\omega$$

$$\frac{3}{4}L\cdot\frac{1}{9}Mv = J\omega$$

$$J = \frac{1}{9}M\left(\frac{3}{4}L\right)^2 + \frac{1}{3}ML^2$$

$$\frac{3}{4}L\cdot\frac{1}{9}Mv = \left[\frac{1}{9}M\left(\frac{3}{4}L\right)^2 + \frac{1}{3}ML^2\right]\omega$$

$$\omega = \frac{\frac{3}{4}L\cdot\frac{1}{9}Mv}{\frac{1}{9}M\left(\frac{3}{4}L\right)^2 + \frac{1}{3}ML^2}$$



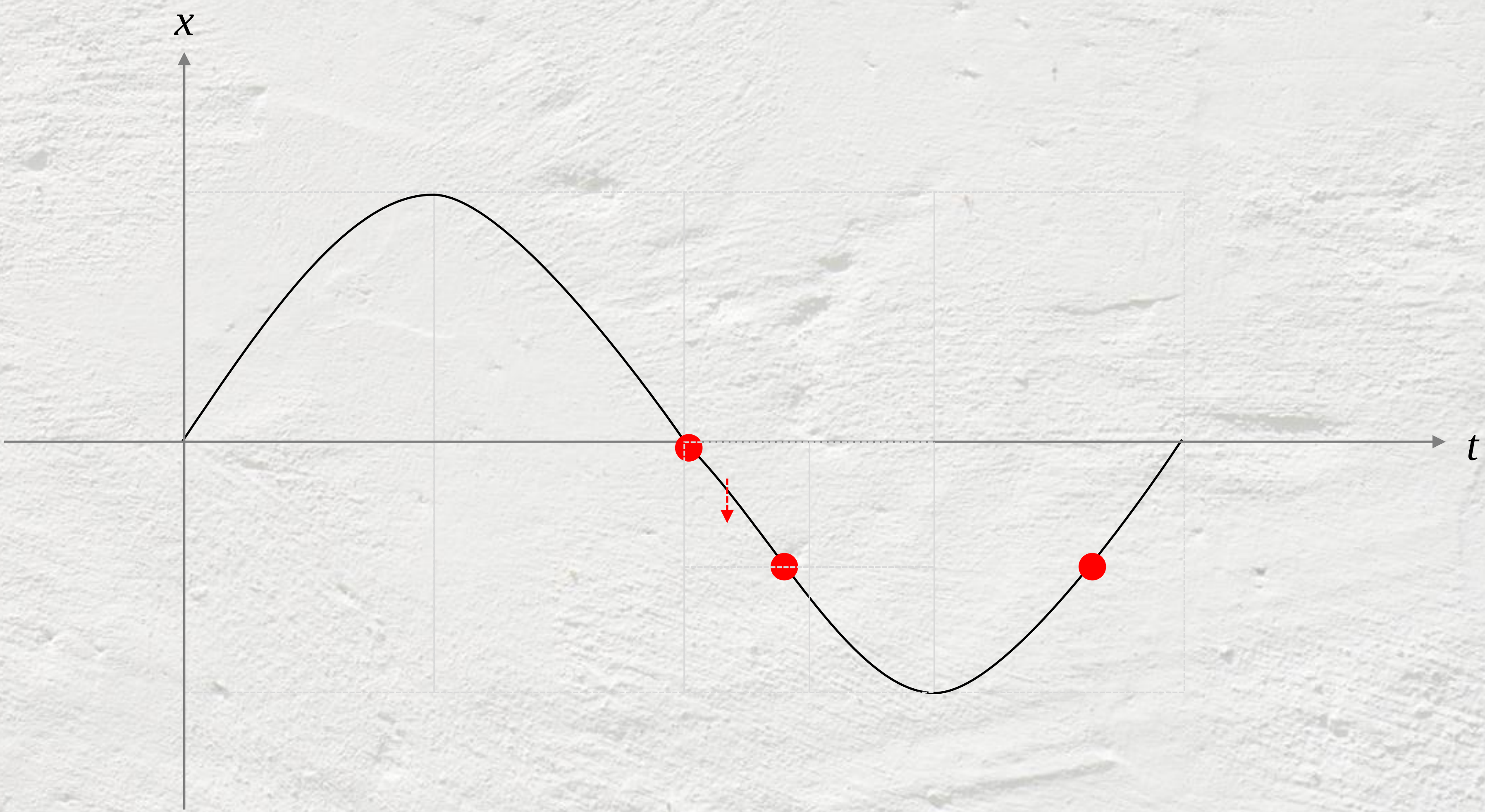
第五章

• 6.1.(1)

★★★★★

一质点作谐振动，周期为T，它由平衡位置沿x轴负方向运动到离最大负位移1/2处所需要的最短时间为[   ]

(A)$T/4$　　(B)$T/12$　　(C)$T/6$　　(D)$T/8$



解析:

图形法

第六章

• 6.1.(234)

★★★★

一单摆周期恰好为1s，它的摆长为[B]

(A)0.99 m　(B)0.25m　(C)0.78m　(D)0.50m

已知弹簧的劲度系数为1.3N/cm，振幅为2.4cm，这一弹簧振子的机械能为[C]

(A)7.48×10^{-2}J　(B)1.87×10^{-2}J　(C)3.74×10^{-2}J　(D)5.23×10^{-2}J

一质点作谐振动，频率为v，则其振动动能变化频率为[D]

(A) 0.5v　(B) 0.25v　(C) v　(D) 2v

解析： 利用基本公式

① 单摆周期公式

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

② 弹簧振子机械能：

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

③ 简谐振动动能：

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\dot{x}^2$$

第六章

• 6.2.(1、3)

★★★★

当谐振子的振幅增大两倍时， 它的周期___，劲度系数___，机械能___，速度最大值 v_{max}___，加速度最大值a_{max}___。 (填增大、减小、不变或变几倍)

一弹簧振子振动频率为ν_0，若将弹簧剪去一半，则此弹簧振子振动频率ν于原有频率ν_0间的关系___。

解析：利用弹簧振子的简谐振动规律

$$x = Acos(\omega t + \varphi)$$

$$v = -A\omega sin(\omega t + \varphi)$$

$$a = -A\omega^2 cos(\omega t + \varphi)$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}} = \omega$$

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

(1) 不变；不变；增大4倍；增大2倍；增大2倍

(2) $\nu = \sqrt{2}\nu_0$

第六章

- 6.16、21

★★★★★

两个分振动各为$\cos\omega t$和$\sqrt{3}\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)$，若在同一直线上合成，求合成的振幅A和初相位$\varphi$。

两个谐振动，振动方向为$x_1=5\cos\left(10t+\frac{3}{4}\pi\right)$和$x_2=6\cos\left(10t+\frac{1}{4}\pi\right)$，单位均为cm，试求其合成运动的振幅及初相。

解析:

6.16

$x_1=A_1\cos(\omega t+\varphi_1)$， $x_2=A_2\cos(\omega t+\varphi_2)$

$A^2={A_1}^2+{A_2}^2+2A_1A_2\cos(\varphi_2-\varphi_1)$

$A=\sqrt{{A_1}^2+{A_2}^2+2A_1A_2\cos(\varphi_2-\varphi_1)}=2$

$$\tan\varphi=\frac{A_1\sin\varphi_1+A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1+A_2\cos\varphi_2}=\frac{1\sin 0+\sqrt{3}\sin\frac{\pi}{2}}{1\cos 0+\sqrt{3}\cos\frac{\pi}{2}}=\sqrt{3}$$

$\varphi=\frac{\pi}{3}$

6.21

$x_1=A_1\cos(\omega t+\varphi_1)$， $x_2=A_2\cos(\omega t+\varphi_2)$

$x=x_1+x_2=A\cos(\omega t+\varphi)$

$A^2={A_1}^2+{A_2}^2+2A_1A_2\cos(\varphi_2-\varphi_1)$

$=5^2+6^2+2\times5\times6\times\cos\frac{\pi}{2}=61$

$$\tan\varphi=\frac{A_1\sin\varphi_1+A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1+A_2\cos\varphi_2}=\frac{5\sin\frac{3\pi}{4}+6\sin\frac{\pi}{4}}{5\cos\frac{3\pi}{4}+6\cos\frac{\pi}{4}}=11$$

$A\approx7.8102496759$cm

$\varphi=\arctan 11$

第六章

• 7.1.(1)

★★★★★

已知一平面简谐波的波函数为$y=A\cos(at-bx)$，其中a、b为正值，则[ ]

(A)波的频率为a (B)波的传播速度为$\frac{b}{a}$ (C)波长为$\frac{\pi}{b}$ (D)波的周期为$\frac{2\pi}{a}$

解析:

波函数的标准方程$y=A\cos\left[\omega\left(t-\frac{x}{u}\right)+\varphi\right]$

$$y=A\cos a\left(t-\frac{b}{a}x\right)=A\cos a\left(t-\frac{x}{\frac{a}{b}}\right)=A\cos\left[a\left(t-\frac{x}{\frac{a}{b}}\right)+0\right]$$

通过对比可得

角频率为a；传播速度为a/b；初相位为0

由$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi\nu$ 可得频率$\frac{a}{2\pi}$， 周期$\frac{2\pi}{a}$， 波长$\lambda=u\cdot T=\frac{a}{b}\frac{2\pi}{a}=\frac{2\pi}{b}$

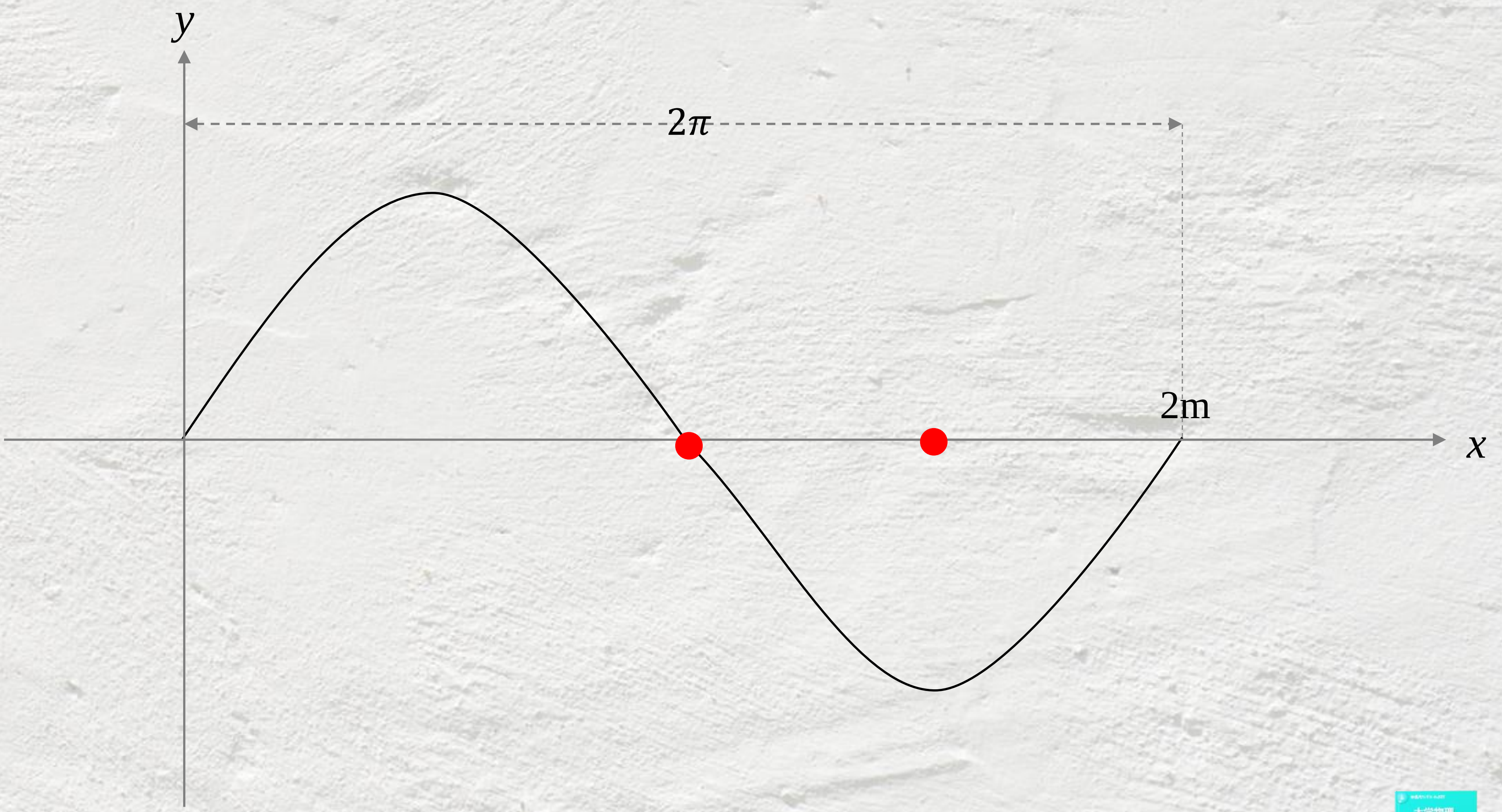
第七章

• 7.1.(2)

★★★★★

传播速度为100m/s、频率为50Hz的平面简谐波， 在波线上相距为0.5m的两点之间的相位差是[ ]

(A) $\pi/3$ (B) $\pi/6$ (C) $\pi/2$ (D $\pi/4$



解析:

由题可知，波长为100/50=2m，一个周期（时间T或空间λ）相位为2π，0.5m占$\frac{1}{4}$个周期，因此相位差为$\pi/2$

• 7.1.(3)

★★★★★

一平面简谐波沿x轴负方向传播，其振幅A=0.01m，频率ν =550Hz，波速u=330m/s。若t=0时，坐标原点处的质点达到负的最大位移，则此波的波函数为[　]

解析：

负向传播的标准方程$y = A\cos[\omega(t + x/u) + \varphi]$;

$$\omega = 2\pi \cdot \nu = 1100\pi;$$

且$t = 0$时，$y_O = -A$，得$\cos\varphi = -1$

$$\varphi = \pi$$

$$y = 0.01\cos[1100\pi(t + x/330) + \pi]$$

第七章

• 7.2.(1)

★★★★★

已知波源在坐标原点($x=0$)的平面简谐波的波函数为$y=A\cos(Bt-Cx)$，其中A、B、C、为正值常数，则此波的振幅为________，波速为________，周期为________，波长为________，在任意时刻，在波传播方向上相距为D的两点的相位差为________。

解析： 对比平面简谐波的标准形式$y=A\cos\left[\omega\left(t-\frac{x}{u}\right)+\varphi\right]$，有规律

$$B=\omega=2\pi\nu=\frac{2\pi}{T}$$

$$\frac{B}{C}=u$$

$$C=\frac{\omega}{u}=\frac{2\pi}{\lambda}$$

然后利用一个周期（时间T或空间λ）对应相位为2π可求相位差CD

第七章

• 7.2.(2)

★★★★★

频率为500Hz的波，其传播速度为350m/s，相位差为$2\pi/3$的两点间距为____。

解析： 由题可知，波长为

$$\lambda = 350/500 = 0.7\text{m}$$

一个周期（时间T或空间λ）相位为2π，

$\frac{2\pi}{3}$占$\frac{1}{3}$个周期，因此距离为$\frac{\lambda}{3} = \frac{7}{30}$ m

★★★★★

已知一波的波函数为$y = 5sin(10\pi t - 0.6x)$ cm， 求
(1)波长、频率、波速和周期;
(2)说明$x = 0$时波函数的意义

解析:

(1)由题可知，$\omega = 10\pi = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$

$\frac{\omega}{u} = \frac{2\pi}{\lambda}$=0.6

(2) $x = 0$质点的简谐振动

• 7.6

★★★★

已知某一维平面简谐波的周期$T = 2.5\times10^{-3}$s，振幅$A = 1.0\times10^{-2}$m，波长$\lambda = 1.0$ m，沿x正向传播。试写出此一维平面简谐波的波函数。(设$t = 0$时，$x = 0$处质点在正的最大位移处)

解析：一维正向传播的平面简谐波的标准形式为

$$y = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) + \varphi\right]$$

其中$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}=800\pi$

$$\frac{\omega}{u} = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$u=\frac{\lambda}{T}=400\text{m/s}$$

然后利用初始条件

$$A=A\cos\varphi$$

$$\varphi = 0$$

故波函数为，

$$y = 1.0\times10^{-2}\cos\left[800\pi\left(t - \frac{x}{400}\right)\right]$$

第七章

• 7.8

★★★

波源的振动方程为$y = 6 \times 10^{-2} cos\frac{\pi}{5}t$m，它所激起的波以2.0 m/s的速度在一直线上传播，求:

(1)距波源6.0 m处一点的振动方程;

(2)该点与波源的相位差。

解析:

(1)由题可知，波函数为

$$y = 6 \times 10^{-2} cos\frac{\pi}{5}(t - \frac{x}{2})$$

距波源6.0 m处一点的振动方程

$$y = 6 \times 10^{-2} cos\frac{\pi}{5}(t - 3)$$

(2) $\frac{-3\pi}{5}$

第七章