

# 武汉大学 2020 -2021 学年第二学期

## 大学物理 C1（上）期末试卷 （A 卷）

学院\_\_\_\_\_学号\_\_\_\_\_姓名\_\_\_\_\_成绩\_\_\_\_\_.

考试形式: \_\_\_\_\_闭卷\_\_\_\_\_ 考试时间长度: \_\_\_\_\_120\_\_\_\_\_分钟

### 一、选择题（每小题 3 分，共 30 分）

1. 一质量  $m=2\text{kg}$  的物体沿  $x$  轴运动，其加速度为  $\vec{a}=(5+3x^2)\vec{i} \text{ (m/s}^2\text{)}$ 。在  $0 \rightarrow 2\text{m}$  米内，其所受合外力做的功为[ ] J。

(A) 12 (B) 24 (C) 36 (D) 48

2. 一处于静止状态的质量  $m=1\text{kg}$  的物体，在力  $\vec{F}=(3+2t)\vec{i} \text{ (N)}$  的作用下开始运动，则在  $t=3\text{s}$  秒时，物体的动量大小为[ ]  $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

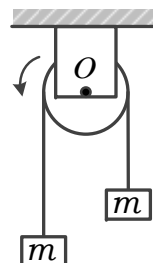
(A) 12 (B) 14 (C) 16 (D) 18

3. 一飞轮绕固定转轴作变速转动，已知飞轮上两点  $P_1$  和  $P_2$  到转轴的距离分别为  $d_1$  和  $2d_1$ ，则任意时刻  $P_1$  和  $P_2$  两点处质元的加速度大小的比值  $a_1/a_2$  为[ ]

(A) 1/2 (B) 1/4 (C) 2/1 (D) 4/1

4. 如图所示，一质量为  $M$  的定滑轮，可绕光滑水平轴转动，一轻绳跨过定滑轮，绳的两端分别挂有质量均为  $m$  的物体，且绳与轮之间无相对滑动。若某时刻滑轮正沿逆时针方向转动，则绳中的张力大小是 [ ]

(A) 左边大于右边 (B) 处处相等  
(C) 右边大于左边 (D) 无法判断



5. 一个质点同时参与两个同方向同频率的简谐振动，其振动表达式分别为

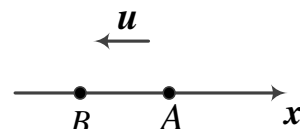
$$x_1 = \sqrt{3} \cos(5t + \pi/2) \text{ cm} \quad x_2 = \cos(5t + \pi) \text{ cm}$$

则该质点合振动的表达式为 [ ]。

(A)  $x = 0.73 \cos(5t + \pi/2) \text{ cm}$  (B)  $x = 2.73 \cos(5t + \pi/2) \text{ cm}$

(C)  $x = 2.0 \cos(5t + 3\pi/4) \text{ cm}$  (D)  $x = 2.0 \cos(5t + 2\pi/3) \text{ cm}$

6. 如图所示，一平面简谐波以  $u=10\text{m/s}$  的速度向  $x$  轴负向传播，已知  $A$  点的振动方程为  $y_A = 0.03 \cos 4\pi t \text{ (SI)}$ ， $B$  点与  $A$  点相距为  $0.1\text{m}$ 。以  $B$  点为坐标原点，其波动方程为[ ]



(A)  $y = 0.03 \cos[4\pi(t - \frac{x-0.1}{10})] \text{ (SI)}$  (B)  $y = 0.03 \cos[4\pi(t - \frac{x+0.1}{10})] \text{ (SI)}$

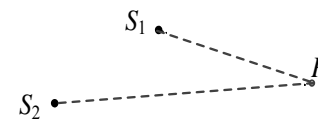
(C)  $y = 0.03 \cos[4\pi(t + \frac{x-0.1}{10})] \text{ (SI)}$  (D)  $y = 0.03 \cos[4\pi(t + \frac{x+0.1}{10})] \text{ (SI)}$

7. 一平面简谐波在弹性媒质中传播，在某一时刻，一质元正处在波谷处，则该质元 [ ]

(A) 动能为零，势能最大 (B) 动能最大，势能最大

(C) 动能为零，势能为零 (D) 动能最大，势能为零

8. 如图所示， $S_1$  和  $S_2$  为两相干波源，发出波长为  $\lambda$  的简谐波， $P$  为两列波相遇区域内的一点。已知  $\overline{S_1P} = 12\lambda$ ， $\overline{S_2P} = 20.5\lambda$ ，且两列波在  $P$  点产生相消干涉。若  $S_1$  的振动表达式为  $y_1 = A \cos(10\pi t + \pi/3)$ ，则  $S_2$  可能的振动表达式为[ ]。



(A)  $y_2 = 2A \cos(10\pi t + 2\pi/3)$  (B)  $y_2 = A \cos(10\pi t + \pi/3)$

(C)  $y_2 = A \cos(10\pi t + \pi)$  (D)  $y_2 = 2A \cos(10\pi t + 4\pi/3)$

9. 一宇宙飞船以速率  $v = \frac{c}{3}$  匀速飞离地球，在某时刻飞船向其运动前方发射了一枚探测器，

飞船上的宇航员者测得探测器的速率为  $\frac{c}{4}$ 。假设探测器的发射不改变飞船的速率  $v$ ，则

在地面上观测，探测器的速率为 [ ]

(A)  $c/12$  (B)  $7c/13$  (C)  $7c/12$  (D)  $c/4$

10. 正电荷  $Q$  均匀分布在长度为  $a$  的玻璃细棒上，细棒延长线上的  $P$  点与细棒一端距离为  $a$ ，则  $P$  点的电势为 [ ]。

(A)  $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 a}$  (B)  $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$  (C)  $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 a} \ln 2$  (D)  $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a} \ln 2$

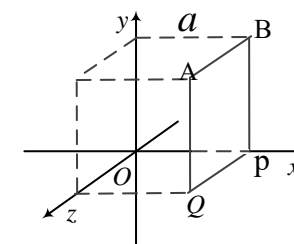
### 二、填空题（每小题 3 分，共 21 分）

11. 质量为  $m$  的质点，在  $Oxy$  平面内运动，其运动方程为  $\vec{r}(t) = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$ ，则在任意时刻，质点受到的合外力为\_\_\_\_\_。

12. 一颗在轨人造地球卫星，其近地点的高度为  $h_1$ ，远地点高度为  $h_2$ 。已知地球半径为  $R$ ，质量为  $M$ ，万有引力常量为  $G$ 。若该卫星在近地点的速率为  $v_1$ ，则它在远地点的速率  $v_2$  = \_\_\_\_\_。若该卫星的质量为  $m$ ，则卫星的机械能的大小为\_\_\_\_\_。

13. 将一个静止质量为  $m_0$  的粒子从静止加速到速率为  $0.8c$  所需做的功等于\_\_\_\_\_。

14. 如图所示，平面  $ABPQ$  是边长为  $a$  的立方体的一个面，若立方体附近空间的电场强度为  $\vec{E} = bx\vec{i} \text{ (SI)}$ ，则电场强度对该平面的通量为\_\_\_\_\_。

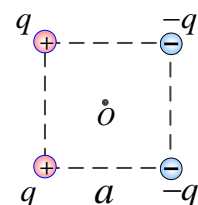


15. 一列平面简谐波的波函数为  $y_\lambda(x, t) = 2.0 \times 10^{-2} \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}x\right) \text{ (SI)}$ ，该波在  $x=0$

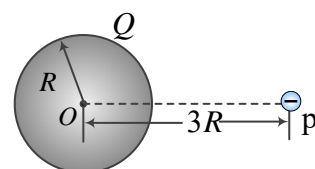
处的固定端反射，假设反射时波的能量被全部反射，则反射波的波函数为：

$y_{\text{反}}(x,t) = \underline{\hspace{2cm}}$  (SI)；叠加后形成的驻波波节的位置坐标为  $\underline{\hspace{2cm}}$  (SI)。

16. 如图，在边长为  $a$  的正方形的四个顶点处有电量分别为  $q$  和  $-q$  的四个点电荷，则正方形中心  $O$  点处的电势为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ，电场强度的大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ，方向为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



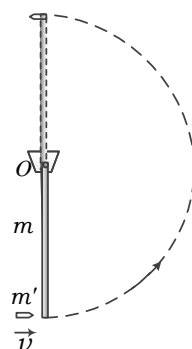
17. 如图，半径为  $R$  的均匀带电球面，带电量为  $Q$ ，在离球心距离为  $3R$  的  $P$  点有一带电量为  $-q$  的点电荷（点电荷对带电球面电荷分布的影响可忽略不计），则点电荷对带电球面的作用力大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ，方向为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



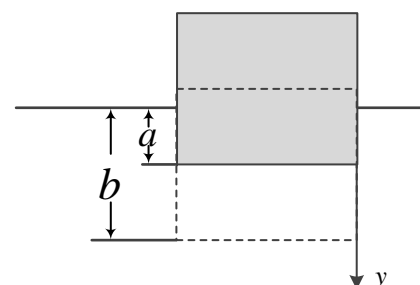
### 三、计算题（5 小题，共 49 分）

18.（本题 10 分）一长为  $l$ ，质量为  $m$  的匀质细竿可绕过支点  $O$  的水平光滑固定轴自由转动。一质量为  $m' = \frac{1}{3}m$  的子弹水平射入并留在自由下垂的竿的下端处，使竿刚好能摆动至轴的正上方。设子弹射入到停在竿内时间极短。求：

- (1) 子弹射入竿内后瞬间与竿一起摆动的角速度  $\omega$ ；
- (2) 子弹的初速率  $v$ 。



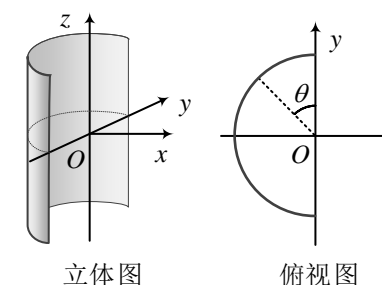
19.（本题 10 分）一长方体物块静止漂浮在平静的湖面上，其浸入水中部分的高度为  $a$ ，现在将其沿竖直方向慢慢压下，使其浸入水中部分的高度变为  $b$ ，然后放手任其运动（空气阻力可忽略不计），若取放手时为计时零点，垂直水面向下为  $y$  轴正方向，求其运动方程？



20.（本题 9 分）一直隧道长为  $L=100\text{ m}$ ，一爱因斯坦号列车以速度  $v=0.8c$  匀速穿过隧道。（1）若从列车上观测，隧道长为多少？（2）设列车的长度为  $l_0=180\text{ m}$ ，从列车上观测，车厢全部通过隧道需要多少时间？

（3）当列车进入隧道前，列车司机同时打开了车头和车尾的信号灯。地面上的观测者观测到两信号灯打开这两个事件的时间间隔  $\Delta t$  和空间间隔  $\Delta x$  分别是多少？

21.（本题 10 分）真空中有半径为  $R$  的无限长带电半圆柱面，其面电荷密度与  $\theta$  有关，即  $\sigma = \sigma_0 \sin \theta$ ，式中  $\sigma_0$  是一个正的常数，如图所示。试求：半圆柱面中部轴线上  $O$  点的电场强度。



22.（本题 10 分）如图所示，在一半径为  $R_1$  的金属球 A 外面套有一个同心的半径为  $R_2$  的薄金属球壳 B。设球 A 带有电荷  $Q$ ，球壳 B 带有电荷  $-Q$ 。试求：

- （1）空间各区域的场强分布；
- （2）空间各区域的电势分布；
- （3）储存在电场中的总能量。

