

安徽大学 2020—2021 学年第 2 学期

《大学物理 A (上)》期中考试试卷

(闭卷 时间 120 分钟)

考场登记表序号_____

| 题号 | 一 | 二 | 三(16) | 三(17) | 三(18) | 四 | 总分 |
|-----|---|---|-------|-------|-------|---|----|
| 得分 | | | | | | | |
| 阅卷人 | | | | | | | |

得分

一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. 平面内一质量为 m 的质点, 其运动学方程为 $\vec{r}(t) = R\cos\omega t\vec{i} + R\sin\omega t\vec{j}$ (SI 制). 则在任意时刻该质点速度和受到的力的大小分别等于_____.

- A. $\omega R, m\omega^2 R$ B. $\omega R, m\omega^2 R/2$ C. $\omega R/2, m\omega^2 R/2$ D. $\omega R/2, m\omega^2 R$

2. 运动会上一跳水运动员自 10 m 高的跳台自由下落 (设 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$), 入水后因受水的阻力而减速. 自水面向下取坐标轴 Oy , 测得其加速度为 $-kv_y^2$, $k = 0.4 \text{ m}^{-1}$. 则运动员在水面以下 y 处的速度 $v_y =$ _____.

- A. $14e^{0.4y^2}$ (SI 制) B. $14e^{0.4y}$ (SI 制) C. $14e^{-0.4y}$ (SI 制) D. $14e^{-0.4y^2}$ (SI 制)

3. 一质点做匀速率圆周运动, 则_____.

- A. 动量变化, 对圆心角动量也不断变化 B. 速度大小、方向始终不变, 动量守恒
C. 速度大小始终不变, 动量守恒 D. 动量不断变化, 但对圆心的角动量不变

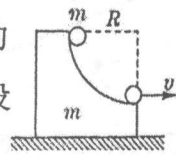
4. 一船浮于静止的水面中, 船长为 L , 质量为 m , 一个质量为 $m/2$ 的人从船尾走到船头. 不计水和空气阻力, 则在此过程中船相对于地面_____.

- A. 后退 $L/3$ B. 后退 $L/2$ C. 后退 L D. 不动

5. 一质量为 m 的质点做曲线运动. 某时刻测得该质点的速度大小为 v , 对应的曲率半径为 r . 此时, 该质点受到的_____.

- A. 合力大小不可知, 但切向力为 mv^2/r B. 合力大小为 mv^2/r , 但切向力不可知
C. 合力大小不可知, 但法向力为 mv^2/r D. 合力大小为 mv^2/r , 但法向力不可知

6. 一质量为 m 的滑块, 由静止开始沿 1/4 圆弧光滑的木槽滑下. 木槽的质量也为 m , 槽圆弧半径为 R , 放在光滑的水平地面上, 如图所示. 设重力加速度为 g , 则滑块离开木槽时相对于地面的速度大小为_____.



- A. $(gR)^{1/2}$ B. $(2gR)^{1/2}$ C. $(3gR)^{1/2}$ D. $2(gR)^{1/2}$

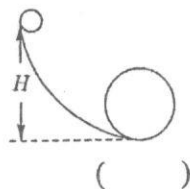
7. 已知一匀质细棒 A 可绕其一端 O 点在竖直平面内自由转动. 现将一球 B 固定在细棒上, 并保持二者中心重合. 已知细棒长度为 l , 质量为 m_1 , 球 B 质量为 m_2 , 球 B 对其直径为转轴的转动惯量为 J , 则二者对转轴 O 的总转动惯量为 _____ . ()

- A. $J+m_2l^2/2$ B. $J+m_2l^2/4$ C. $m_1l^2/3+J$ D. $m_1l^2/3+J+m_2l^2/4$

8. 一质量为 m 的质点绕 O 点做匀速率圆周运动, 角速度大小为 ω , 对 O 点角动量为 L , 则圆周运动的半径为 _____. ()

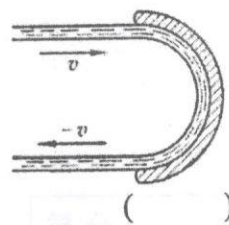
- A. $L/m\omega^2$ B. $(L/m\omega)^{1/2}$ C. $(L/m)^{1/2}$ D. $(L/\omega)^{1/2}$

9. 如图所示, 一质量为 m 的小球从高为 H 处沿轨道由静止开始滑入环形轨道, 轨道光滑. 设 H 足够高, 则小球在环最低点时环对它的作用力与在环最高点时环对它的作用力之差恰为小球重量的 _____ 倍. ()



- A. 8 B. 6 C. 4 D. 2

10. 如图所示, 水流冲击在静止的涡轮叶片上, 水流冲击叶片前后的速率均为 v , 但方向相反. 每单位时间内冲向叶片的水的质量保持不变且等于 u , 则水作用于叶片的力为 _____. ()



- A. uv B. $4uv$ C. $3uv$ D. $2uv$

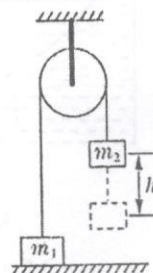
二、填空题 (每小题 4 分, 共 20 分)

得分

11. 一质点沿 x 轴运动, 坐标与时间的变化关系为 $x(t) = 9t - 2t^3$ (SI 制). 则其在 1s 末的速度 = _____ m/s, 3s 末的加速度 = _____ m/s².

12. 汽车在半径为 200 m 的圆弧形公路上刹车, 刹车开始阶段的运动学方程为 $s(t) = 20t - 2t^3$ (SI 制). 则汽车在 $t = 1$ s 时的切向加速度 = _____ m/s², 法向加速度 = _____ m/s².

13. 如图所示, 一绳跨过一定滑轮, 其两端分别拴有质量为 m_1 和 m_2 的物体 ($m_1 > m_2$), m_1 静止在桌面上. 抬高 m_2 , 使绳处于松弛状态. 当 m_2 自由落下 h 后, 绳子才被拉紧. 则此时两物体的速度大小 $v =$ _____, m_1 能够上升的最大高度 $H =$ _____.



14. 一刚体对某轴的转动惯量为 J , 转动角速度为 ω , 则对该轴的角动量 $L =$ _____, 转动动能 $E_k =$ _____.

15. 单个质点的平衡条件为 _____, 单个刚体的平衡条件为 _____ 和 _____.

学号
姓名
专业
年级
院/系

三、计算题 (共 45 分)

16. (本题 10 分)

| | |
|----|--|
| 得分 | |
|----|--|

一根特殊的弹簧, 在伸长 x 时, 其弹性力之间的关系为 $F(x) = 8x + 0.6x^2$ (SI 制), 求当将弹簧从 $x = 0.5\text{m}$ 拉长至 $x = 1.0\text{m}$ 时, 外力需要克服弹性力所做的功.

17. (本题 10 分)

| | |
|----|--|
| 得分 | |
|----|--|

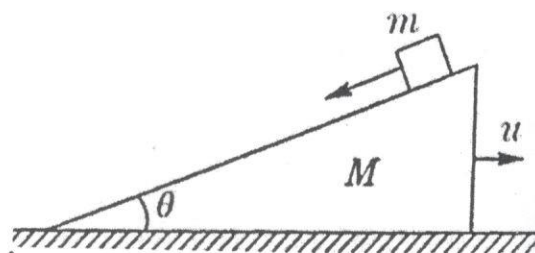
一质量为 m 的质点拴在细绳的一端, 绳的另一端固定. 让该质点在粗糙的水平面上作半径为 R 的圆周运动. 设质点初速率为 v_0 , 当它运行 2 周后, 其速率变为原来的一半. 求滑动摩擦系数 μ . (取重力加速度为 g)

18. (本题 25 分)

| | |
|----|--|
| 得分 | |
|----|--|

如图所示, 质量为 M , 倾角为 θ 的光滑斜面放置在光滑地面上, 质量为 m 的滑块沿斜面自由下滑, 其下落高度为 h 时, 斜面后退速度为 u , 设水平向左为 x 轴为正方向, 竖直向下为 y 轴正方向.

(1) 假设滑块相对斜面下滑的速度为 $v_{\text{相}}$, 根据绝对速度、相对速度和牵连速度之间的关系, 将滑块相对地面的水平速度 v_x 和竖直速度 v_y 用 θ , u 和 $v_{\text{相}}$ 表达出来. (6 分)



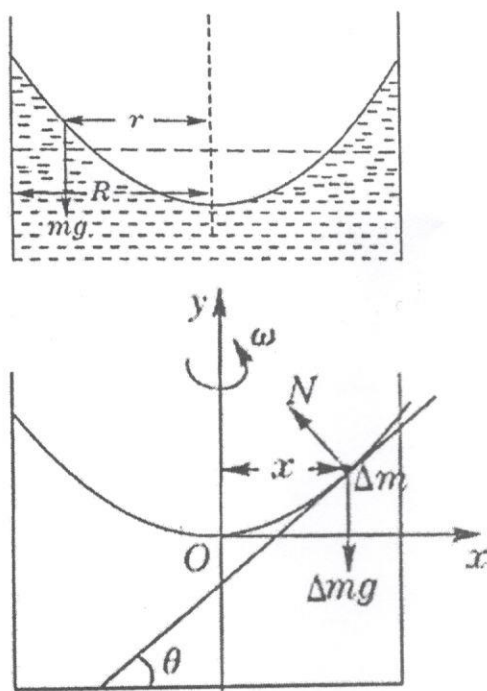
(2) 根据动量守恒将滑块相对地面的水平速度 v_x 和竖直速度 v_y 用 m 、 M 、 θ 和 u 表达出来。(10 分)

(3) 根据机械能守恒求出 u 随 h 的关系。(9 分)

| | |
|----|--|
| 得分 | |
|----|--|

四、证明题 (本题 15 分)

19. 当圆柱形容器内部盛上流体后, 让流体绕其轴线旋转, 可以看到液面由平面变为一抛物面. 在液面上取一个质元为 Δm , 分析其受力情况, 选用如图所示的坐标系, 通过牛顿力学证明: 盛在圆柱形容器内以角速度 ω 绕中心轴作匀速率旋转的流体, 其表面为一旋转抛物面, 即 $y = \frac{\omega^2}{2g} x^2$. (设重力加速度为 g)



安徽大学 20 20 —20 21 学年第 2 学期

《 大学物理 A（上） 》 期中考试参考答案及评分标准

一、选择题（每小题 2 分，共 20 分）

1-10 A C D A C A D B B D

二、填空题（每小题 4 分，共 20 分）

11. 3 , -36. （每空 2 分）

12. -12 , 0.98. （每空 2 分）

13. $\frac{m_2}{m_1+m_2}\sqrt{2gh}$, $\frac{m_2^2 h}{m_1^2 - m_2^2}$. （每空 2 分）

14. $J\omega$, $J\omega^2/2$. （每空 2 分）

15. 合力为零 , 合力为零 , 合外力矩为零. （第一空 2 分，余下每空 1 分. 写成合理的公式也对）

三、计算题（共 45 分）

16.（本题 10 分）

解: $A = \int_{0.5}^{1.0} F(x)dx = \int_{0.5}^{1.0} (8x + 0.6x^2)dx = (4x^2 + 0.2x^3)|_{0.5}^1 = 3.175J$ （10 分）

列出式子 6 分，解出结果 4 分.

17.（本题 10 分）

解: 根据动能定理, $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -\int_0^{4\pi R} f ds$ （6 分）

将 $v = v_0/2$ 和 $f = \mu mg$ 代入上式, 可解出 $\mu = \frac{3v_0^2}{32\pi Rg}$ （4 分）

18.（本题 25 分）

（1）**解:** 设 m 相对于地面的速度为 v , 则根据绝对速度、相对速度和牵连速度的关系有 $\vec{v} = \vec{v}_{\text{相}} + \vec{u}$, 设水平向左为 x 轴为正方向, 竖直向下为 y 轴正方向, 对则有

$$v_x = v_{\text{相}} \cos\theta - u \quad (3 \text{ 分})$$

$$v_y = v_{\text{相}} \sin\theta \quad (3 \text{ 分})$$

（2）**解:** 将 m 和 M 视为质点系, 在水平方向上不受外力作用, 该方向上动量守恒,

$$Mu = mv_x \quad (4 \text{ 分})$$

因此, $v_x = \frac{M}{m}u$ （2 分）

再根据（1）可得, $v_{\text{相}} = \frac{v_x + u}{\cos\theta}$, 于是

$$v_y = v_{\text{相}} \sin\theta = \frac{v_x + u}{\cos\theta} \sin\theta = (v_x + u) \tan\theta = \left(\frac{M}{m} + 1\right) u \tan\theta \quad (4 \text{ 分})$$

(3) 解: 根据机械能守恒有,

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Mu^2 = mgh \quad \text{或} \quad \frac{1}{2}m(v_x^2 + v_y^2) + \frac{1}{2}Mu^2 = mgh \quad (5 \text{ 分})$$

即, $\frac{1}{2}m\left\{\left(\frac{M}{m}u\right)^2 + \left[\left(\frac{M}{m} + 1\right)u \tan\theta\right]^2\right\} + \frac{1}{2}Mu^2 = mgh$, 于是

$$(m + M)\left[M + (m + M)\tan^2\theta\right]u^2 = 2m^2gh$$

$$u = \frac{m \cos\theta}{m + M} \sqrt{\frac{2(m + M)gh}{M + m \sin^2\theta}} \quad (4 \text{ 分})$$

四、证明题 (本题 15 分)

解: 在液面附近取一质元 Δm , 对其进行受力分析,

一个是支持力 N , 另一是重力 Δmg . 二者合力充当向心力.

N 的方向与过 Δm 所处点的切线方向垂直. 于是有

$$N \cos\theta = \Delta mg \quad (2 \text{ 分})$$

$$N \sin\theta = \Delta m \omega^2 x \quad (2 \text{ 分})$$

上述两式相比有

$$\tan\theta = \frac{\omega^2 x}{g} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{而} \quad \tan\theta = \frac{dy}{dx} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{于是有} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{\omega^2 x}{g} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{可解出} \quad y = \frac{\omega^2}{2g} x^2 + C. \text{ 当 } x = 0 \text{ 时, } y = 0. \text{ 得出 } C = 0. \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{即} \quad y = \frac{\omega^2}{2g} x^2$$

