一、单选

1、某质点作直线运动的运动学方程为$x=5t-2t^2+8$, 则该质点作( )。

（A）匀加速直线运动，加速度沿x轴正方向。

（B）匀加速直线运动，加速度沿x轴负方向。

（C）变加速直线运动，加速度沿x轴正方向。

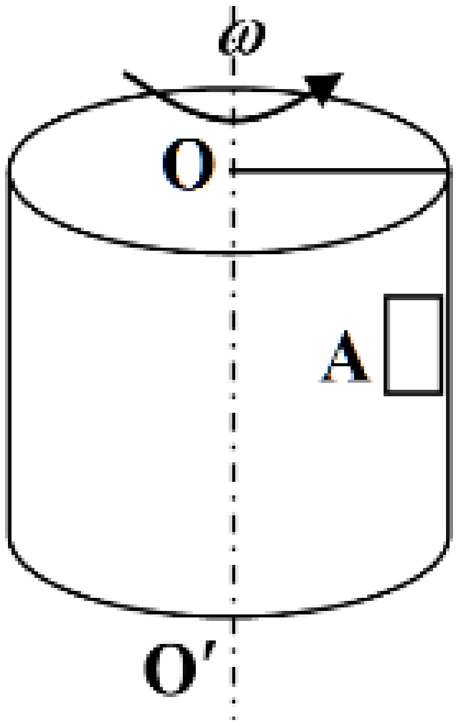
（D）变加速直线运动，加速度沿x轴负方向。

答案：B

2、竖立圆筒形转笼，半径为R，绕中心轴OO’转动，物块A紧靠在圆筒的内壁上，物块与圆筒间的摩擦系数为μ。要使物块A不下落，圆筒转动的角速度ω至少应为（）。

（A）$\sqrt{\dfrac{\mu g}{R}}$　（B）$\sqrt{\mu g R}$

（C）$\sqrt{\dfrac{g}{\mu R}}$　（D）$\sqrt{\dfrac{g}{R}}$



答案：C

3、在某一瞬时，物体在力矩作用下，则有 ( )。

（A）角速度ω可以为零，角加速度α也可以为零。

（B）角速度ω不能为零，角加速度α可以为零。

（C）角速度ω可以为零，角加速度α不能为零。

（D）角速度ω与角加速度α均不能为零。

答案：C

4、一质点在几个外力同时作用下运动时，下述哪种说法正确（）

（A）质点的动量改变时，质点的动能一定改变。

（B）质点的动能不变时，质点的动量也一定不变。

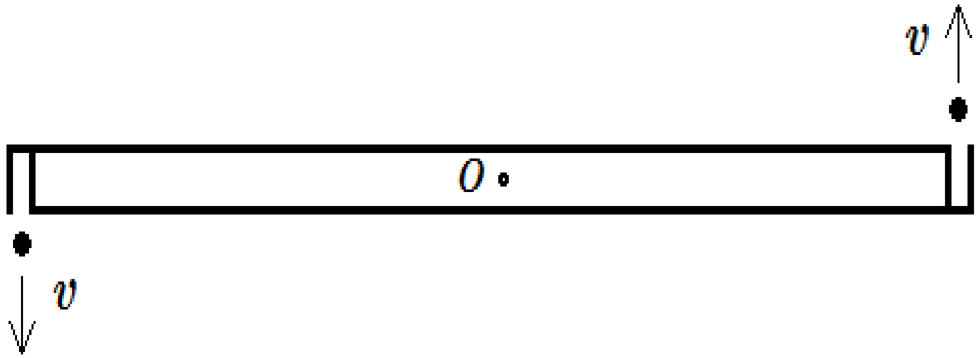
（C）一个外力的冲量是零，该外力的功一定为零。

（D）一个外力的功为零，该外力的冲量一定为零。

答案：C

7、光滑的水平桌面上，有一长为2L、质量为m的匀质细杆，可绕过其中点且垂直于杆的竖直光滑固定轴O自由转动，其转动惯量为mL2/3，起初细杆静止。突然细杆两端同时以速度v、且垂直于细杆的方向上发射出两个质量均为m的小球，其俯视图如图所示。由此引起了细杆的转动，其转动角速度为 ( )

（A）v/L　（B）3v/L　（C）6v/L　（D）9v/L



答案：C

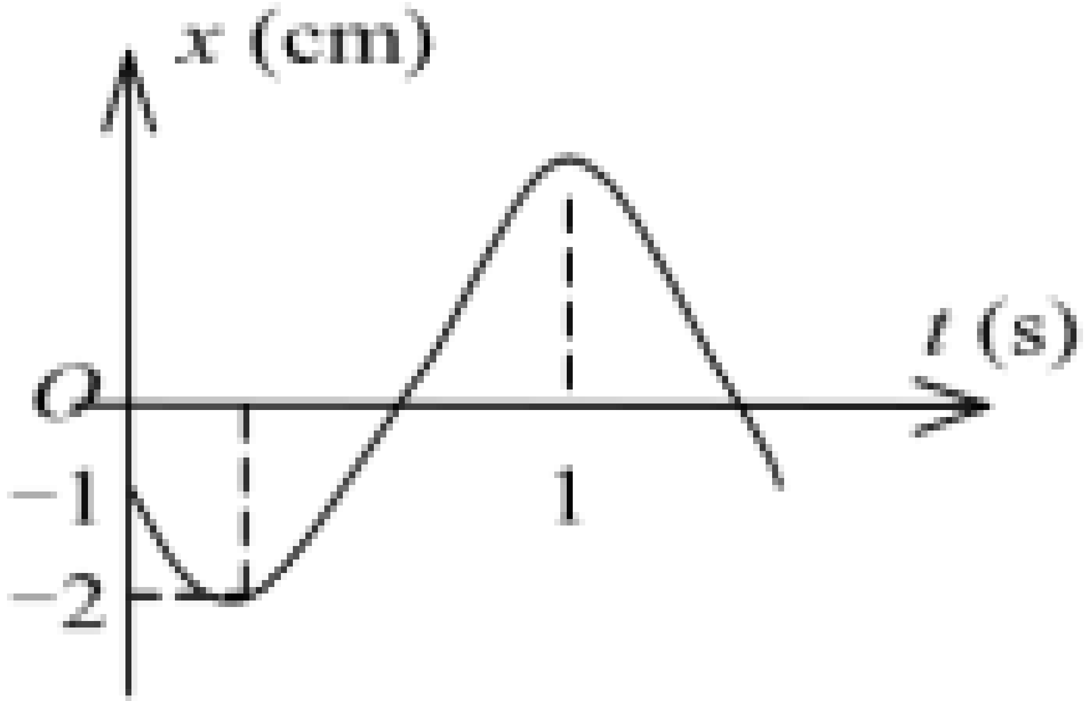
8、已知某简谐振动的振动曲线如图所示，位移的单位为厘米，时间单位为秒。则此简谐振动的振动方程为（）

（A）$x = 2\cos(\frac{2}{3}\pi t + \frac{2}{3}\pi)$

（B）$x = 2\cos(\frac{2}{3}\pi t - \frac{2}{3}\pi)$

（C）$x = 2\cos(\frac{4}{3}\pi t + \frac{2}{3}\pi)$

（D）$x = 2\cos(\frac{4}{3}\pi t - \frac{2}{3}\pi)$



答案：C

9、当质点以频率f作简谐振动时，它的动能的变化频率为（）

（A）$4f$

（B）$2f$

（C）f

（D）$f/2$

答案：B

二、填空

13、一质点P沿半径R的圆周作匀速率运动，运动一周所用时间为T，则质点切向加速度的大小为_____；法向加速度的大小为_____。

答案：（0，$4\pi^2R/T^2$）

14、一质点在力的作用下沿光滑水平面上作直线运动，力F=3x^2（N）

，质点从x_1 = 1 m运动到x_2 = 2 m过程中，该力作功为________

答案：（7 J）

15、两个弹簧振子的周期都是0.4 s，设开始时第一个振子从平衡位置向负方向运动，经过0.5 s 后，第二个振子才从正方向的端点开始运动，则这两振动的相位差为______。

答案：（π）

16、一物体沿x轴作简谐振动，振幅A=0.12 m，周期T=2 s。当t=0时，物体的位移x = 0.06 m，且向x轴正向运动。则简谐振动表达式为______________。

答案：（ $x = 0.12\cos(\pi t - \pi/3)$ ）

三、判断

18、作用力和反作用力大小相等、方向相反，所以两者所作功的代数和必为零。（×）

19、质点系总动量的改变与内力无关，机械能的改变与保守内力有关。（×）

20、几个力同时作用在一个具有光滑固定转轴的刚体上，如果这几个力的矢量和为零，则此刚体转速必然不变。（×）

21、两个同方向同频率的谐振动的合成运动仍为谐振动，合成谐振动的频率和原来谐振动频率相同。（√）

四、计算

23、已知一质量为2kg的质点的运动学方程为： $\vec{r} = 4t^2\vec{i} + (2t+3)\vec{j}$

（国际单位制），试求：

（1）从t＝0秒到t＝2秒质点的位移。

（2）t＝2秒质点的速度与加速度。

（3）质点的运动轨迹方程。

解：（1）**t＝0s**，$\vec{r}_0=3\vec{j}$ (m)； t ＝**2s**，(m) $\vec{r}_2=16\vec{i}+7\vec{j}$ （**3** 分）

所以位移为：$\Delta\vec{r}=\vec{r}_2-\vec{r}_0=16\vec{i}+4\vec{j}$ (m) （**2** 分）

(2)速度为：$\vec{v}=\dfrac{d\vec{r}}{dt}=8t\vec{i}+2\vec{j}$ （**m/s**），加速度为： $\vec{a}=\dfrac{d\vec{v}}{dt}=8\vec{i}$ **m/s²**） （**3** 分）

t=2s 时，$\vec{v}_2=16\vec{i}+2\vec{j}$ （**m/s**），**t=2s** 时， $\vec{a}=8\vec{i}$ （**m/s²**） （**2** 分）

(3)由运动方程的分量形式：**x=4t²**，**y=2t+3**，消去时间 **t**，

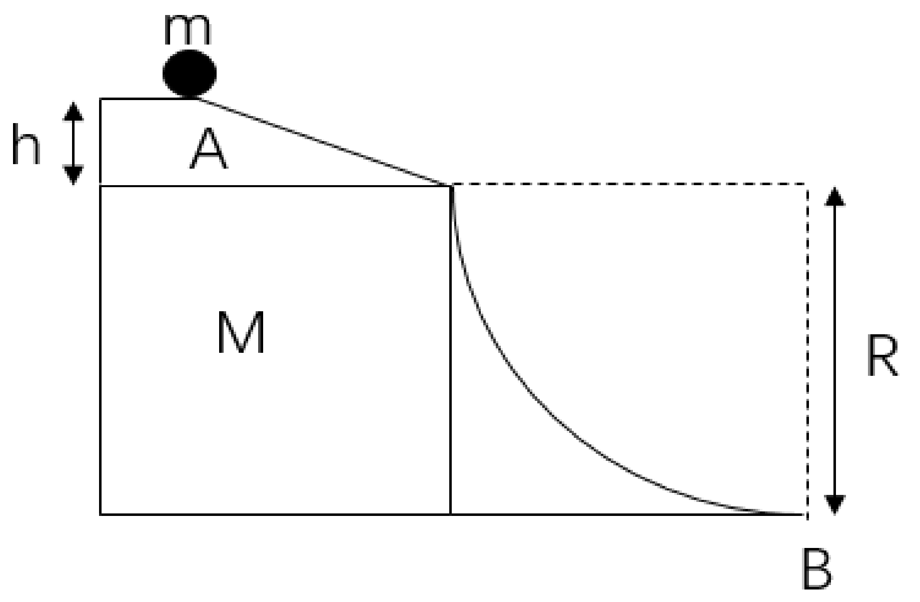
轨迹方程为：$x=(y-3)^2$ （**6** 分）

24、如图所示，一质量为***m***的小球，从质量为***M***的模具上由静止滑下，模具由两个部分构成，一个是高度为***h***的斜坡，另一个是半径为***R***的圆弧形槽，圆弧形槽的张角为**π/2**。不考虑所有的摩擦，求：

（**1**）物体刚离开槽底端时，物体和槽的速度各是多少？

（**2**）在物体从**A**滑倒**B**的过程中，物体对槽所做的功。

（**3**）物体到达**B**时对槽的压力。



解：（1）当物体刚离开槽底端时，小球和模具系统的总动能为：

$$\frac{MV^2}{2}+\frac{mv^2}{2}=mg(h+R)\text{（3 分）}$$

同时，小球和模具系统总动量守恒：$MV+mv=0$（3 分）

由以上两个式子便可得出：

$$V=\sqrt{\frac{2m^2g(h+R)}{M(m+M)}}\text{（1 分）}\qquad v=\sqrt{\frac{2Mg(h+R)}{m+M}}\text{（1 分）}$$

（2）物体对槽所做的功为：$W=\frac{MV^2}{2}=\frac{m^2g(h+R)}{m+M}$（4 分）

（3）物体到达 B 时速度为：

$$v=\sqrt{\frac{2mMg(h+R)}{m(m+M)}}\text{（2 分）}$$

向心力为：$F=\frac{mv^2}{R}=\frac{2mMg(h+R)}{(m+M)R}$（2 分）

物体对槽的压力为：$F_N=mg+F=\frac{2mMgh+3mMgR+m^2gR}{(m+M)R}$（1 分）

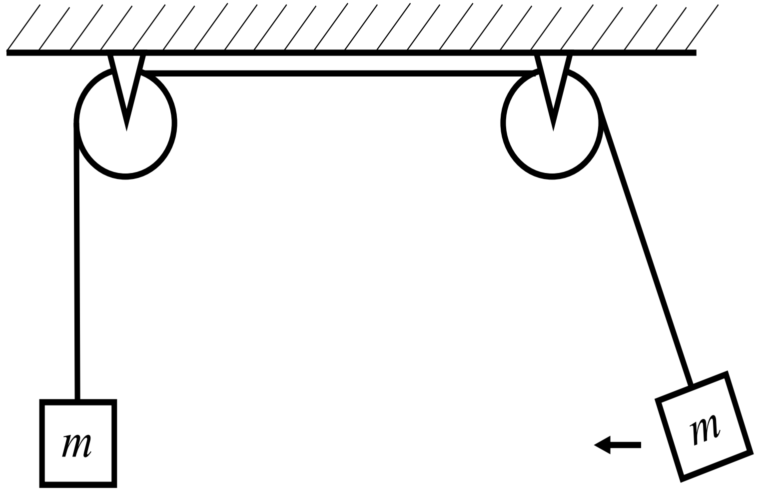
1、一个质点在平面上运动，其位矢表达式为 $\vec{r}=at^2\vec{i}+bt^2\vec{j}$

（*a*，*b*为常数）。则该质点作（B）

（A）匀速直线运动　　（B）变速直线运动

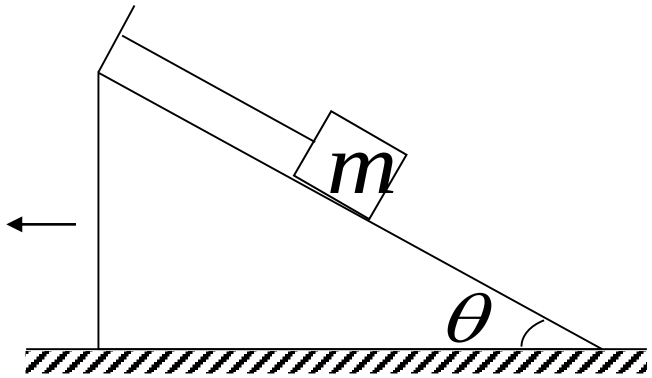
（C）抛物线运动　（D）一般曲线运动

2、如图所示，一根绳子跨过两个定滑轮，两端各悬挂一个质量为*m*的物体。开始时，左边的物体竖直静止，右边的物体被手斜拉一个角度。放手后，右边的物体开始向左摆动，而左边的物体将（ B ）



3、如图所示，一质量为***m***的物体**A**用轻绳拉着，置于光滑的斜面上，绳与斜面平行。若斜面向左作减速运动，当绳子中的拉力为零时，物体**A**的加速度大小为（**C**）

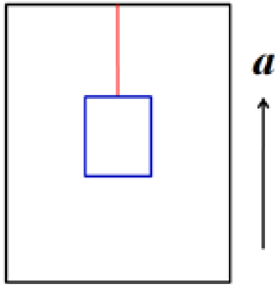
（A） $g\sin\theta$ （B） $g\cos\theta$ （C） $g\tan\theta$ （D） $g\cot\theta$



4. 水平的公路转弯处的轨道半径为 R，汽车轮胎与路面间的摩擦系数为 μ，要使汽车不致于发生侧向打滑，汽车在该处的行驶速率（B）

（A）不得小于$\sqrt{\mu gR}$　（B）不得大于$\sqrt{\mu gR}$　（C）不得大于$\sqrt{\mu g/R}$　（D）不得大于μgR

5. 在升降机天花板上拴有轻绳，其下端系一重物，当升降机以加速度 a 上升时，绳中的力正好等于绳子所能承受的最大力的一半，问升降机以多大加速度上升时，绳子刚好被拉断（C）



（A）2a　（B）2(a+g)　（C）2a+g　（D）a+g

6. 如果电梯内的一个人，看到用细线连接的质量不同的两个物体跨过电梯内的一个无摩擦的定滑轮而处于“平衡”状态．由此可以断定电梯作加速运动，其加速度为 (B)

（A）大小为 g，方向向上；　（B）大小为 g，方向向下；

（C）大小为 g/2 ，方向向上；（D）大小为 g/2 ，方向向下。

7. 质点作半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为(v 表示任意时刻质点的速率) (D)

（A）$\frac{dv}{dt}$　（B）$\frac{v^2}{R}$　（C）$\frac{dv}{dt}+\frac{v^2}{R}$　（D）$\sqrt{\left(\frac{dv}{dt}\right)^2+\left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$

8. 某物体的运动规律为$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=-kv^2t$，式中的 k 为大于零的常量，当 t=0 时，初速度为v_o,则速度 v 与时间 t 的函数关系是(C)

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

9. 某质点作直线运动的运动学方程为$x = 3t + 5t^3 + 6$，则该质点作(B)

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

10. 在相对地面静止的坐标系内，A、B 二船都以 2m/s 的速率匀速行驶，A 船沿 x 轴正向，B 船沿 y 轴正向，今在 A 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系(x、y 方向单位矢量$\vec{i}$、$\vec{j}$表示)，那么在 A 船上的坐标系中，B 船的速度(以 m 为单位)为（B）

（A）$2\vec{i} + 2\vec{j}$　（B）$-2\vec{i} + 2\vec{j}$　（C）$-2\vec{i} - 2\vec{j}$　（D）$2\vec{i} - 2\vec{j}$

11. 以下哪个为惯性力（A）

（A）离心力　（B）重力　（C）弹簧弹力　（D）摩擦力

12. 以下那个选项对地球上的人来说不是惯性参考系（C）

（A）地面参考系　（B）相对地面匀速直线运动的小车参考系
（C）绕地观测卫星参考系　（D）相对地面静止的小车参考系

13. 一质点的运动学方程为$x = 4t + 2$，$y = 3t^2 - 6t + 5$ (SI 制)，则质点速率最小的位置在（D）

（A）x=6, y=1　（B）x=5, y=2　（C）x=2, y=6　（D）x=6, y=2

14. 下列说法中，哪一个是正确的　（C）

（A）一质点在某时刻的瞬时速度为 2m/s，说明它在此后 1s 内一定要经过 2m 的路程。

（B）斜向上抛的物体，在最高点处的速度最小，加速度最大。

（C）物体做曲线运动时，有可能在某时刻的法向加速度为零。

（D）物体加速度越大，则速度越大。

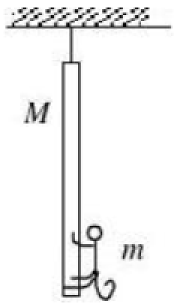
15. 一个相机以固定的频率对一个自由落体进行拍照。请问照片中自由落体的两个相邻位置之间的距离（　B ）。

（A）相等

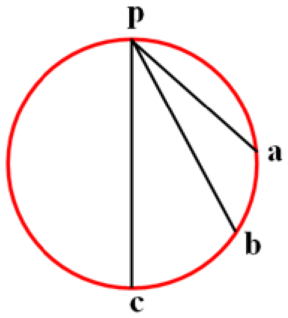
（B）随时间而增大

（C）随时间而减小

（D）依赖于自由落体的高度



选择题 16 图



选择题 17 图

16. 如图所示，一只质量为 m 的小猴抓住用绳吊在天花板上的一根质量为 M 的竖直杆。当悬绳突然断裂时，小猴急速沿杆竖直向上爬以保持它离地面的高度不变，此时杆下降的加速度为 （C）

（A）g　　（B）(mg)/M　　（C）(M+m)g/M　　（D）(M-m)g/M

17. 图中 p 是一圆的竖直直径 pc 的上端点，一质点从 p 开始分别沿不同的弦无摩擦下滑时，到达各弦的下端所用的时间相比较是（D）

（A）到 a 用的时间最短.　（B）到 b 用的时间最短.

（C）到 c 用的时间最短.　（D）所用时间都一样.

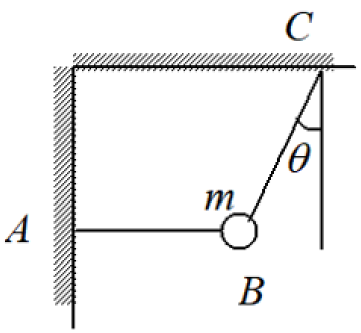
18. 某人骑自行车以速率 v 向西行驶，今有风以相同速率从北偏东 30° 方向吹来，试问人感到风从哪个方向吹来（C）

（A）北偏东 30° （B）南偏东 30° （C）北偏西 30° （D）西偏南 30°

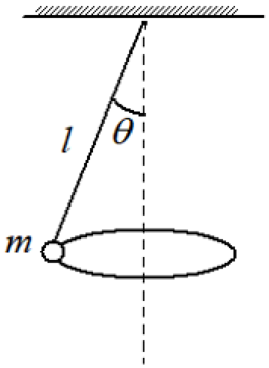
1. 质量为 0.25 kg 的质点，受力 $F = t\,\vec{i}$ (SI)的作用，式中 t 为时间．$t = 0$ 时该质点以 $v = 2\,\vec{j}$ (SI)的速度通过坐标原点，则该质点任意时刻的位置矢量是 $\underline{\ 2/3t^3\vec{i}+2t\vec{j}\ }$。

2. 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的作用，比例系数为 k，k 为正值常量．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 $\underline{\ \sqrt{mg/k}\ }$。

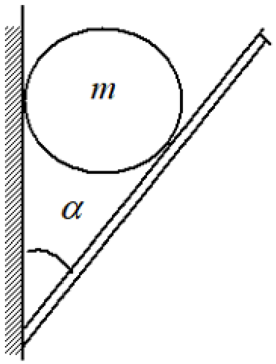
3. 质量为 m 的小球，用轻绳 AB、BC 连接，如图，其中 AB 水平，现将绳 AB 剪断。设剪断 AB 前，绳 BC 的张力为 T，剪断 AB 的瞬间，绳 BC 中的张力为 T’，则 T : T’ ＝ $\underline{\ 1/\cos^2\theta\ }$。



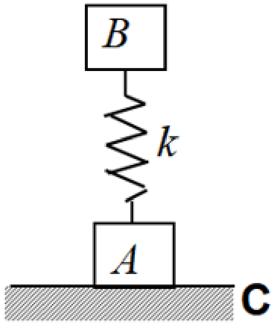
填空题 3 图



填空题 4 图



填空题 5 图



填空题 6 图

4. 一圆锥摆摆长为 l、摆锤质量为 m，在水平面上作匀速率圆周运动，摆线与铅直线夹角 θ，则 (1) 摆线的张力 T=__mg/cos θ______； (2) 摆锤旋转的线速率 v=__sin θ $\sqrt{gl/\cos\theta}$__。

5. 质量为 m 的小球，受到竖直向下的重力，放在光滑的倾斜木板和光滑的竖直墙壁之间，并保持平衡，如图所示．设木板和墙壁之间的夹角为$\boldsymbol{\alpha}$，当$\boldsymbol{\alpha}$ 逐渐增大时，小球对木板的压力将__减小__。

6. 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，则在移开的一瞬间，A 的加速度大小 a_A=___2g____，B 的加速度的大小 a_B=__0_____。

1、参考系是固定在参考物上的坐标系，与时间无关。（×）

2、一质点在单位圆上作圆周运动，若将其位置矢量表示为$\vec{r} = cos\theta\vec{\imath} + sin\theta\vec{\jmath}$，那么其速度可

表示为$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = (-sin\theta\vec{\imath} + cos\theta\vec{\jmath})\frac{d\theta}{dt}$。（√）

3、牛顿第一定律定义的参考系叫作惯性参考系，牛顿第一定律定性描述了力和运动的关系，而牛顿第二定律定量描述了力和运动的关系。（√）

4、放置在桌面上的一物体，受到桌面对它的支持力以及重力，这两个力是作用力与反作用力。（×）

5、通过选择惯性系，惯性力是可以消除的，而真实力不能这样来消除。（√）

6、惯性力是虚拟力，这种力是不能测量出来的。（×）

1. 在相对速度较小时，流体可以从物体周围平顺地流过时，曳力f_d的大小和相对速度 v 成正比，即$f_d = kv$，但曳力与相对速度方向相反。

(1)请根据牛顿第二定律推导出质量为m的物体在流体中下落时的速度微分方程(即速度对时间的导数应该满足的等量关系)：

(2)请证明(1)中微分方程的解为：$v = \frac{mg}{k}\left(1 - e^{-\left(\frac{k}{m}\right)t}\right)$

(3)试求物体下落的终极速度。

解：

（1）取向下为正方向，重力大小 G=mg，方向沿正向；曳力 $f_d=kv$，方向沿负向；（1 分）

合力代数值 F = mg-kv （1 分）

加速度代数值 a = dv/dt， （1 分）

代入牛顿第二定律 F=ma ，即得到速度微分方程

$$m\frac{dv}{dt}=mg-kv \quad (1\ 分)$$

(2)用直接代入法即可证明微分方程的解为：

$$v=\frac{mg}{k}\left(1-e^{-(k/m)t}\right)$$

速度对时间求导：$\frac{dv}{dt}=ge^{-(k/m)t}$；（1 分）

将上式$\frac{dv}{dt}$的结果代入微分方程的左边，得：方程左边=$mge^{-(k/m)t}$ (1 分)

将 v 的结果代入微分方程的右边，得：方程右边=$mge^{-(k/m)t}$ （1 分）

方程左边等于右边，所以题目给出的 v 的函数形式满足微分方程，是(1)中微分方程的解。

(3) 试求物体下落的终极速率。

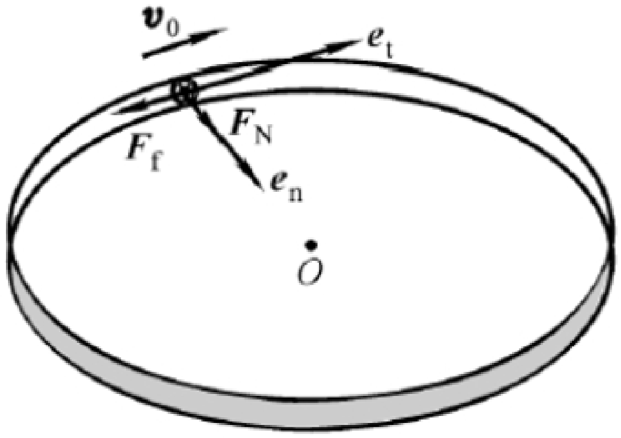
答：$t\to\infty$时的速率就是终极速率，将 $t=\infty$代入(2)的解得$v=\frac{mg}{k}$（3 分）

2．已知一质量为 4Kg 的质点其运动学方程为：$\vec{r}=2t^2\vec{i}+(4t+8)\vec{j}$（国际单位制），试求：(1) 质点的轨迹方程是什么？（2）从 t＝0 秒和 t＝2 秒质点的位置矢量分别是？从 t＝0 秒到 t＝2 时间内质点的位移是？（3）从 t＝0 秒到 t＝2 秒间质点的平均速度是？（4）t＝2 秒时刻质点的速度与加速度分别是？。(5) t＝0 秒和 t＝2 秒时作用在质点上的合外力分别是多少？是否发生了变化？X 方向和 Y 方向上的速度又分别是如何变化的？

3. 光滑的水平桌面上放置一半径为R 的固定圆环，物体紧贴环的内侧作圆周运动,其摩擦因数为μ，初始时物体的速率为v_0 ，在摩擦力的作用下速率逐渐变小，已求得 t 时刻物体的速率为 $v=\frac{Rv_0}{R+v_0\mu t}$ ，问：(1) 初始时物体的加速度与圆环切向方向$\boldsymbol{e}_t$的夹角为多少？(2) t 时刻物体的法向加速度的大小、切向加速度的大小和总加速度的大小分别为多少？(3)物体速率从v_0减少到$v_0/2$时，物体所经历的时间及经过的路程分别为多少？

定积分提示

$$\int_a^b \frac{1}{Dx+C}dx=\frac{1}{D}ln(Dt+C)\Big|_a^b=\frac{1}{D}ln\frac{Db+C}{Da+C}$$



解 (1) 初始时，法向加速度的大小： $a_n = v_0^2/R$，方向指向圆心 （1分）

切向加速度的大小： $a_t = F_f / m = \mu F n / m = \mu a_n = \mu v_0^2/R$，方向与$e_t$相反； （2分）

设加速度与e_n的夹角为θ_1, 与e_t的夹角为θ, 则 $\tan\theta_1 = a_t / a_n = \mu$, $\theta_1 = \arctan(\mu)$, $\theta = \arctan(\mu)+\pi/2$ (1分)

(2) t 时刻时，法向加速度的大小：$|a_n(t)| = |v^2/R| = Rv_0^2/(R+v_0\mu t)^2$ （1分）

切向加速度的大小：$|a_t(t)| = |dv/dt| = \mu R v_0^2/(R+v_0\mu t)^2$ （2分）

总加速度的大小：$|a(t)| = \sqrt{a_n(t)^2 + a_t(t)^2} = Rv_0^2\sqrt{1+\mu^2}/(R+v_0\mu t)^2$ （2分）

(3) 当物体的速率从v_0 减少到$v_0/2$时,由 t 时刻的速率表达式可得所需的时间为

$$t' = \frac{R}{\mu v_0}$$

（2分）

物体在这段时间内所经过的路程

$$s = \int_0^{t'} v\mathrm{d}t = \int_0^{t'} \frac{Rv_0}{R + v_0\mu t}\mathrm{d}t$$

（2分）

$$s = \frac{R}{\mu}\ln 2$$

（2分）