



**厦门大学《大学物理 B (上)》课程
期中试卷 (A 卷) 参考答案**
(考试时间: 2024 年 4 月)

一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。请把正确答案填写在答题纸的正确位置。每小题给出的四个选项中只有一个选项正确。错选、多选或未选的得 0 分。

1. 在一楼顶以同样速率投出两颗小石子, 一颗沿 45° 仰角方向抛出, 另一颗以水平方向抛出, 若不计空气阻力, 则它们落地时速度 []

- (A) 大小不同, 方向不同 (B) 大小不同, 方向相同
(C) 大小相同, 方向相同 (D) 大小相同, 方向不同

2. 以下表述中正确的是 []

- (A) 运动物体的加速度越小, 速度越小
(B) 作直线运动的物体, 加速度方向一定与速度方向相同
(C) 切向加速度为负值时, 质点运动变慢
(D) 法向加速度越小, 质点运动的法向速度变化越慢

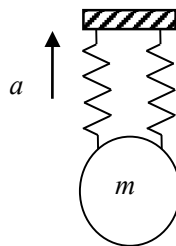
3. 在直角坐标系中, 质点 1 和 2 的速度分别是 $\vec{v}_1 = 4\vec{i}$ 和 $\vec{v}_2 = 3\vec{j}$ m/s, 已知 $t=0$ 时, 它们的位置坐标分别为

$x_1=2$ m, $y_1=0$ 和 $x_2=0$, $y_2=-2$ m, 则 t 时刻两质点的相对位矢 $\vec{r}_2 - \vec{r}_1 = []$

- (A) $-(4t-2)\vec{i} + (3t+2)\vec{j}$ (B) $(4t+2)\vec{i} - (3t-2)\vec{j}$
(C) $-(4t+2)\vec{i} + (3t-2)\vec{j}$ (D) $-4t\vec{i} + 3\vec{j}$

4. 如图所示, 一质量为 m 的小球被两个相同的弹簧拴住, 作向上的运动, 加速度为 a , 此时一根弹簧突然断掉, 则小球的加速度变为 []

- (A) 0 (B) a (C) $\frac{a-g}{2}$ (D) $-g$



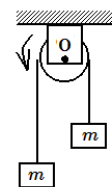
5. 一轻弹簧竖直固定于水平桌面上。小球从距离桌面高为 h 处以速率 v_0 对准弹簧垂直落下, 撞击弹簧后跳回到高为 h 处时速率仍为 v_0 。在上述整个过程中, 小球的 []

- (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

6. 关于功, 下列说法正确的是 []

- (1) 质点系中所有内力所做功的代数和必为零;
(2) 一对作用力和反作用力所做功之和与参照系的选取无关;
(3) 一对大小相同、方向相反的力作用在刚体上, 则这对力对刚体所做功的代数和必为零;
(4) 几个质点组成的系统, 若所受外力的矢量和为零, 则合外力对系统所做功必为零。
(A) (1) (2) (B) (3) (4) (C) (2) (3) (D) 只有 (2)

7. 如图所示, 一质量为 M 的定滑轮, 可绕光滑水平轴转动, 一轻绳跨过定滑轮, 绳的两端分别挂有质量均为 m 的物体, 且绳与轮之间无相对滑动。若某时刻滑轮沿逆时针方向转动, 则绳中的张力大小是[]



- (A) 处处相等 (B) 左边大于右边
(C) 右边大于左边 (D) 哪边大无法判断

8. 水平冰面上有一长为 l 、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自由转动, 质量为 m 的小物块, 以速度 v 在水平冰面上滑动时, 垂直撞在匀质细杆的 A 端, 并粘附在细杆上, 忽略冰的摩擦, 则碰撞后匀质细杆的转动角速度应为[]



- (A) $\frac{3v}{l}$ (B) $\frac{6v}{l}$ (C) $\frac{2v}{l}$ (D) $\frac{3v}{2l}$

9. 有一质量分布均匀的球体, 质量为 m 、半径为 R , 该球体相对于过球心的轴的转动惯量为[]

- (A) $\frac{mR^2}{2}$ (B) mR^2 (C) $\frac{2mR^2}{5}$ (D) $\frac{mR^2}{12}$

10. 一个转动惯量为 J 的圆盘绕一固定轴转动, 初角速度为 ω_0 。设它所受阻力矩与转动角速度成正比 $M = -k\omega$ (k 为正常数), 它的角速度从 ω_0 变为 $0.5\omega_0$ 过程中阻力矩所作的功为[]

- (A) $\frac{J\omega_0^2}{4}$ (B) $-\frac{3J\omega_0^2}{8}$ (C) $-\frac{J\omega_0^2}{4}$ (D) $\frac{J\omega_0^2}{8}$

二、填空题: 本大题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。请把正确答案填写在答题纸的正确位置。错填、不填均无分。

1. 本学期您的大学物理课程由_____老师主讲 (请填写下划线处的姓氏)。

2. 质点沿 x 轴运动, 其速度为 $v=t^2+4$ (SI), $t=3$ s 时质点位于 9 m 处, 则其运动方程为_____ (SI)。

3. 当一辆汽车以 20 m/s 的速率向东行驶时, 若相对于地面竖直下落的雨滴在列车的窗子上形成的雨迹偏离竖直方向 30° , 则雨滴相对于汽车的速率是_____ m/s。

4. 已知质点质量为 m , 运动方程为 $\vec{r} = At\vec{i} + Bt^3\vec{j}$ (SI), 式中 A 、 B 为常数, 则质点所受合外力为_____ (N)。

5. 一颗质量为 m 的人造地球卫星以圆形轨道环绕地球 (可看作质量为 M 的均匀球体) 飞行。由于受到空气阻力的作用, 其轨道半径从 $2r$ 变小到 r , 则在此过程中空气阻力所做的功 W_f = _____。

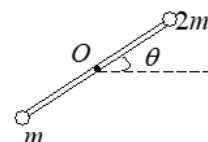
6. 一质点在保守力场中沿 x 轴 (在 $x>0$ 范围内) 运动, 其势能为 $V(x) = \frac{kx}{x^2 + a^2}$, 式中的 k 和 a 均为大于零的常量。若质点受到的系统外力等于零, 则质点的平衡位置为 x = _____。

7. 质量为 1.0 kg 的质点在力 F 作用下沿 x 轴运动, 其运动方程为 $x = 6 - 3t + 2t^2$ 。在 0 到 2 s 的时间段内, 力 F 对质点的冲量大小为_____ $\text{N}\cdot\text{s}$ 。

8. 一绕定轴转动的飞轮, 在沿转轴方向、大小为 $20\text{ N}\cdot\text{m}$ 的合外力矩作用下, 其转速在 10 s 内由零匀速地增加到 5 rad/s , 由此可知, 飞轮的转动惯量为 $J =$ _____ $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ 。

9. 质量为 m 的棒球以速度 \bar{v} 沿一直线飞行, 则它对飞行轨迹外垂直距离为 d 的任一点的角动量大小为_____。

10. 一质量不计、长为 l 的直杆, 两端分别固定着质量为 $2m$ 和 m 的小球, 杆可绕通过其中心 O 且与杆垂直的水平光滑固定轴在竖直平面内转动。开始杆与水平方向成角度 θ , 且处于静止状态, 如图所示。释放后, 杆绕 O 轴转动, 当杆转到水平位置时, 此时该系统角速度的大小 $\omega =$ _____。



三、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

一摩托车关闭发动机，以初速度 v_0 向前沿直线行驶，它受到阻力的大小与速度的平方成正比，即 $F = kmv^2$, 其中 k 为大于零的常量, m 是摩托车的质量, 问：

(1) 何时该摩托车的速率变为初始的一半？

(2) 此时摩托车行驶的距离是多少？

参考答案：

(1) 由题可知

$$-kmv^2 = ma = m \frac{dv}{dt} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

整理上式，积分可得

$$-\int_0^t k dt = \int_{v_0}^{v_0/2} v^{-2} dt \Rightarrow t = \frac{1}{kv_0} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

当 $t = \frac{1}{kv_0}$ 时，摩托车的速度是初始的一半。

$$(2) -kmv^2 = m \frac{dv}{dt} = m \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = mv \frac{dv}{dx} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

上式移项，积分

$$\int_0^x dx = -\int_{v_0}^{v_0/2} \frac{dv}{kv} \Rightarrow x = \frac{\ln 2}{k} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

此时摩托车行驶的距离是 $\frac{\ln 2}{k}$ 。

四、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

一质点在 xOy 平面上运动，运动方程为 $\bar{r} = 2t\bar{i} + (6 - 2t^2)\bar{j}$ (SI)。求：

(1) 质点的轨道方程；

(2) 第二秒末质点的速度、加速度；

(3) 速度和位矢相互正交的时刻和坐标。

参考答案

(1) 由题可知

$$\begin{cases} x = 2t \\ y = 6 - 2t^2 \end{cases}$$

消去 t 可得质点的轨道方程

$$y = 6 - \frac{1}{2}x^2 \quad (x > 0) \dots\dots\dots 4 \text{ 分}$$

(2) 质点在 t 时刻的速度和加速度分别为

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 2\vec{i} - 4t\vec{j} \text{ m/s} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = -4\vec{j} \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

当 $t=2\text{s}$ 是, 质点的速度和加速度分别为

$$\vec{v}(2) = 2\vec{i} - 8\vec{j} \text{ m/s} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\vec{a}(2) = -4\vec{j} \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(3) 速度和位矢相互正交满足 $\vec{r} \cdot \vec{v} = 0$, 即

$$4t - 4t(6 - 2t^2) = 0 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

解得

$$t_1 = 0 \text{ 和 } t_2 = 1.58\text{s} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

对应坐标为

$$(0, 6\text{m}) \text{ 和 } (3.16\text{m}, 1\text{m}) \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

五、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

物体质量为 3kg , $t=0$ 时位于 $\vec{r} = 4\vec{i}\text{m}$, $\vec{v} = \vec{i} + 6\vec{j}\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 如一恒力 $\vec{f} = 5\vec{j}\text{N}$ 作用在物体上,求 3 秒后,

(1)物体动量的变化量; (2)相对 z 轴角动量的变化量.

参考答案:

$$(1) \quad \Delta \vec{p} = \int \vec{f} dt = \int_0^3 5\vec{j} dt = 15\vec{j} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \dots\dots\dots 4 \text{ 分}$$

$$(2)\text{解(一)} \quad x = x_0 + v_{0x}t = 4 + 3 = 7$$

$$y = v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2 = 6 \times 3 + \frac{1}{2} \times \frac{5}{3} \times 3^2 = 25.5\text{m}$$

$$\text{即} \quad \vec{r}_1 = 4\vec{i}, \vec{r}_2 = 7\vec{i} + 25.5\vec{j}$$

$$v_x = v_{0x} = 1$$

$$v_y = v_{0y} + at = 6 + \frac{5}{3} \times 3 = 11$$

即 $\vec{v}_1 = \vec{i}_1 + 6\vec{j}, \vec{v}_2 = \vec{i} + 11\vec{j}$

$$\therefore \vec{L}_1 = \vec{r}_1 \times m\vec{v}_1 = 4\vec{i} \times 3(\vec{i} + 6\vec{j}) = 72\vec{k} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$\vec{L}_2 = \vec{r}_2 \times m\vec{v}_2 = (7\vec{i} + 25.5\vec{j}) \times 3(\vec{i} + 11\vec{j}) = 154.5\vec{k} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$\therefore \Delta\vec{L} = \vec{L}_2 - \vec{L}_1 = 82.5\vec{k} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

解(二) $\because \vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

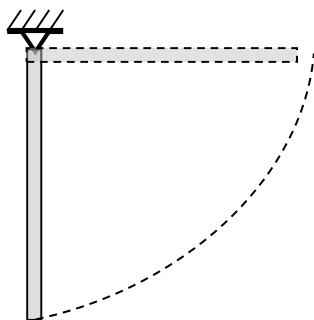
$$\therefore \Delta\vec{L} = \int_0^t \vec{M} \cdot dt = \int_0^t (\vec{r} \times \vec{F}) dt \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$= \int_0^3 \left[(4+t)\vec{i} + \left(6t + \frac{1}{2} \times \frac{5}{3} t^2\right)\vec{j} \right] \times 5\vec{j} dt \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$= \int_0^3 5(4+t)\vec{k} dt = 82.5\vec{k} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

六、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

如图，质量为 m ，长为 l 的均匀细棒，可绕垂直于棒一端的水平轴转动，如将此棒放在水平位置，然后任其自由下落，求：（1）开始转动时的角加速度；（2）棒下落到竖直位置时的动能；（3）棒下落到竖直位置时的角速度。



参考答案

（1）应用转动定律 $M = J\alpha$

$$\text{刚开始转动时 } M = \frac{l}{2} mg$$

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

$$\therefore \alpha = \frac{3g}{2l} \dots\dots\dots 4 \text{ 分}$$

(2) 把棒和地球看成一系统, 棒在下落过程中只用重力矩做功, 系统机械能守恒, 以水平位置为势能零点, 则:

$$-\frac{1}{2}mgl + E_K = 0 \Rightarrow E_K = \frac{1}{2}mgl \quad \dots\dots\dots 4 \text{ 分}$$

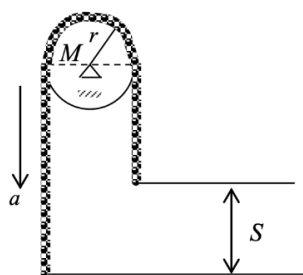
(3) 刚体定轴转动动能

$$E_K = \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}mgl \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3g}{l}} \quad \dots\dots\dots 4 \text{ 分}$$

七、计算题: 本题 12 分。请在答题纸上按题序作答, 并标明题号。

质量 M 、半径 r 的匀质飞轮, 绕通过飞轮中心、且与飞轮垂直的固定光滑水平轴转动。绕过飞轮的边缘挂有质量 m , 长为 l 的匀质柔软铁链 (如图)。设铁链与飞轮无相对滑动, 求:

- (1) 飞轮相对于水平转轴的转动惯量;
- (2) 飞轮两侧链长之差为 S 时, 飞轮的角加速度大小。

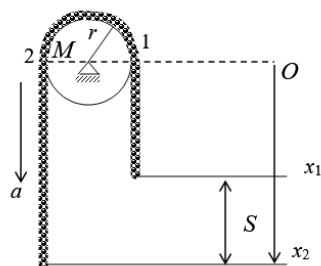


参考答案:

- (1) 飞轮相对于转轴的转动惯量为:

$$J = \frac{1}{2}Mr^2 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

- (2) 如图所示, 任一时刻圆盘两侧的绳长分别为 x_1 、 x_2 。



设 a 为绳的加速度, α 为盘的角加速度, r 为盘的半径, $\rho=m/l$ 为绳的线密度, 且在 1、2 两点处绳中的张力分别为 T_1 、 T_2

则对飞轮右侧, 长为 x_1 铁链, 动力学方程为

$$T_1 - x_1\rho g = x_1\rho a \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

则对飞轮左侧, 长为 x_2 铁链, 动力学方程为

$$x_2\rho g - T_2 = x_2\rho a \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

对飞轮及飞轮上的铁链，动力学方程为

$$(T_2 - T_1)r = (M/2 + \pi r \rho)r^2 \alpha \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

绳的加速度 a 与盘的角加速度 α 有关系 $a = r\alpha$

又有 $l = \pi r + x_1 + x_2$ ， 以及 $S = x_2 - x_1 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$

可求得飞轮的角加速度大小为

$$\alpha = \frac{Smg}{(m + M/2)rl} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

选择题和填空题参考答案

一、选择题

1.D 2.C 3.C 4.C 5.A 6.D 7.D 8.D 9.C 10.B

二、填空题

1. 个班根据具体主讲老师姓氏批改

2. $x = \frac{1}{3}t^3 + 4t - 12$

3. 40

4. $6mB\vec{t}\vec{j}$

5. $-\frac{GMm}{4r}$

6. a

7. 8

8. 40

9. mvd

10. $2\sqrt{\frac{g \sin \theta}{3l}}$