2. 牛顿定律

班级 ______________ 学号 _______________ 姓名 ______________ 成绩 __________

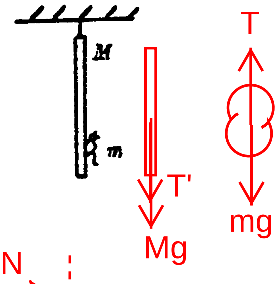
一、选择题

1.如图所示，一只质量为 m 的猴，抓住一质量为 M 的直杆，杆与天花板用一线相连，若悬线突然断开后，小猴则沿杆子竖直向上爬以保持它离地面的高度不变，此时直杆下落的加速度为:

受力平衡

(A) g；(B) mg/M；(C) $\dfrac{M+m}{M}g$；(D) $\dfrac{M+m}{M-m}g$；(E) $\dfrac{M-m}{M}g$。

( )

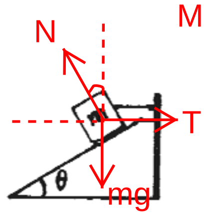


2.如图所示，质量为 m 的木块用细绳水平拉住，静止于光滑的斜面上，斜面给木块的支持力是

$N\cos\theta=mg$
$N\sin\theta=T$

(A) $mg\cos\theta$；(B) $mg\sin\theta$；(C) $mg/\cos\theta$；(D) $mg/\sin\theta$。

( )

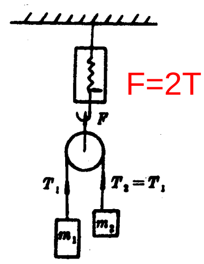


3.如图所示,滑轮、绳子的质量及一切摩擦阻力忽略不计，$m_1=2m_2$，m_1 与 m_2 运动过程中,弹簧秤的指示:

$m_1g-T=m_1a$
$T-m_2g=m_2a$
$\longrightarrow$ $2T=(m_1+m_2)g+(m_2-m_1)a$

(A)大于 $(m_1+m_2)g$；(B)等于 $(m_1+m_2)g$；(C)小于 $(m_1+m_2)g$ 。

( )



4. 一物体作匀速率曲线运动，则

(A) 其所受合外力一定总为零；(B) 其加速度一定总为零；

(C) 其法向加速度一定总为零；(D) 其切向加速度一定总为零。$a_t=\dfrac{dv}{dt}$

( )

5. 牛顿第二定律的动量表示式为 $\vec{F}=\dfrac{d(m\vec{v})}{dt}$，即有 $\vec{F}=m\dfrac{d\vec{v}}{dt}+\vec{v}\dfrac{dm}{dt}$。物体作怎样的运动才能使上式中右边的两项都不等于零，而且方向不在一直线上？

质量m必须随时间变化才能让导数不为0

(A) 定质量的加速直线运动；(B) 定质量的加速曲线运动；

(C) 变质量的直线运动；(D) 变质量的曲线运动。

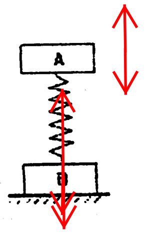
( )

二、填空题

1.质量相等的两物体 A 和 B，分别固定在弹簧的两端，竖直放在光滑水平面 C 上，如图所示；弹簧的质量与物体 A、B 的质量相比，可以忽略不计，若把支持面 C 迅速移走，

弹力不变

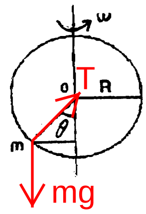
则在移开的一瞬间，A 的加速度大小 $a_A=$ <u>0</u>，B 的加速度的大小 $a_B=$ <u>2g</u>。



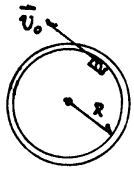
2.一半径为 R 的圆环绕其竖直直径以角速度 ω 转动，一小珠可以在圆环上作无摩擦的滑动。如图所示，要使小珠相对静止在 $\angle\theta$ 位置，则角速度 $\omega=$

T cosθ=mg

T sinθ=mω² Rsinθ。



3.如图所示，半径为 R 的圆环固定在光滑的水平桌面上，一物体沿圆环内壁作圆周运动，$t=0$ 时，物体的速率为 v_0（沿切线方向），若物体与圆环的摩擦系数为 μ，求物体稍后任意时刻的速率：$v=\dfrac{Rv_0}{\mu v_0 t+R}$ 详解如下



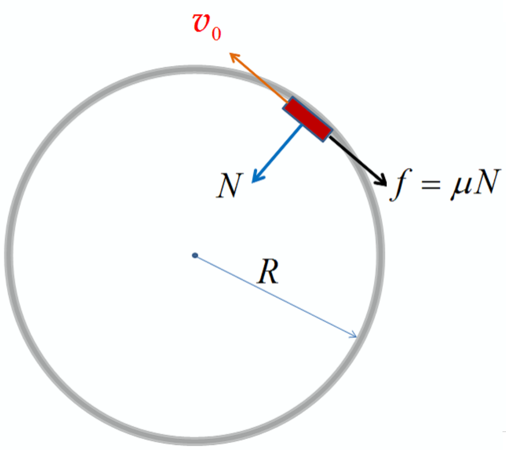
4. 质量为 10 kg 的物体在变力作用下从静止开始作直线运动，力随时间的变化规律是 $F=3+4t$（式中 F 以 N、t 以 s 计），由此可知，3 s 后此物体的速率为 $v=$ <u>简单，略</u>。

5.一质量为 m 的质点沿 X 轴正向运动，设该质点通过坐标为 x（$x>0$）点时的速度为 $v=k\sqrt{x}\,\vec{i}$（$k>0$ 为常量），则质点所受到的合力为 <u>详解如下</u>。

二、3 详解

$$\begin{cases} N=ma_n=m\dfrac{v^2}{R} \\ -\mu N=ma_t=m\dfrac{dv}{dt} \end{cases}$$

$$\int_{v_0}^{v}\frac{dv}{v^2}=\int_0^t-\frac{\mu}{R}dt$$



注意：水平桌面

详解

二、5 $\vec{v}=k\sqrt{x}\,\vec{i}$

$$F=ma=m\frac{dv}{dt}=m\frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt}$$

$$=mv\frac{dv}{dx}=mk\sqrt{x}\;k\frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{x}}=\frac{1}{2}mk^2$$

$$\vec{F}=\frac{1}{2}mk^2\vec{i}$$

2.牛顿定律参考答案

一、选择题：　1、C；　2、C；　3、C　；4、D；5D

二、填空题：　1、0，$2g$；　2、$\sqrt{g/(R\cos\theta)}$；3、$Rv_0/(R+\mu v_0 t)$；4、$2.7\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$

5、$\vec{F}=\frac{1}{2}mk^2\vec{i}$

三、计算题：

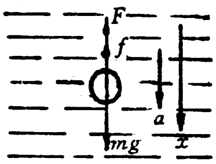
1、解：由牛顿第二定律:：$f=-k/x^2=m\mathrm{d}v/\mathrm{d}t=m\mathrm{d}v/\mathrm{d}x\cdot\mathrm{d}x/\mathrm{d}t=mv\mathrm{d}v/\mathrm{d}x$

分离变量并积分得到：$\int_A^{A/2}-k\mathrm{d}x/x^2=\int_0^v mv\mathrm{d}v$

$2k/A-k/A=mv^2/2$　　$\therefore v=\sqrt{2k/mA}$

2、解：小球受力如图所示，由牛顿第二定律:：$mg-kv-F=ma=m\mathrm{d}v/\mathrm{d}t$

积分：$\int_{v_0}^{v}\frac{m\mathrm{d}v}{mg-Kv-F}=\int_0^t\mathrm{d}t$



积分详解在最后

$\therefore\ v(t)=\frac{1}{K}\left[(mg-F)-(mg-F-Kv_0)e^{-Kt/m}\right]$

3、解：由牛顿第二定律:：　$m\mathrm{d}v/\mathrm{d}t=f=120t+40$

积分：$\int_{v_0}^{v}m\mathrm{d}v=\int_0^t(120t+40)\mathrm{d}t$　　得到：$v=6t^2+4t+6$ m/s

由速度定义：$v=\mathrm{d}x/\mathrm{d}t=6t^2+4t+6$　　积分：$\int_{x_0}^{x}\mathrm{d}x=\int_0^t(6t^2+4t+6)\mathrm{d}t$

得到：　$x-x_0=(2t^3+2t^2+6t)$ m　；$x=(2t^3+2t^2+6t+5)$ m

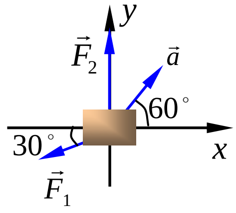
4、解：选地面为参照系，小球为研究对象，小球在水平面内只受弹性力作用

由牛顿第二定律：　$f=-kx=-mR\omega^2=-m(L_0+x)\omega^2$　　解得：$x=\frac{m\omega^2L_0}{k-m\omega^2}$

小球作圆运动的半径为：$R=L_0+x=\frac{kL_0}{k-m\omega^2}$

5、解：由牛顿第二定律可知

$$\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=m\vec{a}$$



解图 2-3-1

所以

$$\vec{F}_3=m\vec{a}-\vec{F}_1-\vec{F}_2$$

将$\vec{a}$、$\vec{F}_1$、$\vec{F}_2$按坐标投影代入上式，即可得

$$\begin{aligned}\vec{F}_3&=m(a_x\vec{i}+a_y\vec{j})-(F_{1x}\vec{i}+F_{1y}\vec{j})-(F_{2x}\vec{i}+F_{2y}\vec{j})\\&=(ma_x-F_{1x}-F_{2x})\vec{i}+(ma_y-F_{1y}-F_{2y})\vec{j}\\&=(2.0\times3.0\cos60^\circ+10\cos30^\circ)\vec{i}+(2.0\times3.0\sin60^\circ+10\sin30^\circ-20)\vec{j}\\&=11.7\vec{i}-9.8\vec{j}\end{aligned}$$

大小： $\left|\vec{F}_3\right|=\sqrt{11.7^2+9.8^2}\ \mathrm{N}=15.3\ \mathrm{N}$

方向：$\tan\theta=\dfrac{F_{3x}}{F_{3y}}=\dfrac{11.7}{-9.8}$

$$\theta=-\arctan\frac{11.7}{-9.8}=50.05^\circ$$

三.2　积分详解：

令 $y=mg-Kv-F,\ y_0=mg-Kv_0-F$

则 $\mathrm{d}y=-K\mathrm{d}v$

$\therefore \mathrm{d}v=-\dfrac{\mathrm{d}y}{K}$

$$\int_{v_0}^{v}\frac{m\mathrm{d}v}{mg-Kv-F}=\int_{y_0}^{y}-\frac{m}{K}\frac{\mathrm{d}y}{y}=-\frac{m}{K}\ln\left(\frac{y}{y_0}\right)=t$$

$$\therefore \ln\left(\frac{y}{y_0}\right)=-\frac{K}{m}t \Rightarrow \frac{y}{y_0}=\frac{mg-Kv-F}{mg-Kv_0-F}=e^{-\frac{K}{m}t}$$

… … …