

大学物理同步练习



质点运动学

任课教师: _____

班 号: _____

学 号: _____

姓 名: _____

一、总结本章知识点

心得 体会 拓广 疑问

二、给出本章内容逻辑思路框图

心得 体会 拓广 疑问

三、填空题

1. 一质点做曲线运动,其瞬时速度为 \boldsymbol{v} ,瞬时速率为 v ,平均速度为 $\bar{\boldsymbol{v}}$,平均速率为 \bar{v} ,则有 $|\boldsymbol{v}|$ _____ v , $|\bar{\boldsymbol{v}}|$ _____ \bar{v} 。(填等于或不等于)
2. 描述一个物体运动,当物体的_____可以忽略时,这个物体便可看成质点。
3. 运动学问题中,很关键的问题就是坐标系的选择,一般情况_____坐标系最常用;在物体做平面运动且加速度指向空间某一固定点的情况常选用_____坐标系;当质点运动轨迹已知或者固定时可选用_____坐标系。
4. S' 系相对于 S 系以远小于光速的恒定速度 \boldsymbol{u} 运动,则一个物体在两个参考系中的速度关系为_____;加速度关系为_____。

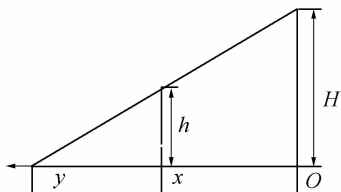
四、理论推导题

5. 一炮弹以仰角 θ 抛射出去,不计空气阻力,当这颗炮弹到达轨道上任一点 P 时位移 $\Delta \boldsymbol{r}$ 和速度 \boldsymbol{v} 与 Ox 轴正向夹角分别为 α 和 β ,证明:
 $2\tan \alpha - \tan \beta = \tan \theta$ 。

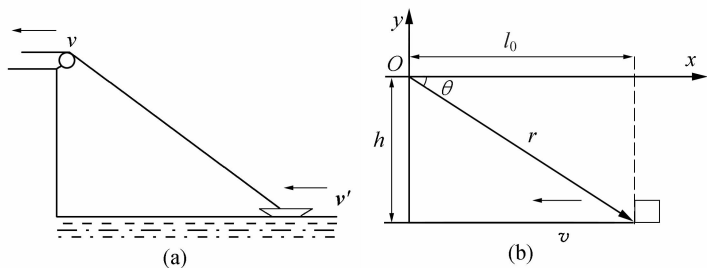
五、计算题

6. 一质点在 xOy 平面内运动,其运动方程为 $x = 2t, y = 19 - 2t^2$, x 和 y 均以 m 为单位, t 以 s 为单位。试求:(1) 质点的运动轨迹;(2) $t = 1 \text{ s}$ 时质点的速度和加速度;(3) 什么时刻质点的位矢与速度恰好垂直? 此时它们的 x, y 分量各是多少? (4) 何时质点距原点最近? 最小距离是多少? (答:(1) $y = 19 - \frac{x^2}{2}$; (2) 4.47 m/s , 与 x 轴正向夹角 -71.6° ; -4 m/s^2 , 方向为 y 轴负方向; (3) 当 $t = 0 \text{ s}$ 时, $x = 0 \text{ m}, y = 19 \text{ m}$; 当 $t = 3 \text{ s}$ 时, $x = 6 \text{ m}, y = 1 \text{ m}$; (4) $t = 3 \text{ s}$ 时质点距原点最近, 6.08 m)

7. 路灯离地面的高度为 H , 一个身高为 h 的人在灯下水平路面上以速率 v_0 匀速步行, 如图所示。求当人与灯水平距离为 x 时, 其头顶在地面上的影子移动速度的大小。(答: $\frac{H}{H-h}v_0$)



8. 如图所示,湖中有一小船。岸上有人用绳跨过定滑轮拉船靠岸。设滑轮距水面的高度为 h ,滑轮到原船位置的绳长为 l_0 ,试求:当人以速率 v 匀速拉绳,船运动的速度 v' 为多少? (答: $-v[1 - \frac{h^2}{(l_0 - vt)^2}]^{-\frac{1}{2}}\mathbf{i}$, \mathbf{i} 为 x 方向单位矢量)

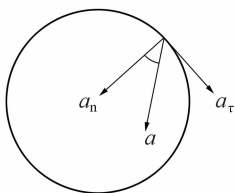


9. 一艘正在沿直线行驶的汽艇,在发动机关闭后,其加速度方向与速度方向相反,满足 $\frac{dv}{dt} = -kv^2$,式中 k 是常数。假设关闭发动机时速度的大小为 v_0 ,试求汽艇在关闭发动机后又行驶 x 距离时的速度大小。(答: $v = v_0 e^{-kx}$)

10. 一艘航母以 15 m/s 的速率在海面上航行, 航母上一架飞机以相对航母 50 m/s 的速率, 与航母前进方向成 60° 角弹射起飞。求海面上观察者看到飞机的起飞角度。(答: 47.27°)

11. 一质点在 xOy 平面内运动, 其运动方程为 $\mathbf{r} = a\cos \omega t\mathbf{i} + b\sin \omega t\mathbf{j}$, 其中 a, b, ω 均为大于零的常数。(1) 试求质点在任意时刻的速度; (2) 证明质点运动的轨道为椭圆; (3) 证明质点的加速度恒指向椭圆中心。(答: (1) $\mathbf{v} = -a\omega\sin \omega t\mathbf{i} + b\omega\cos \omega t\mathbf{j}$; (2) 略; (3) 略)

12. 一质点从静止出发,沿半径为 $R = 3.0 \text{ m}$ 的圆周运动,切向加速度大小保持不变,为 $a_\tau = 3.0 \text{ m/s}^2$ 。(1) 经过多长时间其总加速度 a 恰与半径成 45° 角?(2) 在此期间内质点经过的路程为多少? (答:(1) 1 s ;
(2) 1.5 m)

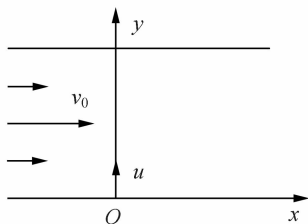


13. 一质点沿半径为 0.10 m 的圆周运动,其角位置为 $\theta = 2 + 4t^3 (\text{SI})$ 。试求:(1) $t = 2.0 \text{ s}$ 时,质点运动的角速度和角加速度、法向加速度和切向加速度;(2) 当切向加速度的大小恰是总加速度大小的一半时, θ 值是多少?(3) t 为多少时,切向加速度和法向加速度恰有相等的数值? (答:(1) 48 rad/s , 48 rad/s^2 , 230.4 m/s^2 , 4.8 m/s^2 ; (2) 3.15 ;
(3) 0.55 s)

14. 一质点沿半径为 R 的圆周按规律 $s = v_0 t - \frac{bt^2}{2}$ 运动, v_0, b 都是常数。(1) 求 t 时刻的总加速度; (2) t 为何值时总加速度在数值上等于 b ? (3) 当加速度达到 b 时, 质点已沿圆周运行了多少圈? (答: (1) 大小 $\frac{\sqrt{(v_0 - bt)^4 + R^2 b^2}}{R}$, 与切线方向夹角 $\arctan[-\frac{(v_0 - bt)^2}{Rb}]$; (2) $t = \frac{v_0}{b}$; (3) $\frac{v_0^2}{4\pi bR}$)

15. 一半径为 0.50 m 的飞轮在启动时的短时间内, 其角速度与时间的平方成正比。在 $t = 2.0 \text{ s}$ 时测得轮缘一点的速度值为 4.0 m/s 。求: (1) 该轮在 $t' = 0.5 \text{ s}$ 的角速度, 轮缘一点的切向加速度和总加速度; (2) 该点在 2.0 s 内所转过的角度。(答: (1) $1.0 \text{ m/s}^2, 1.01 \text{ m/s}^2$, 方向与切线方向的夹角为 $\arctan 0.125$; (2) 5.33 rad)

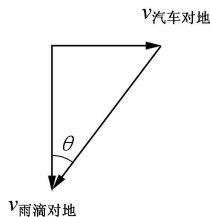
16. 一宽为 L 的河流, 水流的速度与离岸的距离成正比, 在河中心处流速最大为 v_0 , 而两岸处流速则为零。一小船以恒定相对速率 u 垂直于水流的方向从一岸驶向另一岸。当船驶至河宽的 $\frac{1}{4}$ 处时因故立即掉头返回, 并以相对速率 $\frac{u}{2}$ 垂直水流方向驶回本岸。求船驶向对岸的轨迹和返回本岸时离出发点的距离。(答: $x = \frac{v_0}{uL}y^2, \frac{3v_0L}{16u}$)



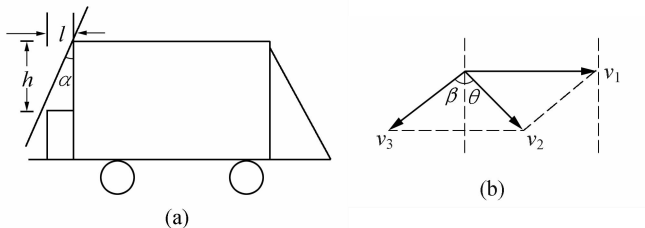
17. 设一根细棒在水平面内以恒定的角速度 ω 绕棒的顶点 O 旋转, 有一只昆虫从 $t = 0$ 开始从点 O 出发, 以恒定的速率 u 沿棒向外爬行。求昆虫的爬行速度和加速度。(答: $-u\mathbf{e}_n + u\omega t\mathbf{e}_\tau; u\omega^2 t\mathbf{e}_n + 2u\omega\mathbf{e}_\tau$)

心得 体会 拓广 疑问

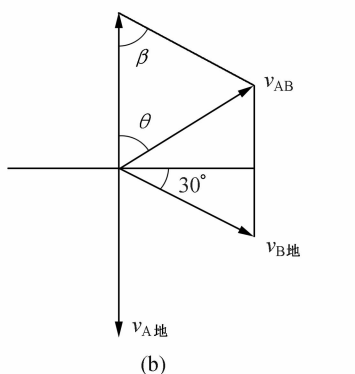
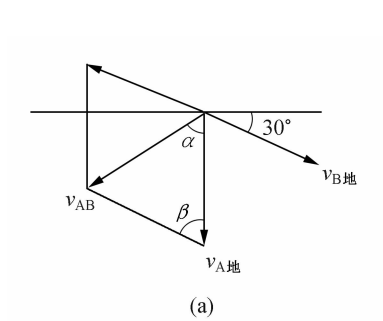
18. 无风的雨天,雨滴在接近地面时以 18 m/s 的速率做铅直向下的匀速直线运动,一汽车以 9 m/s 的速率向东行驶,试问在车中观察到的雨滴的速度如何? (答:速度的大小为 20.1 m/s,与竖直向下方向的夹角为 $26^{\circ}24'$)



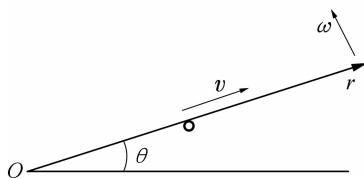
19. 一辆汽车在雨中直线行驶,其速率为 v_1 ,下落雨滴的速度方向偏于竖直并朝向车前进方向 θ 角,速率为 v_2 。若车后有一长为 l 的长方形物体,其上端到车顶的垂直距离为 h ,问车速为多大时,该物体刚好不会被雨淋湿? (答: $v_1 \geq v_2(\frac{l}{h} \cos \theta + \sin \theta)$)



20. 飞机 A 以 $v_A = 1\,000\text{ km/h}$ 的速率(相对地面) 向南飞行,同时另一架飞机 B 以 $v_B = 800\text{ km/h}$ 的速率(相对地面) 向东偏南 30° 方向飞行。求 A 机相对于 B 机的速度与 B 机相对于 A 机的速度。(答: A 机相对于 B 机的速度大小为 917 m/s , 与正南方向的夹角为 49.07° , 方向为南偏西; B 机相对于 A 机的速度大小为 917 m/s , 与正北方向的夹角为 49.07° , 方向为北偏东)



21. 细杆绕端点 O 在平面内匀角速旋转, 角速度为 ω , 杆上套一小环相对杆做匀速运动, 相对速度的大小为 v 。设小环可视为质点, 且 $t = 0$ 时小环位于端点 O 。试求小环任意时刻的速度大小和加速度大小。(答: $v\sqrt{1 + \omega^2 t^2}$, $v\omega\sqrt{4 + \omega^2 t^2}$)



心得 体会 拓广 疑问

六、设计与应用题

22. 根据质点运动描述的知识,试描述如何利用 GPS 定位系统来实现自动驾驶。

心得 体会 拓广 疑问

心得 体会 拓广 疑问

年 月 日

心得 体会 拓广 疑问

心得 体会 拓广 疑问

年 月 日