

# 磐苑大学 2023—2024 学年第 二 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)	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  $\bar{\vec{v}}$ , 平均速率为  $\bar{v}$ , 它们之间的关系必定有: ( )

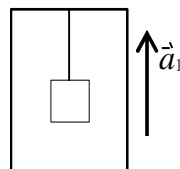
(A)  $|\vec{v}| = v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$ . (B)  $|\vec{v}| \neq v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$ .

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

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:

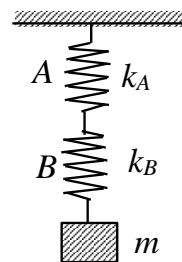
$$\Delta \vec{r} = 4\vec{i} - 5\vec{j} + 6\vec{k} \text{ (SI)}$$

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 ( )

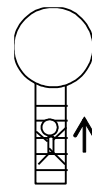
(A)  $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_A}{k_B}$ . (B)  $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_A^2}{k_B^2}$ .



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

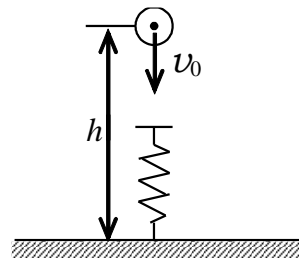
6. 空中有一气球，下连一绳梯，它们的质量共为  $M$ 。在梯上站一质量为  $m$  的人，起始时气球与人均相对于地面静止。当人相对于绳梯以速度  $v$  向上爬时，气球的速度为（以向上为正）（ ）

(A)  $-\frac{mv}{m+M}$ . (B)  $-\frac{Mv}{m+M}$ .  
(C)  $-\frac{mv}{M}$ . (D)  $-\frac{(m+M)v}{m}$ .



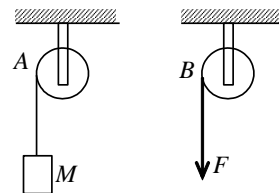
7. 一轻弹簧竖直固定于水平桌面上。如图所示，小球从距离桌面高为  $h$  处以初速度  $v_0$  落下，撞击弹簧后跳回到高为  $h$  处时速度仍为  $v_0$ ，以小球为系统，则在这一整个过程中小球的（ ）

- (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  $\beta_A$  和  $\beta_B$ ，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。

## 二、填空题(每小题 4 分, 共 20 分)

11. 一质点作半径为  $0.1 \text{ m}$  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  $a_t =$  \_\_\_\_\_.

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

$T:T' =$  \_\_\_\_\_.

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

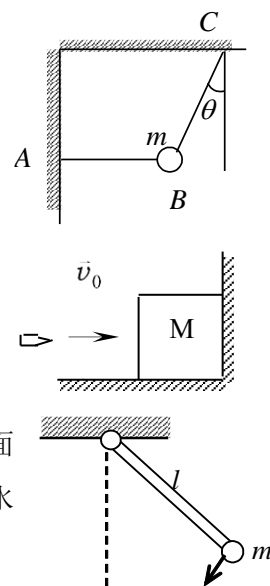
块并陷入木块内, 设子弹入射过程中木块  $M$  不反弹, 则墙壁

对木块的冲量=\_\_\_\_\_.

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  $\beta_0 =$  \_\_\_\_\_,

杆与水平方向夹角为  $60^\circ$  时的角加速度  $\beta =$  \_\_\_\_\_.

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  $v =$  \_\_\_\_\_.



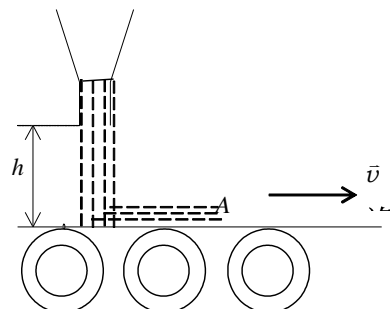
得分

## 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)



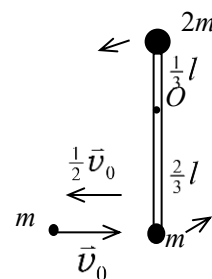
19. (共 12 分) 一链条总长为  $l$ , 质量为  $m$ , 放在桌面上, 并使其部分下垂, 下垂一段的长度为  $a$ . 设链条与桌面之间的滑动摩擦系数为  $\mu$ . 令链条由静止开始运动, 则

(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?

# 警苑大学 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.  $0.1 \text{ m/s}^2$ .          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）

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

$$\text{积分得: } v = 2(x+5) \quad (2 \text{ 分})$$

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

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

17.（10 分）

解: (1)先计算公路路面倾角  $\theta$ .

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

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

$$N \cos \theta = mg$$

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

(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)

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

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

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

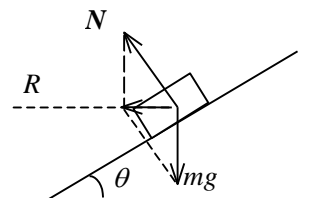
将  $\tan \theta = \frac{v_1^2}{Rg}$  代入得,

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

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:

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

(2 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

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

(2 分)

设煤粉与 A 相互作用的  $\Delta t$  时间内, 落于传送带上的煤粉质量为

$$\Delta m = q_m \Delta t$$

(2 分)

设 A 对煤粉的平均作用力为  $\bar{f}$ , 由动量定理分量式:

$$f_x \Delta t = \Delta m v - 0$$

$$f_y \Delta t = 0 - (-\Delta m v_0)$$

(2 分)

将  $\Delta m = q_m \Delta t$  代入得  $f_x = q_m v$ ,  $f_y = q_m v_0$

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

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

(2 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

$$f = \mu m \frac{y}{l} g$$

(2 分)

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

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

(3 分)

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

其中

$$\Sigma W = W_P + W_f, \quad v_0 = 0$$

(2 分)

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

(2 分)

由上问知

$$W_f = -\frac{\mu m g (l-a)^2}{2l}$$

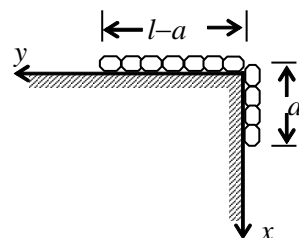
所以

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

得

$$v = \sqrt{\frac{g}{l} [(l^2 - a^2) - \mu(l-a)^2]}^{1/2}$$

(3 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

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

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

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

#### 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)