



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: 2022 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。

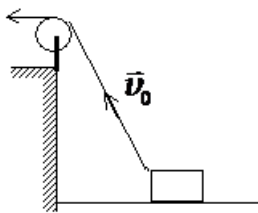
1. 一质点在某瞬时位于位置矢量  $\vec{r}(x, y, z)$  的端点处,  $r$  表示位移大小。对于速度的大小有如下四种表示方案, 其中正确的是( )。

- (A)  $\frac{dr}{dt}$       (B)  $\frac{d|\vec{r}|}{dt}$       (C)  $\left| \frac{d\vec{r}}{dt} \right|$       (D)  $\sqrt{\left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + \left( \frac{dy}{dt} \right)^2 + \left( \frac{dz}{dt} \right)^2}$

参考答案: D

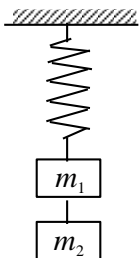
2. 如图所示, 有一人用绳绕过一定高度处的定滑轮拉水平面上的木块向左边运动。设该人以匀速率  $v_0$  收绳, 绳不伸长, 则木块的运动是( )。

- (A) 匀加速运动      (B) 匀减速运动      (C) 变加速运动      (D) 变减速运动



参考答案: C

3. 如图所示, 悬挂的轻弹簧下端挂着质量为  $m_1$ 、 $m_2$  的两个物体, 开始时处于静止状态。现在突然把  $m_1$  与  $m_2$  间的轻绳剪断, 在绳断瞬间,  $m_1$  加速度的大小为( )



- (A)  $\frac{m_1}{m_2} g$       (B)  $\frac{m_2}{m_1} g$       (C)  $\frac{m_1 + m_2}{m_1} g$       (D)  $g$

参考答案: B

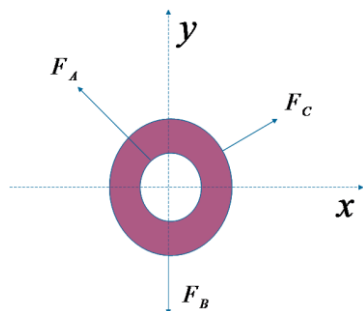
4. 在一次二维拔河比赛中， $A$ 、 $B$ 、 $C$  三人同时用力拉一个轮胎，但轮胎恰好不动， $A$  用的力  $\vec{F}_A$  大小为  $220\text{N}$ ，方向如图，与  $x$  轴夹角为  $45^\circ$ ， $B$  用的力  $\vec{F}_B$  方向在  $y$  轴负方向， $C$  用的力  $\vec{F}_C$  大小为  $170\text{N}$ ，方向未知，则  $\vec{F}_B$  的大小为( )

(A)  $205\text{ N}$

(B)  $224\text{ N}$

(C)  $479\text{ N}$

(D)  $138\text{ N}$



参考答案： B

5. 质量为  $m$  的质点做平面运动，其运动方程为  $\vec{r} = a \cos t \vec{i} + b \sin t \vec{j}$ ，则质点的动量为( )

(A)  $\vec{p} = ma \cos t \vec{i} + mb \sin t \vec{j}$

(B)  $\vec{p} = ma \sin t \vec{i} + mb \cos t \vec{j}$

(C)  $\vec{p} = ma \sin t \vec{i} - mb \cos t \vec{j}$

(D)  $\vec{p} = -ma \sin t \vec{i} + mb \cos t \vec{j}$

参考答案： D

6. 一块方板，可以绕通过其一个水平边的光滑固定轴自由转动，最初方板自然下垂。现有一飞蝉（知了），垂直板面撞击方板，并趴在板上。对于飞蝉和方板所构成的系统，如果忽略空气阻力，在撞击过程中守恒的物理量为( )

(A) 动能 (B) 系统的角动量在转轴方向的分量 (C) 机械能 (D) 动量

参考答案： B

7. 关于刚体的转动惯量，以下说法中哪个是错误的？( )

(A) 转动惯量是刚体转动惯性大小的量度；

(B) 转动惯量是刚体的固有属性，具有不变的值；

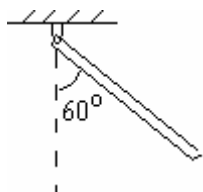
(C) 对于给定转轴，刚体顺转和反转时转动惯量的数值相同；

(D) 转动惯量是相对的量，随转轴的选取不同而不同。

参考答案：B

8. 如图所示，一均匀细杆可绕通过其一端的水平轴在竖直平面内自由转动，杆长  $\frac{5}{3}\text{m}$ 。今使杆与竖直方向成  $60^\circ$  角由静止释放（ $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ），则杆的最大角速度为（ ）。

- (A)  $\sqrt{0.3}\text{rad/s}$       (B)  $\pi\text{rad/s}$       (C)  $3\text{rad/s}$       (D)  $\sqrt{2/3}\text{rad/s}$



参考答案：C

9. 某人骑自行车以速率  $v$  向东行驶，他感到有风以相同的速率吹来，风向为北偏西  $30^\circ$ ，若该人立即停车，他感到的风向为（ ）

- (A) 北偏东  $30^\circ$       (B) 南偏西  $30^\circ$       (C) 西偏北  $30^\circ$       (D) 东偏南  $30^\circ$

参考答案：A

10. 静止于水平地面上，质量为  $m$  的物体受到水平推力  $\vec{F}$  的作用，经过时间  $t$  仍处于静止，则下列说法错误的是（ ）

- (A) 此推力的冲量大小为  $Ft$ ；  
(B) 静摩擦力的冲量大小为零；  
(C) 重力的冲量大小为  $mgt$ ；  
(D) 支持力的冲量大小为  $mgt$ 。

参考答案：B

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. 一平板车以速度  $\vec{v}_0 = v_{0x}\vec{i}$  在光滑路面上匀速直线行驶，平板车上一乘客以相对车的初速  $\vec{v}_1 = v_{1x}\vec{i} + v_{1y}\vec{j}$  抛出一石子。取抛出点为原点， $x$  轴沿  $\vec{v}_0$  方向， $y$  轴沿竖直向上方向，则石子的轨迹方程是\_\_\_\_\_。

参考答案:  $y = \frac{v_{1y}x}{v_{1x} + v_{0x}} - \frac{gx^2}{2(v_{1x} + v_{0x})^2}$

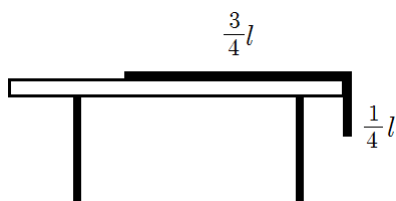
2.质点在  $xy$  平面内运动, 其运动方程为  $\vec{r} = R\cos\omega t\vec{i} + R\sin\omega t\vec{j}$  ( $R, \omega$  为正的常数), 则  $t$  时刻其切向加速度为\_\_\_\_\_。

参考答案: 0

3.质量为  $m$  的物体沿  $x$  轴运动, 所受合力为  $F = -kx$ , 已知当  $x = A$  时,  $v = 0$ , 则  $v$  与  $x$  的函数关系为\_\_\_\_\_。

参考答案:  $v^2 = \frac{k}{m}(A^2 - x^2)$

4.一长为  $l$ , 质量为  $m$  的匀质链条, 放在光滑的桌面上, 若其长度的  $1/4$  悬挂于桌边下, 将其慢慢拉回桌面, 则需做功\_\_\_\_\_。

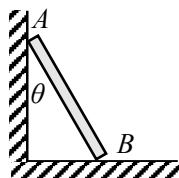


参考答案:  $\frac{1}{32}mgl$

5.设静止的炮车以仰角  $\theta$  发射一个炮弹, 炮弹和炮车的质量分别为  $m$  和  $M$ , 炮弹相对于炮车的速度为  $v$ , 不计车与地面的摩擦, 炮车相对于地面的速度为\_\_\_\_\_。

参考答案:  $\frac{m}{M+m}v\cos\theta$

6.如图所示, 一质量为  $m$  的均质细杆  $AB$ ,  $A$  端靠在光滑的竖直墙壁上,  $B$  端置于粗糙水平地面上静止, 杆身与竖直方向成  $\theta$  角, 则  $A$  端对墙壁的压力为\_\_\_\_\_。



参考答案:  $\frac{1}{2}mg\tan\theta$

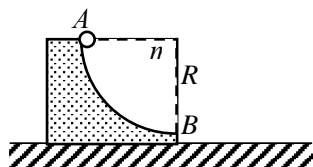
7.花样滑冰运动员绕过自身的竖直轴运动, 开始时两臂伸开, 转动惯量为  $J$ , 角速度为  $\omega$ 。然后将双臂收回, 使转动惯量减少为  $J/3$ , 这时她的角速度为\_\_\_\_\_。

参考答案:  $3\omega$

8.质量为  $32\text{kg}$ ，半径为  $0.25\text{m}$  的均质飞轮，其外观为圆盘形状。当飞轮角速度为  $12\text{rad/s}$  的匀速率转动时，它的转动动能为\_\_\_\_\_。

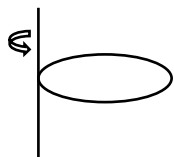
参考答案：  $72\text{J}$

9.质量为  $m$  的小球沿固定与地面的，光滑的四分之一圆弧槽，从  $A$  点静止开始下滑，圆弧半径为  $R$ ，如图所示。则小球在  $B$  点受到槽的作用力大小为\_\_\_\_\_。



参考答案：  $3mg$

10.有一个质量为  $m$ ，半径为  $R$  的均匀圆环，若存在一转轴，其垂直于圆环平面，且过圆环上一点，如图所示，则圆环绕该轴旋转的转动惯量为\_\_\_\_\_。



参考答案：  $2mR^2$

三、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

质点的运动方程为：  $x = R \cos \omega t$ ，  $y = R \sin \omega t$ ，  $z = \frac{h}{2\pi} \omega t$ ，式中  $R$ 、 $h$ 、 $\omega$  均为正的常量。

试求：

- (1) 质点的速度大小；
- (2) 质点的加速度大小；
- (3) 质点的轨道方程，并说明对应空间曲线特征；。

参考答案：

(1)

$$v_x = \frac{dx}{dt} = -R\omega \sin \omega t \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = R\omega \cos \omega t \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$v_z = \frac{dz}{dt} = \frac{h\omega}{2\pi} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

故，质点的速度大小为：

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = \omega \sqrt{R^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}} \cdots \cdots 1 \text{ 分}$$

(2)

$$a_x = -R\omega^2 \cos \omega t \cdots \cdots 1 \text{ 分}$$

$$a_y = -R\omega^2 \sin \omega t \cdots \cdots 1 \text{ 分}$$

$$a_z = 0 \cdots \cdots 1 \text{ 分}$$

故，质点的加速度大小为：

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = R\omega^2 \cdots \cdots 1 \text{ 分}$$

(3) 轨道方程为：

$$x^2 + y^2 = R^2, z = \frac{h}{2\pi} \omega t \cdots \cdots 2 \text{ 分}$$

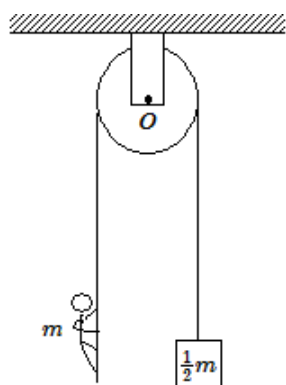
这是一条空间螺旋线，空间螺旋线在  $Oxy$  平面上的投影是圆心在原点、半径为  $R$  的圆，其螺距为  $h$ 。  $\cdots \cdots 2 \text{ 分}$

四、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

一均质定滑轮，半径为  $R$ ，其质量为  $m/2$ ，能绕其光滑中心轴转动。一轻绳跨过该定滑轮，轻绳与滑轮间无相对滑动，其左端有一质量为  $m$  的人爬在轻绳上，而右端则系了一质量为  $m/2$  的重物，如图所示。试求：

(1) 定滑轮的转动惯量；

(2) 当人从静止开始相对于轻绳匀速向上攀爬时，重物上升的加速度。



参考答案：

(1) 根据均质圆盘绕中心轴转动时的转动惯量公式可得，定滑轮的转动惯量为：

$$J = \frac{1}{2} \left( \frac{m}{2} \right) R^2 = \frac{1}{4} m R^2 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

(2) 轻绳右端的重物在重力  $\frac{1}{2}mg$  与绳子拉力  $T_R$  的共同作用下，以对地的加速度  $a$  上升。

其动力学方程为  $T_R - \frac{1}{2}mg = \frac{1}{2}ma \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$

轻绳左端的人由于相对于绳为匀速向上攀爬，因此在重力  $mg$  与绳子拉力  $T_L$  的共同作用下，相对于地仍具有大小为  $a$  的加速度，但方向向下

其动力学方程为  $mg - T_L = ma \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$

滑轮在绳子  $T_L$ 、 $T_R$  的拉力矩作用下，由转动定律可得

$$(T_L - T_R)R = J\alpha = \frac{1}{4}mR^2\alpha \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

加速度  $a$  与滑轮的角加速度  $\alpha$  有关系  $a = R\alpha \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$

联立上述方程，解得重物上升的加速度  $a = \frac{2}{7}g \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$

五、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

如图所示，质量为 50 kg 的人跳蹦极。弹性蹦极带原长为 10 m，劲度系数为 100 N/m。（若此人以零初速度离开跳台，忽略空气阻力，且不计蹦极带质量，重力加速度  $g=10 \text{ m/s}^2$ 。）

(1) 此人自跳台跳出后，落下距离多少时动能最大？此最大动能是多少？

(2) 已知跳台高于下面的水面 25m。此人跳下后会不会触到水面？



参考答案：

(1) 此人下落时，当蹦极带对他的拉力等于他受到的重力时，动能最大。以  $l_0$  表示蹦极带的原长，以  $l$  表示伸长的长度，则动能最大时：

$$mg = kl \Rightarrow l = \frac{mg}{k} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

此人动能最大时下落的距离为：

$$h = l_0 + l = l_0 + \frac{mg}{k} = 10 + \frac{50 \times 10}{100} = 15(m) \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

由机械能守恒，以  $E_k$  表示最大动能，则应有：

$$E_k = mgh - \frac{1}{2}kl^2 = 50 \times 10 \times 15 - \frac{1}{2} \times 100 \times 5^2 = 6250(J) \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

(2) 人降到最下面时，动能为零。由机械能守恒定律，以  $l'$  来表示蹦极带的最大伸长，则有：

$$mg(l_0 + l') = \frac{1}{2}kl'^2 \Rightarrow l'^2 - 10l' - 100 = 0 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

解方程可得：

$$l' = 5(1 + \sqrt{5})(m) \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

此时人在跳台下的距离为：

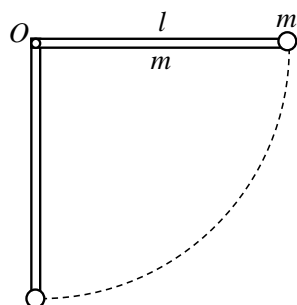
$$l_0 + l' = 10 + 5(1 + \sqrt{5}) \approx 26.18(m) > 25(m) \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

所以人会触及水面。

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，长为  $l$ 、质量  $m$  的均匀细杆一端固连着一质量为  $m$  的小球，小球大小忽略不计，另一端可绕过  $O$  点的水平轴在竖直面内无摩擦地转动，系统自水平位置以零初速开始释放。求：

- (1) 系统的转动惯量；
- (2) 细杆在水平位置时的角加速度  $\alpha$ ；
- (3) 当细杆摆动到竖直位置时的角速度  $\omega$ ；



参考答案：

(1) 杆与小球相对转轴的转动惯量：  $J = J_1 + J_2 = \frac{1}{3}ml^2 + ml^2 = \frac{4}{3}ml^2 \dots\dots\dots 4 \text{ 分}$

(2) 根据定轴转动定律有：

$$M_0 = J\alpha = mg \cdot \frac{l}{2} + mgl = \frac{4}{3}ml^2 \cdot \alpha \quad , \quad \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$\text{解得： } \alpha = \frac{9g}{8l}, \text{rad/s}^2 \quad ; \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(3) 细杆下摆过程机械能守恒：

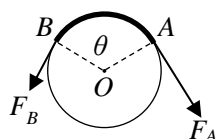


$$mg \cdot \frac{l}{2} + mgl = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} ml^2 \omega^2 - 0, \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$\text{解得: } \omega = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{g}{l}}, \text{ rad/s} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

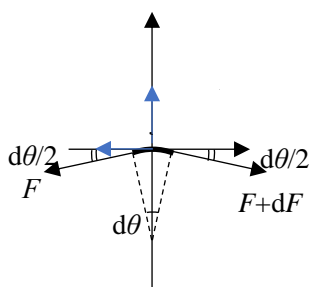
七、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

如图所示，有一轻质绳子绕在圆柱上，绳子绕圆柱的张角为  $\theta$ ，绳子与圆柱之间的摩擦系数为  $\mu$ 。若 A 端绳子的拉力大小  $F_A$  大于 B 端的拉力大小  $F_B$ ，圆柱保持不动，绳子处于滑动边缘。若绳子两端拉力大小  $F_A = 2F_B$ ，试求张角  $\theta$  应为多大？



参考答案：

在绕圆柱的绳子 AB 上，取一微元  $ds$ ，其对应的圆心角为  $d\theta$ ， $ds$  两端的张力大小分别为  $F$  和  $F+dF$ ，如图所示。



圆柱对  $ds$  的支持力和摩擦力的大小分别为  $N, f$ 。绳子处于滑动摩擦边缘，故加速度  $a=0$ 。取如图所示的  $Ox, Oy$  轴，根据牛顿第二定律有：

$$(F + dF) \cos \frac{d\theta}{2} - F \cos \frac{d\theta}{2} = f = \mu N \dots\dots\dots \textcircled{1} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$(F + dF) \sin \frac{d\theta}{2} + F \sin \frac{d\theta}{2} = N \dots\dots\dots \textcircled{2} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

因为  $d\theta \rightarrow 0$ ，所以有

$$\sin \frac{d\theta}{2} = \frac{d\theta}{2}$$

$$\cos \frac{d\theta}{2} = 1$$

①②式可化为

$$dF = \mu N \dots\dots\dots \textcircled{3} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$Fd\theta + \frac{1}{2} dF d\theta = N \dots\dots\dots \textcircled{4} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

略去④式中的高阶无穷小量  $dF d\theta$ ，由③④式得

$$Fd\theta = \frac{dF}{\mu} \Rightarrow \mu d\theta = \frac{dF}{F} \dots\dots\dots \textcircled{5} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

对⑤式两边积分

$$\int_0^\theta \mu d\theta = \int_{F_B}^{F_A} \frac{dF}{F}$$

即

$$F_A = e^{\mu\theta} F_B \Rightarrow \theta = \frac{1}{\mu} \ln \frac{F_A}{F_B} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

当  $F_A=2F_B$  时，有：

$$\theta = \frac{1}{\mu} \ln 2 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$