

西南交通大学 2017-2018 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) 同学们取到答题卡后, 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。单项选择题必须使用 2B 铅笔在答题卡上相应题号位置正确填涂信息点, 修改时必须用橡皮擦净。填空题、计算题必须使用黑色笔迹笔在答题卡指定区域内作答, 用 2B 铅笔画图的线条一定要清晰。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 30 分。注意: 请用 2B 铅笔将答题卡上正确的选项正确填涂。例如: 填涂 ☐ ☒ ☐ ☐ , 表示选项 B 是正确的。其它位置处不得分)

1. 某质点作直线运动的运动学方程为 $x = 3t - 5t^3 + 6$ (SI), 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

2. 质点作半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为 (v 表示任一时刻质点的速率)

- (A) $\frac{dv}{dt}$
- (B) $\frac{v^2}{R}$
- (C) $[(\frac{dv}{dt})^2 + \frac{v^4}{R^2}]^{1/2}$
- (D) $(\frac{dv}{dt}) + \frac{v^2}{R}$

3. 一质点在平面上作一般曲线运动, 其瞬时速度为 \vec{v} , 瞬时速率为 v , 某一段时间内的平均速度为 $\bar{\vec{v}}$, 平均速率为 \bar{v} , 它们之间的关系必定有

- (A) $|\vec{v}| = v, |\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$
- (B) $|\vec{v}| = v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$
- (C) $|\vec{v}| \neq v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$
- (D) $|\vec{v}| \neq v, |\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$

4. 在相对地面静止的坐标系内, A 、 B 二船都以 $2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的速率匀速行使, A 船沿 x 轴正向, B 船沿 y 轴正向。今在 B 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系 (x 、 y 方向单位矢量用 \vec{i} 、 \vec{j} 表示), 那么在 B 船

上的坐标系中, A 船的速度 (以 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 为单位) 为

(A) $2\vec{i} + 2\vec{j}$

(C) $-2\vec{i} - 2\vec{j}$

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

(D) $2\vec{i} - 2\vec{j}$

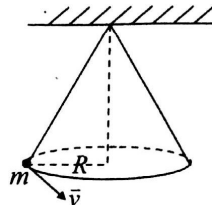
5. 如图所示, 圆锥摆的摆球质量为 m , 速率为 v , 圆周半径为 R , 当摆球在轨道上运动半周时, 摆球所受重力冲量的大小为

(A) 0

(B) $2mv$

(C) $\sqrt{(2mv)^2 + (mg\pi R/v)^2}$

(D) $\frac{\pi Rmg}{v}$



6. 下列关于角动量的说法, 正确的是

(A) 质点系的总动量为零, 总角动量一定为零。

(B) 一质点作直线运动, 质点的角动量一定为零。

(C) 一质点作直线运动, 质点的角动量一定不变。

(D) 一质点作匀速率圆周运动, 其动量方向不断改变, 以圆心 O 为参考点, 角动量的方向不改变。

7. 对功的概念有以下几种说法:

(1) 保守力作正功时, 系统内相应的势能增加。

(2) 质点运动经一闭合路径, 保守力对质点作的功为零。

(3) 作用力和反作用力大小相等、方向相反, 所以两者所作的功的代数和必然为零。

在上述说法中:

(A) (1)、(2) 是正确的

(B) (2)、(3) 是正确的

(C) 只有 (2) 是正确的

(D) 只有 (3) 是正确的

8. 质量为 m 的质点在外力作用下, 其运动方程为 $\vec{r} = A\cos\omega t\vec{i} + B\sin\omega t\vec{j}$, 式中 A 、 B 、 ω 都是正的常数。则力在 $t_1 = 0$ 到 $t_2 = \pi/(2\omega)$ 这段时间内所作的功为

(A) $\frac{1}{2}m\omega^2(A^2 + B^2)$

(B) $m\omega^2(A^2 + B^2)$

(C) $\frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - B^2)$

(D) $\frac{1}{2}m\omega^2(B^2 - A^2)$

9. 在狭义相对论中下列说法中哪些是正确的?

(1) 所有惯性系对物理基本规律都是等价的

(2) 质量、长度、时间的测量结果都是随物体与观察者的相对运动状态而改变的

(3) 惯性系中的观察者观察一个与他作匀速度相对运动的时钟时, 会看到这时钟比与他相对静止的相同的时钟走得慢些

(4) 在一惯性系中发生于同一时刻、不同地点的两个事件在其他一切惯性系中也是同时发生的

(A) (1), (3), (4)

(B) (1), (2), (4)

(C) (1), (2), (3)

(D) (2), (3), (4)

10. 一宇宙飞船相对于地以 $0.6c$ (c 表示真空中光速) 的速度飞行。一光脉冲从船尾传到船头, 飞船上的观察者测得飞船长为 90m , 地球上的观察者测得光脉冲从船尾发出和到达船头两事件的空间间隔为

(A) 90 m

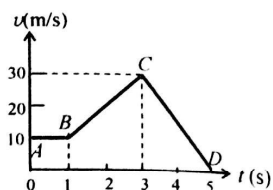
(B) 180 m

(C) 270 m

(D) 72 m

二、填空题：(11 小题，每空 2 分，共 38 分。注意：请用黑墨水笔将正确的答案按答题卡上要求正确填出。其它位置处不得分)

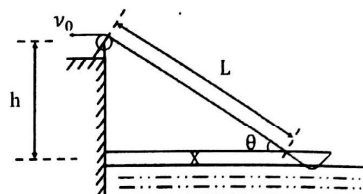
1. (本小题 4 分) 一质点作直线运动，其 $v-t$ 曲线如右图所示，则 BC 和 CD 段时间内的加速度分别为_____、_____。



2. (本小题 6 分) 质量为 1 kg 的小球在某力作用下运动，其运动方程为 $\vec{r} = 2t\vec{i} + (2-t^2)\vec{j}$ (SI)，则其轨迹方程为_____；

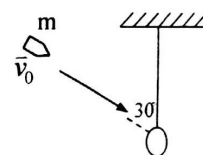
在 t 由 0 至 1 s 的时间间隔内，质点的位移 $\Delta\vec{r} =$ _____、外力施加给质点的冲量 $\vec{I} =$ _____。

3. (本小题 2 分) 如图河中有一小船，人在离河面一定高度的岸上通过绳子以匀速度 v_0 拉船靠岸，则船在图示位置处的速率为_____。(用 v_0 和 θ 表示)

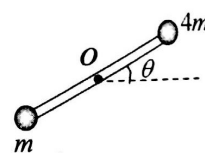


4. (本小题 2 分) 质点系的内力可以改变质点系的_____。(选填：总动量或总动能)

5. (本小题 2 分) 质量为 20 g 的子弹，以 400 m/s 的速率沿图示方向射入一原来静止的质量为 980 g 的摆球中，摆线长度不可伸缩，则子弹射入后与摆球一起运动的速度大小 $v =$ _____。



6. (本小题 4 分) 一长为 l 、质量可以忽略的直杆，两端分别固定有质量为 $4m$ 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铅直平面内转动。开始杆与水平方向成某一角度 θ ，处于静止状态，如图所示。释放后，杆绕 O 轴转动，则当杆转到水平位置时，该系统所受的合外力矩的大小 $M =$ _____，此时该系统角加速度的大小 $\beta =$ _____。



7. (本小题 4 分) 一质量为 m 的质点在指向圆心的平方反比力 $F = -k/r^2$ 的作用下，作半径为 r 的圆周运动，此质点的速度 $v =$ _____。若取距圆心无穷远处为势能零点，它的机械能 $E =$ _____。

8. (本小题 4 分) 若作用于一力学系统上外力的合力为零，则外力的合力矩_____为零(选填：“一定”或“不一定”)；这种情况下力学系统的动量、角动量、机械能三个量中一定守恒的量是_____。

9. (本小题 4 分) 有一速度为 u 的宇宙飞船沿 x 轴正方向飞行，飞船头尾各有一个脉冲光源发出光波。处于船尾的观察者测得船头光源发出的光脉冲的传播速度大小为_____；处于船头的观察者测得船尾光源发出的光脉冲的传播速度大小为_____。

10. (本小题 4 分) 匀质细棒静止时的质量为 m_0 ，长度为 l_0 ，当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时，测得它的长为 l ，那么，该棒的运动速度 $v =$ _____，该棒所具有的动能 $E_k =$ _____。

11. (本小题 2 分) 在参考系 K 中, 有两个静止质量都是 m_0 的粒子 A 和 B , 分别以速度 v 高速 (相对光速) 沿同一直线相向运动, 相碰后合在一起成为一个粒子, 则其静止质量 M_0 的值为 (c 表示真空中光速)

_____。

三、计算题: (3 小题, 共 32 分。注意: 请用黑墨水笔在将正确的解题过程书写在答题卡上相应题号区域。其它位置处不得分)

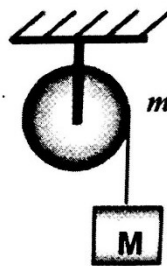
1. (本小题 10 分) 一质量 m 、长为 L 、质量非均匀分布的细杆, 绕过一端端点并垂直于杆的轴转动, 其杆上的质量密度与离轴的距离成正比, 求该杆对转轴的转动惯量。

(要求: 建坐标用微元分析法)



2. (本小题 10 分) 一根轻绳绕在有水平转轴的定滑轮上, 滑轮的质量为 m , 半径为 R , 绳下端挂有一物体质量为 M , 如图所示。求: 滑轮的角速度随时间的变化关系 (设滑轮初始状态处于静止)。

(要求: 画出受力分析图)

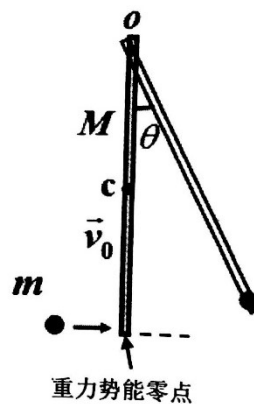


3. (本小题 12 分) 如图所示, 一质量为 $M=3\text{kg}$, 长 $L=1\text{m}$ 的杆竖直悬挂, 并保持平衡。一质量为 $m=1\text{kg}$, 速度为 $v_0=2\text{m/s}$ 的小球沿水平方向入射到杆的下端, 并嵌入其中。求:

(1) 小球和杆开始共同转动时的角速度 ω ; (4 分)

(2) 小球和杆能够摆到的最大角度 θ 。(8 分)

(要求: 以杆竖直平衡时的下端位置为势能零点; 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$)



参考答案

D C A D D D C C C B

1. BC 段加速度 $a_{BC} = 10\text{m/s}^2$, CD 段加速度 $a_{CD} = -15\text{m/s}^2$ (少负号扣 1 分)。 每空 2 分 4 分
2. 轨迹方程为 $x^2 + 4y = 8$ 或 $y = 2 - \left(\frac{x}{2}\right)^2$ 或 $y = 2 - \frac{x^2}{4}$ 或 $x^2 + 4y - 8 = 0$,
位移 $\Delta \vec{r} = 2\vec{i} - \vec{j}$ (SI) , 外力施加的冲量 $I = -2\vec{j}$ (SI) (少负号扣 1 分)。 每空 2 分 6 分
3. 速率为 $\frac{v_0}{\cos\theta}$ 。 2 分
4. 可以改变质点系的 总动能 。 2 分
5. 速度大小为 4m/s 。 2 分
6. 合外力矩的大小 $M = \frac{3}{2}mgl$, 角加速度的大小 $\beta = \frac{6g}{5l}$ 每空 2 分 4 分
7. 此质点的速度 $v = \sqrt{\frac{k}{mr}}$, 机械能 $E = -\frac{k}{2r}$ 。 每空 2 分 4 分
8. 不一定, 动量。 每空 2 分 4 分
9. c, c 。 每空 2 分 4 分
10. 运动速度 $v = c\sqrt{1 - (l/l_0)^2}$, 动能 $E_k = m_0c^2(\frac{l_0 - l}{l})$ 每空 2 分 4 分
11. 静止质量 $M_0 = \frac{2m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$ 2 分

计1: 设 $\lambda = kx$.

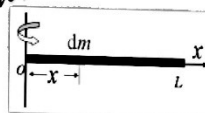
$$dm = \lambda dx = kx dx$$

$$m = \int_0^L dm = \int_0^L \lambda dx = \int_0^L kx dx = \frac{kL^2}{2} \rightarrow k = \frac{2m}{L^2} \quad ①$$

$$J = \int_0^L x^2 dm = \int_0^L x^2 kx dx = k \int_0^L x^3 dx = \frac{k}{4} L^4$$

$$= \frac{m}{2} L^2 \quad ②$$

图② \rightarrow 质量元



若为:

$$m = \frac{kL}{2} \cdot L \quad \text{不恰当}$$

(评卷人员: 黄代绘、周小红、张星辉、谢宁、唐永亮)

2. (本小题 10 分)

解: 受力分析图如右图所示

物块和滑轮受力分析图各 1 分,

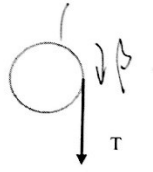
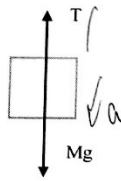
2 分

设绳的拉力为 T , 对 M 有: $Mg - T = Ma$

$$Mg - T = Ma$$

对滑轮有: $TR = J\beta = \frac{1}{2}mR^2\beta$

运动方式转换有: $a = R\beta$



1 分

2 分

1 分

联立求解得角加速度: $\beta = \frac{2Mg}{mR + 2MR}$

$$\beta = \frac{2Mg}{mR + 2MR}$$

因角加速度与时间无关, 故得角速度:

$$\omega = \omega_0 + \beta t = \frac{2Mg}{mR + 2MR} t = \frac{Mgt}{\frac{1}{2}mR + MR}$$

2 分

2 分

$$a = \frac{Mg}{M + \frac{1}{2}m}$$

$$v = v_0 + at$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$= \frac{Mgt}{\frac{1}{2}mR + MR}$$

第 2 页 共 3 页

(评卷人员: 马小娟、王辉、罗林、何竹、王秩文、王红艳、贾欣燕、吴运梅)

3. (本小题 12 分)

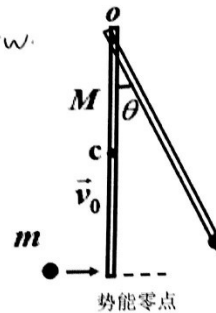
解: (1) 小球和杆的碰撞满足角动量守恒

$$L = J\omega$$

$$mv_0L = \left(\frac{1}{3}ML^2 + mL^2\right)\omega$$

将: $m=1\text{kg}$, $M=3\text{kg}$, $L=1\text{m}$, $v_0=2\text{m/s}$ 代入上式可得:

碰后杆和小球共同摆动初始角速度: $\omega = 1\text{ (SI)}$



3 分

1 分

(2) 小球和杆在共同的摆动的过程中满足机械能守恒,

小球和杆刚好碰撞完成后, 还没有来得及摆动前的总动能为:

$$E_k = \frac{1}{2}(J_{\text{球}} + J_{\text{杆}})\omega^2 \text{ (SI)}$$

以杆竖直平衡时的下端位置为重力势能零点, 则摆动前势能只有杆质心的重力势能为:

$$E_p = MgL/2$$

2 分

1 分

摆到最高点时只有小球和杆质心的重力势能为:

$$E_p = mg(L - L\cos\theta) + Mg(L - \frac{L}{2}\cos\theta) \text{ (SI)}$$

2 分

摆动过程, 由机械能守恒得:

$$\frac{1}{2}(J_{\text{球}} + J_{\text{杆}})\omega^2 + MgL/2 = mg(L - L\cos\theta) + Mg(L - \frac{L}{2}\cos\theta)$$

2 分

由此解得最大角度满足: $\cos\theta = \frac{24}{25}$

即有: $\theta = 16.3^\circ$, 或 0.28 rad

1 分