

西南交通大学 2016—2017 学年第(二)学期中期试卷

课程代码 6111010 课程名称 大学物理 A I 考试时间 100 分钟

西南交通大学大学物理考试答题卡使用说明:

(1) 同学们在拿到答题卡后, 请首先将条形码粘贴在答题卡上的贴条形码区, 再用黑色笔迹笔在答题卡信息栏区域填写学号、姓名、班级、课程代码。凡答题卡中该栏目填写字迹不清、无法辨认的, 成绩无效。

(2) 必须严格按照要求做答题目。单项选择题、判断题必须使用 2B 铅笔在答题卡上相应位置填涂信息点, 修改时必须用橡皮擦净。填空题、计算题、问答题必须使用黑色笔迹笔在答题卡指定区域内作答。不按规定要求填涂和作答的, 一律无效。

(3) 填涂技巧: 为保证光电阅读器准确无误地识别所涂的信息点, 填涂时必须用 2B 铅笔横向涂写数笔, 黑度以盖住信息点的区域: ☐ 为准。例如: 正确填涂: ☒

一、单项选择题: (每小题 3 分, 共 24 分。注意: 请用 2B 铅笔在答题卡上将正确的选项按要求填涂。例如: ☐ A ☒ B ☐ C ☐ D, 表示选项 B 是正确的。其它位置处不得分)

1. 质点作曲线运动, \vec{r} 表示位置矢量, s 表示路程, a_t 表示切向加速度, 下列选项中, 正确的是:

- (1) $\frac{dv}{dt} = a$ (2) $\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}$ (3) $\frac{ds}{dt} = v$ (4) $\left| \frac{d\vec{v}}{dt} \right| = a_t$ (5) $\frac{d|\vec{v}|}{dt} = a_t$
- (A) 只有(1)、(4)是对的; (B) 只有(2)、(4)是对的;
(C) 只有(2)、(5)是对的; (D) 只有(3)、(5)是对的。

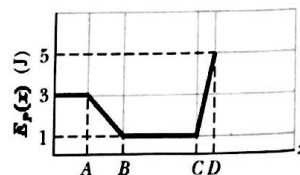
2. 某物体的运动规律为加速度 $a = -kv^3x$, 式中的 k 为大于零的常数。当 $t=0$ 时, 物体初速为 v_0 , 在建立的直角坐标系中初始位置为 0, 当物体行驶了 x 距离时, 则物体速度 v 与 x 的函数关系正确的是:

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

3. 一水平传送带受电动机驱动, 保持匀速运动。现在传送带上轻轻放置一砖块, 则在砖块刚被放放到与传送带共同运动的过程中, 下列说法正确的是:

- (A) 驱动力与摩擦力对皮带做的功之和为零;
(B) 摩擦力对皮带做的功与摩擦力对砖块做的功等值反号;
(C) 驱动力与摩擦力对砖块做功之和等于砖块获得的动能;
(D) 驱动力做功等于砖块获得的动能。

4. 如图为一个质点在其中作一维运动的系统势能-位置 ($E_p - x$) 图。将区域 AB、BC 和 CD 中对质点的作用力的大小排序, 正确的是:



选择题 4 图

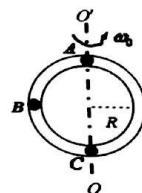
(A) $F_{AB} > F_{CD} > F_{BC}$

(B) $F_{AB} > F_{BC} > F_{CD}$

(C) $F_{CD} > F_{BC} > F_{AB}$

(D) $F_{CD} > F_{AB} > F_{BC}$

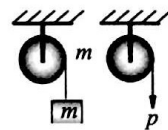
5. 一个内壁光滑的圆形细管，正绕竖直光滑固定轴 OO' 自由转动。管是刚性的，转动惯量为 J 。环的半径为 R ，初角速度为 ω_0 ，一个质量为 m 的小球静止于管内最高点 A 处，如图所示，由于微扰，小球向下滑动。则小球在管内下滑过程中，下列说法正确的是：



选择题 5 图

- (A) 环与小球组成系统的机械能守恒；
 (B) 环与小球组成系统的动量守恒；
 (C) 环与小球组成系统对 OO' 轴的角动量守恒；
 (D) 以上说法都不正确。

6. 一根轻绳绕在一个具有水平光滑轴质量为 m 的飞轮边缘上，绳下端挂有一质量为 m 的物体，此时飞轮的角加速度为 β 。现在将物体去掉，代之以 $p=2mg$ 的拉力直接向下拉绳，则飞轮的角加速度为：



选择题 6 图

- (A) 小于 β
 (B) 大于 β 且小于 2β
 (C) 大于 2β
 (D) 等于 2β

7. 把一个静止质量为 m_0 的粒子，由静止加速到 $v=0.6c$ (c 为真空中光速) 需作的功为：

- (A) $0.18m_0c^2$
 (B) $0.25m_0c^2$
 (C) $0.36m_0c^2$
 (D) $1.25m_0c^2$

8. 一宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行，如果宇航员希望把这路程缩短为 3 光年，则他所乘的火箭相对于地球的速度将达到 $0.8c$ 。有关这段描述的说法中，正确的是

- (A) 5 光年是原时；
 (B) 3 光年是原时；
 (C) 5 光年是原长；
 (D) 3 光年是原长；

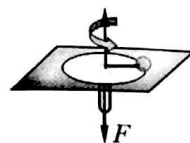
二、判断题：(每小题 1 分，共 10 分。注意：请用 2B 铅笔在答题卡上将正确的选项按要求填涂。例如：☐ T ☒ F，是将 ☐ F 涂黑，表示该叙述是错误的。其它位置处不得分)

- 当质点系所受外力冲量 $\vec{I}_{\text{外}} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_{\text{外}} dt = 0$ 时，质点系的动量守恒。
- 沿直线运动的质点，其角动量不一定为零。
- 做曲线运动的质点，其法向加速度不能为零。
- 在水平冰面上以一定速度行驶的炮车，沿任一方向发射一炮弹的过程中(忽略冰面摩擦力及空气阻力)，由炮车和炮弹组成系统的总动量守恒。
- 刚体的转动惯量越大，则将刚体由静止变转动将越困难。
- 在质点运动过程中选取一个微元过程，该微元过程的位移大小等于其路程大小。
- 质点系内力的冲量之和、角冲量之和都为零，但是质点系内力做功之和却不一定为零。
- 内力都是保守力的系统，当它所受的合外力为零时，它的动量和机械能必然守恒。
- 狭义相对论只能用于研究高速运动物体的运动规律。
- 在不同惯性系中观测任意两个事件，两事件的时间间隔 Δt 都可正、可负也可为零。

二、填空题：(8 小题，共 30 分。注意：请用黑色笔迹笔在答题卡上将正确的答案按要求正

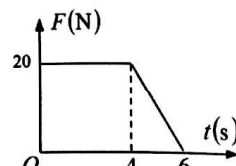
确填出。其它位置处不得分)

1. (本小题 4 分) 绳的一端系一质量为 m 的小球，在光滑的水平桌面上作匀速圆周运动。若从桌面中心孔缓慢向下拉绳子 (如图所示)，则小球的角动量将_____，小球的角速度将_____。(选填：不变，增加，减小)



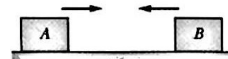
填空题 1 图

2. (本小题 4 分) 质量 m 为 5 kg 的木箱放在地面上，在水平拉力 F 的作用下由静止开始沿直线运动，其拉力随时间的变化关系如图所示。若已知木箱与地面间的摩擦系数 μ 为 0.2。 $t=4\text{s}$ 时，木箱的速度大小为_____ m/s， $t=6\text{s}$ 时，木箱的速度大小为_____ m/s。 (g 取 $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)



填空题 2 图

3. (本小题 4 分) 在光滑地面上物块 A 和 B 具有如图所示的运动方向，其动量大小分别为： $8\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 和 $5\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 。

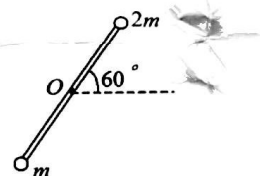


填空题 3 图

(a) 如果在碰撞中两物块粘合在一起，它们的运动方向为_____。(选填：向左、向右)

(b) 如果碰撞后两物块不粘合在一起，而物块 A 最终向左运动，则碰后物块 A 的动量大小_____物块 B 的动量大小 (选填：小于、大于、等于)。

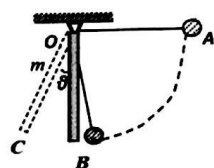
4. (本小题 4 分) 一长为 l 的轻质细杆，两端分别固定质量为 m 和 $2m$ 的小球，此系统在竖直平面内可绕过中点 O 且与杆垂直的水平光滑固定轴 (O 轴) 转动，如图所示。开始时杆与水平成 60° 角，处于静止状态，然后无初转速地释放，杆球这一刚体系统绕 O 轴转动，当杆转到水平位置时，刚体受到的合外力矩大小 $M =$ _____；此时系统的角加速度 $\beta =$ _____。



填空题 4 图

5. (本小题 4 分) 当一列火车以 $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的速率向东行驶时，若相对于地面竖直下落的雨滴相对于列车的速率为 $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，则雨滴在列车的窗子上形成的雨迹偏离竖直方向_____度，雨滴相对于地面的速率为_____ m/s。

6. (本小题 4 分) 如图所示，长为 l 、质量为 m 的均匀细杆可绕水平光滑固定轴 O 转动，开始时杆静止在竖直位置 B 处。另一质量也为 m 的小球，用长也为 l 的轻绳系于 O 轴上。现将小球在竖直平面内拉到水平位置 A 处，然后放手，小球自由下摆。当小球下摆到细杆的位置时与杆下端发生完全非弹性碰撞，此碰撞过程满足_____。随后二者共同沿顺时针摆动，此摆动过程满足_____。(选填：动量守恒，角动量守恒，机械能守恒)



填空题 6 图

7. (本小题 4 分) 在惯性系 K 中，测得某两个事件发生在同一个地点，时间间隔为 4s。在另一个惯性系 K' 中，测得这两个事件发生的时间间隔为 8 s。 K' 系相对于 K 系沿 x 轴正向运动，则 K' 系相对于 K

系的运动速度是_____ m/s, K' 系中它们的空间间隔是_____ m。

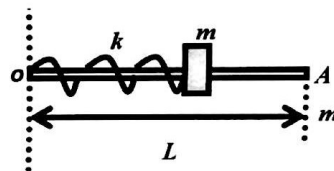
8. (本小题 2 分) 观察者甲以 $\frac{\sqrt{3}}{2}c$ 的速度相对于静止的观察者乙运动, 若甲携带一长度为 l 、截面积为 S , 质量为 m 的棒, 这根棒的长度方向与运动方向相同。则甲乙测得此棒的密度之比 $\frac{\rho_{\text{甲}}}{\rho_{\text{乙}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

四、计算题: (3 小题, 共 32 分。注意: 请用黑色笔迹笔在答题卡上将正确的解题过程书写在相应题号处。其它位置处不得分)

1. (本小题 10 分) 一个质点沿半径为 0.10 m 的圆周运动, 其角速度 $\omega = 3t^2 + 4$ (SI), 求:

- (1) 在 $t = 2$ s 时, 质点切向加速度的大小? (3 分)
- (2) 在 $t = 2$ s 时, 质点法向加速度的大小? (2 分)
- (3) 在 $t = 2$ s 时, 质点总加速度的大小? (2 分)
- (4) 质点转动角度随时间的变化关系 (已知初始时刻质点角位置 $\theta_0 = 0$)。 (3 分)

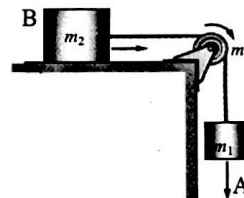
2. (本小题 12 分) 有一个细杆长 L , 质量为 m , 可以绕竖直轴在水平面内转动。有一质量也为 m 的环套在杆上, 可以在其上无摩擦滑动, 环与劲度系数为 k 的轻弹簧连接, 轻弹簧的另一端连接在 O 点。系统最初静止, 在外力矩作用下绕竖直轴无摩擦转动。当环缓慢滑到端点 A 时, 系统角速度为 ω 。求: :



计算题 2 图

- (1) 当“环缓慢”滑到端点 A 时, 环的动能是多少? (2 分)
- (2) 当“环缓慢”滑到端点 A 时, 细杆的动能是多少? (2 分)
- (3) 当“环缓慢”滑到端点 A 时, 弹簧的势能是多少? (要求以弹簧原长为势能零点) (4 分)
- (4) 当“环缓慢”滑到端点 A 时, 外力矩做功是多少? (4 分)

3. (本小题 10 分) 如图所示, 两物体 A 和 B 的质量分别为 m_1 和 m_2 , 滑轮质量为 m , 半径 r , 可视为均质圆盘。已知物体 B 与桌面间的滑动摩擦系数为 μ , 不计轴承摩擦。问:



计算题 3 图

- (1) 本题中两段绳中张力是否相等? (1 分)
- (2) 对 A , B , 滑轮分别进行受力分析, 画出正确的受力分析图。 (3 分)
- (3) A 下落的加速度是多少? (6 分)

五、简答题: (1 小题, 共 4 分。注意: 请用黑色笔迹笔在答题卡上将正确的解题过程书写在相应题号处。其它位置处不得分)

1. (本小题 4 分) 有人说, 在相对论中一切都是相对的, 没有什么结果是绝对的。这种说法对吗? 请举例说明。

参考解答及评分标准:

(评卷人员: 计算机)

一、选择题: (每小题 3 分, 共 24 分)

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

(评卷人员: 计算机)

二、判断题: (每小题 1 分, 共 10 分)

1. F 2. T 3. F 4. F 5. T
6. T 7. T 8. F 9. F 10. F

(评卷人员: 所有 AI 研究生助教 (30 人))

三、填空题: (每空 2 分, 共 30 分)

1. 小球的角动量将 不变, 小球的角速度将 增加。 0, 2.4 每空 2 分
2. $t=4\text{s}$ 时, 木箱的速度大小为 8 m/s, $t=6\text{s}$ 时, 木箱的速度大小为 8 m/s。 每空 2 分
3. (a) 它们的运动方向为 向右。(b) 物块 A 的动量大小 小于 物块 B 的动量大小。 每空 2 分
4. 当杆转到水平位置时, 受到的合外力矩大小 $M = \underline{mgl}$; 此时系统的角加速度 $\beta = \underline{\frac{g}{3l}}$ 。 每空 2 分
5. 雨迹偏离竖直方向 30 或 150 度, 雨滴相对于地面的速率为 17.32 m·s⁻¹ 或 $10\sqrt{3}$ m·s⁻¹。 每空 2 分
6. 完全非弹性碰撞过程满足 角动量守恒。顺时针摆动过程满足 机械能守恒。 每空 2 分
7. 在 K' 系相对 K 系的运动速度是 $2.60 \times 10^8 (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$ 或 $\frac{\sqrt{3}}{2} c$,
 K' 系中它们的空间间隔是 $-2.08 \times 10^9 (\text{m})$ 或 $-4\sqrt{3} c (\text{m})$ 。 每空 2 分
8. 甲乙测得此棒的密度之比 $\frac{\rho_{\text{甲}}}{\rho_{\text{乙}}} = \underline{\frac{1}{4}}$ 。 2 分

四、计算题: (3 小题, 共 32 分)

1. (本小题 10 分)

解: (1) 由角加速度定义和题意有: $\beta = \frac{d\omega}{dt} = 6t$ 1 分

根据线量与角量的关系可得 $t=2\text{s}$ 时, 质点切向加速度的大小为:

$$a_t = \beta r = 6t \times 0.1 = 0.6t = 1.2 (\text{m} \cdot \text{s}^{-2}) \quad 2 \text{ 分}$$

(2) $t=2\text{s}$ 时, 质点法向加速度的大小为:

$$a_n = \omega^2 r = (3t^2 + 4)^2 \times 0.1 = (12 + 4)^2 \times 0.1 = 25.6 (\text{m} \cdot \text{s}^{-2}) \quad 2 \text{ 分}$$

(3) $t=2\text{s}$ 时, 质点总加速度的大小为:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{1.2^2 + 25.6^2} = 25.63 (\text{m} \cdot \text{s}^{-2}) \quad 2 \text{ 分}$$

(4) 由角速度定义和题意有: $\omega = \frac{d\theta}{dt} = 3t^2 + 4$ 1 分

分离变量并两端积分有: $\int_0^\theta d\theta = \int_0^t (3t^2 + 4) dt$ 1 分

故质点转动角度随时间的变化关系为: $\theta = t^3 + 4t$ (SI) 1 分

2. (本小题12分)

解: (1) 因“环缓慢”滑到端点 A 时, 不计环沿杆径向运动的动能, 环的动能只包括环绕 O 点旋转运动的动能:

$$E_{k\text{环}} = \frac{1}{2} J \omega^2 = \frac{1}{2} m L^2 \omega^2 \quad 2 \text{ 分}$$

(2) 当“环缓慢”滑到端点 A 时, 细杆的动能为:

$$E_{k\text{杆}} = \frac{1}{2} J \omega^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} m L^2 \omega^2 = \frac{1}{6} m L^2 \omega^2 \quad 2 \text{ 分}$$

(3) 当“环缓慢”滑到端点 A 时, 设弹簧伸长 Δx , 则由牛顿定律有:

$$k \Delta x = m \omega^2 L, \quad \Delta x = \frac{m L \omega^2}{k} \quad 2 \text{ 分}$$

以弹簧原长为势能零点, 则弹簧的弹性势能为:

$$E_p = \frac{1}{2} k (\Delta x)^2 = \frac{m^2 L^2 \omega^4}{2k} \quad 2 \text{ 分}$$

(4) 以杆+环+弹簧为系统, 内力(弹簧弹力)为保守力, 根据功能原理有:

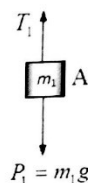
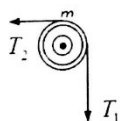
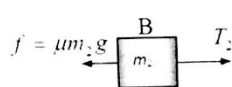
$$\text{当“环缓慢”滑到端点 A 时, 外力矩做功是: } A_{\text{外力矩}} = E_{k\text{环}} + E_{k\text{杆}} + E_p \quad 2 \text{ 分}$$

$$A_{\text{外力矩}} = \frac{1}{2} m L^2 \omega^2 + \frac{1}{6} m L^2 \omega^2 + \frac{m^2 L^2 \omega^4}{2k} = \frac{m L^2 \omega^2}{6k} (4k + 3m \omega^2) \quad 2 \text{ 分}$$

3. (本小题 10 分)

解: (1) 本题中两段绳中张力不相等;

(2) 分别以 A, B 和滑轮为研究对象, 各自受力情况如图所示:



各图 1 分

(3) 根据牛顿定律和刚体定轴转动定律列方程 (设 A 向下运动方向为正方向):

$$\left. \begin{aligned} \text{对 } m_1: m_1 g - T_1 &= m_1 a \\ \text{对 } m_2: T_2 - \mu m_2 g &= m_2 a \\ \text{对 } m: T_1 r - T_2 r &= \frac{1}{2} m r^2 \beta \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} a &= r \beta \\ T_1 - T_2 &= \frac{1}{2} m r \beta \end{aligned}$$

各式 1 分

联解上述方程组有 A 下落的加速度是:

$$a = \frac{m_1 - \mu m_2}{m_1 + m_2 + \frac{m}{2}} g$$

五、简答题: (1 小题, 共 4 分)

答: 这种说法不对。

2 分

比如: 物理公式形式、光速的测量、有因果关联的两事件的次序等, 这些结果在任何一个惯性系中的测量都是一样的。

只说对了一半
- 4 分

2 分