

《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 _____

学号

姓名

专业

年级

院/系

线
装 订 线
超 勿 打
题 目 答 案
袋

题 号	一	二	三(16)	三(17)	三(18)	三(19)	三(20)	四(21)	总分
得 分									
阅卷人									

一、单选题 (每小题 2 分, 共 20 分)

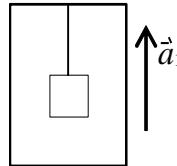
得分

1. 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 , 某一时间内的平均速度为 \bar{v} , 平均速率为 \bar{v} , 它们之间的关系必定有: ()

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

2. 在升降机天花板上拴有轻绳, 其下端系一重物, 当升降机以加速度 a_1 上升时, 绳中的张力正好等于绳子所能承受的最大张力的一半, 问升降机以多大加速度上升时, 绳子刚好被拉断? ()

- (A) $2a_1$. (B) $2(a_1+g)$.
 (C) $2a_1+g$. (D) a_1+g .



3. 质量为 20 g 的子弹沿 X 轴正向以 500 m/s 的速率射入一木块后, 与木块一起仍沿 X 轴正向以 50 m/s 的速率前进, 在此过程中木块所受冲量的大小为 ()

- (A) 9 N·s. (B) -9 N·s. (C) 10 N·s. (D) -10 N·s.

4. 一个质点同时在几个力作用下的位移为:

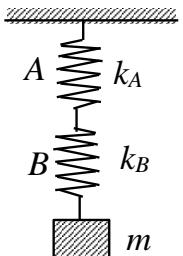
$$\Delta\vec{r} = 4\vec{i} - 5\vec{j} + 6\vec{k} \text{ (SI)}$$

其中一个力为恒力 $\vec{F} = -3\vec{i} - 5\vec{j} + 9\vec{k}$ (SI), 则此力在该位移过程中所作的功为 ()

- (A) -67 J. (B) 17 J. (C) 67 J. (D) 91 J.

5. A 、 B 二弹簧的劲度系数分别为 k_A 和 k_B , 其质量均忽略不计. 今将二弹簧连接起来并竖直悬挂, 如图所示. 当系统静止时, 二弹簧的弹性势能 E_{PA} 与 E_{PB} 之比为 ()

- (A) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_A}{k_B}$. (B) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_A^2}{k_B^2}$.



(C) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_B}{k_A}$.

(D) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_B^2}{k_A^2}$.

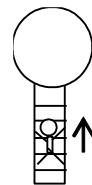
6. 空中有一气球，下连一绳梯，它们的质量共为 M . 在梯上站一质量为 m 的人，起始时气球与人均相对于地面静止. 当人相对于绳梯以速度 v 向上爬时，气球的速度为（以向上为正）
（ ）

(A) $-\frac{mv}{m+M}$.

(B) $-\frac{Mv}{m+M}$.

(C) $-\frac{mv}{M}$.

(D) $-\frac{(m+M)v}{m}$.



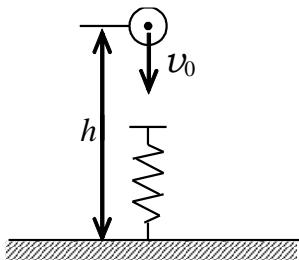
7. 一轻弹簧竖直固定于水平桌面上. 如图所示，小球从距离桌面高为 h 处以初速度 v_0 落下，撞击弹簧后跳回到高为 h 处时速度仍为 v_0 ，以小球为系统，则在这一整个过程中小球的
（ ）

(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.



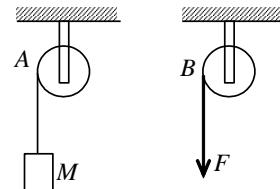
8. 如图所示， A 、 B 为两个相同的绕着轻绳的定滑轮. A 滑轮挂一质量为 M 的物体， B 滑轮受拉力 F ，而且 $F = Mg$. 设 A 、 B 两滑轮的角加速度分别为 β_A 和 β_B ，不计滑轮轴的摩擦，则有
（ ）

(A) $\beta_A = \beta_B$.

(B) $\beta_A > \beta_B$.

(C) $\beta_A < \beta_B$.

(D) 开始时 $\beta_A = \beta_B$ ，以后 $\beta_A < \beta_B$.



9. 有两个力作用在一个有固定转轴的刚体上：
（ ）

(1) 这两个力都平行于轴作用时，它们对轴的合力矩一定是零；

(2) 这两个力都垂直于轴作用时，它们对轴的合力矩可能是零；

(3) 当这两个力的合力为零时，它们对轴的合力矩也一定是零；

(4) 当这两个力对轴的合力矩为零时，它们的合力也一定是零.

在上述说法中，

(A) 只有(1)是正确的.

(B) (1)、(2)正确，(3)、(4) 错误.

(C) (1)、(2)、(3) 都正确，(4)错误.

(D) (1)、(2)、(3)、(4)都正确.

10. 关于刚体对轴的转动惯量，下列说法中正确的是
（ ）

(A) 只取决于刚体的质量，与质量的空间分布和轴的位置无关.

(B) 取决于刚体的质量和质量的空间分布，与轴的位置无关.

(C) 取决于刚体的质量、质量的空间分布和轴的位置.

(D) 只取决于转轴的位置，与刚体的质量和质量的空间分布无关.

得分

二、填空题(每小题 4 分, 共 20 分)

11. 一质点作半径为 0.1 m 的圆周运动, 其角位置的运动学方程为:

$$\theta = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2}t^2 \quad (\text{SI})$$

则其切向加速度为 $a_t = \underline{\hspace{10mm}}$.

12. 质量为 m 的小球, 用轻绳 AB 、 BC 连接, 如图, 其中 AB 水平.

剪断绳 AB 前后的瞬间, 绳 BC 中的张力比

$$T : T' = \underline{\hspace{10mm}}.$$

13. 如图所示, 质量为 m 的子弹以水平速度 \bar{v}_0 射入静止的木

块并陷入木块内, 设子弹入射过程中木块 M 不反弹, 则墙壁

对木块的冲量= $\underline{\hspace{10mm}}$.

14. 一长为 l , 质量可以忽略的直杆, 可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直平面

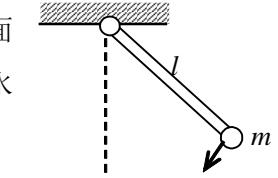
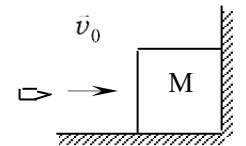
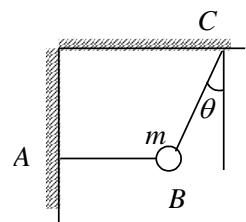
内作定轴转动, 在杆的另一端固定着一质量为 m 的小球, 如图所示. 现将杆由水

平位置无初转速地释放. 则杆刚被释放时的角加速度 $\beta_0 = \underline{\hspace{10mm}}$,

杆与水平方向夹角为 60° 时的角加速度 $\beta = \underline{\hspace{10mm}}$.

15. 质量为 M 的车以速度 v_0 沿光滑水平地面直线前进, 车上的人将一质量为 m 的物体相对于车以速度

u 竖直上抛, 则此时车的速度 $v = \underline{\hspace{10mm}}$.

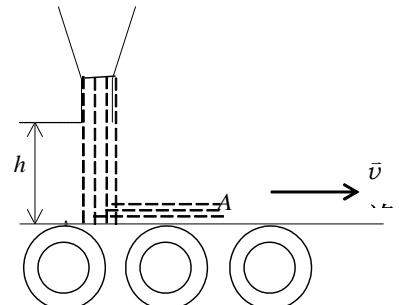


三、计算题(共 52 分)

16. (共 10 分) 一质点沿 x 轴做直线运动, 其加速度为 $a=20+4x$. 已知 $t=0$ 时, 质点位于坐标原点, 速度为 $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 求质点的运动方程.

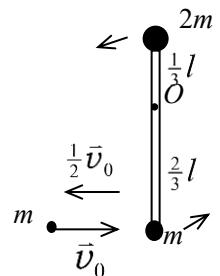
17. (共 10 分) 公路的转弯处是一半径为 R 的圆形弧线, 其内外坡度是按车速 V_1 设计的, 此时轮胎不受路面左右方向的力. 雪后公路上结冰, 若汽车以 V_2 的速度行驶, 问车胎与路面间的摩擦系数至少多大, 才能保证汽车在转弯时不滑出公路?

18. (共 10 分) 如图, 用传送带 A 输送煤粉, 料斗口在 A 上方高 h 处, 煤粉自料斗口自由落在 A 上. 设料斗口连续卸煤的流量为 q_m , A 以 v 的水平速度匀速向右移动. 求装煤的过程中, 煤粉对 A 的作用力的大小和方向. (不计相对传送带静止的煤粉质重)



19. (共 12 分) 一链条总长为 l , 质量为 m , 放在桌面上, 并使其部分下垂, 下垂一段的长度为 a . 设链条与桌面之间的滑动摩擦系数为 μ . 令链条由静止开始运动, 则

- (1) 到链条刚离开桌面的过程中, 摩擦力对链条作了多少功?
 - (2) 链条刚离开桌面时的速率是多少?
20. (共 10 分) 如图所示, 长为 l 的轻杆, 两端各固定质量分别为 m 和 $2m$ 的小球, 杆可绕水平光滑固定轴 O 在竖直面内转动, 转轴 O 距两端分别为 $\frac{1}{3}l$ 和 $\frac{2}{3}l$. 轻杆原来静止在竖直位置. 今有一质量为 m 的小球, 以水平速度 \vec{v}_0 与杆下端小球 m 作对心碰撞, 碰后以 $\frac{1}{2}\vec{v}_0$ 的速度返回, 试求碰撞后轻杆所获得的角速度.



四、简答题 (8 分)

得分

21. 一单摆, 在摆动过程中, 若不计空气阻力, 摆球的动能、动量、机械能以及对悬点的角动量是否守恒? 为什么?

磬苑大学 2023—2024 学年第 2 学期

《大学物理 A (上)》期中考试试卷参考答案及评分标准

一、选择题（每小题 2 分，共 20 分）

1-5. D C A C C ; 6-10. A A C B C

二、填空题（每小题 4 分，共 20 分）

11. 0.1 m/s^2 . 12. $1/\cos^2 \theta$. 13. $-mv_0$ (写成矢量给分). 14. g/l : $g/(2l)$ 15. v_0 .

三、计算题（共 52 分）

16. (10 分)

$$\text{解: } a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx} \quad (3 \text{ 分})$$

积分得: $v = 2(x + 5)$ (2 分)

又因为 $v = \frac{dx}{dt}$ 所以 $\frac{dx}{dt} = 2(x + 5)$, 分离变量并积分得: (2 分)

$$\ln \frac{x+5}{5} = 2t, \text{ 即 } x = 5(e^{2t} - 1) \quad (3 \text{ 分})$$

17. (10 分)

解: (1)先计算公路路面倾角 θ .

设计时轮胎不受路面左右方向的力, 而法向力应在水平方向上. 因而有

$$N \sin \theta = mv_1^2 / R$$

$$N \cos \theta = mg$$

$$\therefore \tan \theta = \frac{v_1^2}{Rg} \quad (2 \text{ 分})$$

(2)当 $v_2 < v_1$ 时, 有横向向内运动趋势, 轮胎与地面间有摩擦力, 最大值为 $\mu N'$, (N' 为该时刻地面对车的支持力)

$$N' \sin \theta - \mu N' \cos \theta = mv_2^2 / R$$

$$N' \cos \theta - \mu N' \sin \theta = mg$$

$$\therefore \mu = \frac{Rg \sin \theta - v_2^2 \cos \theta}{v_2^2 \sin \theta + Rg \cos \theta} \quad (2 \text{ 分})$$

将 $\tan \theta = \frac{v_1^2}{Rg}$ 代入得,

$$\mu = \frac{v_1^2 - v_2^2}{v_2^2 v_1^2 + Rg} \cdot$$

(2 分)

当 $v_2 > v_1$ 时, 有横向向外运动趋势,

$$N' \sin \theta + \mu N' \cos \theta = mv_2^2 / R$$

$$N' \cos \theta = \mu N' \sin \theta + mg \quad (2 \text{ 分})$$

$$\mu = \frac{v_2^2 \cos \theta - Rg \sin \theta}{v_2^2 \sin \theta + Rg \cos \theta}$$

可得:

$$\mu = \frac{v_2^2 - v_1^2}{\frac{v_2^2 v_1^2}{Rg} + Rg} \quad (2 \text{ 分})$$

18. (10 分) 解: 煤粉自料斗口下落, 接触传送带前具有竖直向下的速度

$$v_0 = \sqrt{2gh} \quad (2 \text{ 分})$$

设煤粉与 A 相互作用的 Δt 时间内, 落于传送带上的煤粉质量为

$$\Delta m = q_m \Delta t \quad (2 \text{ 分})$$

设 A 对煤粉的平均作用力为 \bar{f} , 由动量定理分量式:

$$\begin{aligned} f_x \Delta t &= \Delta m v - 0 \\ f_y \Delta t &= 0 - (-\Delta m v_0) \end{aligned} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{将 } \Delta m = q_m \Delta t \text{ 代入得 } f_x = q_m v, \quad f_y = q_m v_0$$

$$\therefore f = q_m \sqrt{V^2 + 2gh}$$

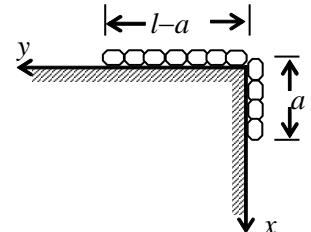
$$\bar{f} \text{ 与 } x \text{ 轴正向夹角为 } \alpha = \arctg(f_x/f_y) \quad (2 \text{ 分})$$

由牛顿第三定律, 煤粉对 A 的作用力 $f' = f$. (2分)

19. (12 分)

(1) 建立如图坐标.

某一时刻桌面上全链条长为 y , 则摩擦力大小为



$$f = \mu m \frac{y}{l} g \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{摩擦力的功} \quad W_f = \int_{l-a}^0 f dy = \int_{l-a}^0 \mu \frac{m}{l} g y dy$$

$$= \frac{\mu m g}{2l} y^2 \Big|_{l-a}^0 = - \frac{\mu m g}{2l} (l-a)^2 \quad (3 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 以链条为对象, 应用质点的动能定理} \quad \sum W = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$\text{其中} \quad \sum W = W_P + W_f, \quad v_0 = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$W_P = \int_a^l P dx = \int_a^l \frac{mg}{l} x dx = \frac{mg(l^2 - a^2)}{2l} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由上问知} \quad W_f = - \frac{\mu m g (l-a)^2}{2l}$$

$$\text{所以} \quad \frac{mg(l^2 - a^2)}{2l} - \frac{\mu m g}{2l} (l-a)^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{得} \quad v = \sqrt{\frac{g}{l} [(l^2 - a^2) - \mu(l-a)^2]} \quad (3 \text{ 分})$$

20. (10 分)

解：将杆与两小球视为一刚体，水平飞来小球与刚体视为一系统。

由角动量守恒得

$$mv_0 \frac{2l}{3} = -m \frac{v_0}{2} \frac{2l}{3} + J\omega \quad (\text{逆时针为正向}) \quad ① \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{又} \quad J = m\left(\frac{2l}{3}\right)^2 + 2m\left(\frac{l}{3}\right)^2 \quad ② \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{将} ② \text{ 代入} ① \text{ 得} \quad \omega = \frac{3v_0}{2l} \quad (2 \text{ 分})$$

四、简答题（共 8 分）

21. 答：(1) 因为重力对小球做功，故它的动能不守恒。 (2 分)
(2) 因为小球受有张力与重力并且合力不为零，故它的动量不守恒。 (2 分)
(3) 因绳张力不做功，也不计非保守力的功，故单摆和地球组成的系统机械能守恒。 (若讨论其他系统，正确也给分) (2 分)
(4) 因小球受的重力矩（对悬点）不为零，故小球对悬点的角动量不守恒。 (2 分)