

华中农业大学本科课程考试试卷

考试课程： 大学物理学 A

试卷类型： 期中

学年学期： 2019-2020-2

考试说明

本试卷答题位置在问卷星上，如果考生仅有一部手机，可以先在纸上记录每题的题号和答案，然后依次填入问卷星网页对应位置。

华中农业大学理学院物理系
2020 年 4 月

一、 判断题

判断下列命题正误，并选择【对】或【错】。每小题 2 分，共计 10 分。

1. 质点的瞬时速度只可能有切向分量，法向分量恒为零。
2. 惯性力是惯性参考系中测出的力，在非惯性系中测不出惯性力。
3. 质点系相对定点的角动量等于将其所有质量集中于质心时质心相对定点的角动量。
4. 两个同频率的简谐振动的相位差为 2π 的整数倍，则它们是同相的。
5. 某系统达到平衡态后，其宏观态和微观态都不随时间变化。

二、 单项选择题

从下列各题的四个备选答案中选出一个最佳答案，每小题 3 分，共计 30 分。

6. 以下关于质点运动的叙述正确的是（ ）
 - A. 如果质点切向加速度为零，法向加速度不为零，则质点作圆周运动。
 - B. 如果质点切向加速度为零，法向加速度不为零，则质点作直线运动。
 - C. 如果质点加速度为零，质点可以作匀速圆周运动。
 - D. 如果质点加速度方向不变，质点速度方向可以

改变。

7. 已知一质点在 $t=0$ 时位于原点，由静止出发，它的加速度是 $\mathbf{a} = 2\mathbf{i} + t\mathbf{j}$ (SI 制)，则 $t=2\text{ s}$ 时质点的速度、位矢分别是 () (SI 制)
- A. $\mathbf{v} = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$ 、 $\mathbf{r} = 4\mathbf{i} + \frac{4}{3}\mathbf{j}$
- B. $\mathbf{v} = 4\mathbf{i} + 2\mathbf{j}$ 、 $\mathbf{r} = 4\mathbf{i} + \frac{4}{3}\mathbf{j}$
- C. $\mathbf{v} = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$ 、 $\mathbf{r} = \frac{4}{3}\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$
- D. $\mathbf{v} = 4\mathbf{i} + 2\mathbf{j}$ 、 $\mathbf{r} = \frac{4}{3}\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$
8. 对刚体的定轴转动，以下说法正确的是 ()
- A. 刚体所受合外力平行于转轴，则刚体的角加速度必不为零。
- B. 刚体所受合外力垂直于转轴，则刚体的角加速度必不为零。
- C. 刚体所受合外力矩平行于转轴，则刚体的角加速度必不为零。
- D. 刚体所受合外力矩垂直于转轴，则刚体的角加速度必不为零。
9. 一飞轮转速 $n = 1200$ 转/分钟，受到制动后均匀地减速，经 20 秒后静止。则飞轮从开始制动到静止所转过的转数为 ()
- A. 200 B. 400 C. 600 D. 800
10. 半径为 R 、质量为 M 的水平匀质圆盘形转台，绕通过其中心的光滑竖直轴以匀角速度 ω_0 转动，此时有一质量为 m 的人站在转台边缘。当此人沿半径向内走到转台中心时，转台的角速度为 ()

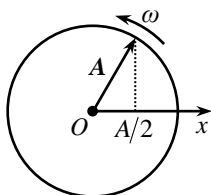
A. $\left(1 - \frac{m}{M}\right)\omega_0$

B. $\left(1 + \frac{m}{M}\right)\omega_0$

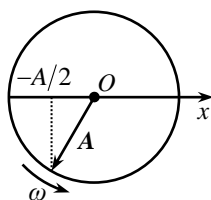
C. $\left(1 - \frac{2m}{M}\right)\omega_0$

D. $\left(1 + \frac{2m}{M}\right)\omega_0$

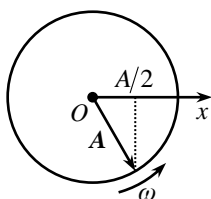
11. 一个质点作简谐运动，振幅为 A ，起始时刻质点的位移为 $-\frac{A}{2}$ ，且向 x 轴负方向运动，代表此简谐运动的旋转矢量为（ ）



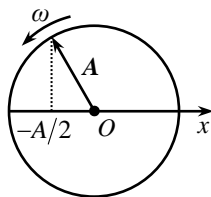
A



B



C



D

12. 一平面简谐波在弹性介质中传播时，某一时刻介质中某质元在负的最大位移处，则它的（ ）
- A. 动能为零，势能最大。
 - B. 动能为零，势能为零。
 - C. 动能最大，势能最大。
 - D. 动能最大，势能为零。
13. 处于平衡状态的一瓶氦气和一瓶氮气，它们质量密度相同、分子平均平动动能相同，则它们（ ）
- A. 温度，压强均不相同。

- B. 温度相同，但氦气压强大于氮气的压强。
 C. 温度，压强都相同。
 D. 温度相同，但氦气压强小于氮气的压强。
14. 一定量的理想气体贮于某一容器中，气体温度为 T ，气体分子的质量为 m_0 。根据等概率统计假设，分子速度在 x 方向分量的平方的平均值为 ()
- A. $\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ B. $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ C. $\frac{3kT}{m_0}$ D. $\frac{kT}{m_0}$
15. 如果 v 表示分子的速率， $f(v)$ 为麦克斯韦速率分布率，则 $\int_{v_1}^{v_2} f(v)dv / \int_0^{\infty} f(v)dv$ 表示 ()
- A. 速率在 $v_1 \sim v_2$ 区间的分子数与总分子数之比。
 B. 速率在 $v_1 \sim v_2$ 区间的分子的平均速率。
 C. 速率在 $v_1 \sim v_2$ 区间的分子数。
 D. 速率在 $v_1 \sim v_2$ 区间的分子数密度。

三、 填空题

根据题意，在横线上填写合适的文字。每小题 2 分，共计 10 分。

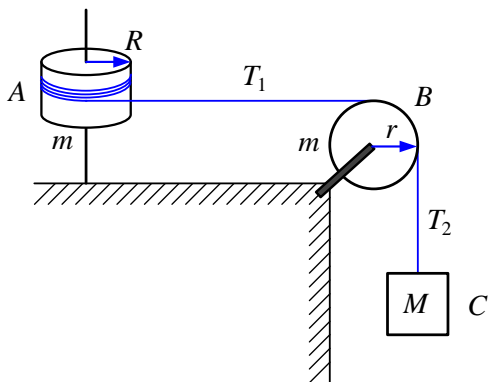
16. 分别在两个不同的惯性系 A、B 中观察同一个质点的运动，测得质点的加速度_____（填相同、不同或无法确定）。
17. 质量较大的刚体，其转动惯量_____（填较大、较小或质量分布和转轴位置未知，无法确定）。
18. 复杂的周期振动_____看着由多个简谐振动叠加而成。（填可以、不可以或不一定可以）。

19. 同方向、同频率，但振幅不相等的两简谐振动合成后_____简谐振动（填是、不是或不一定是）。
20. 密容器瓶内的气温由 T_1 升高到 T_2 时，则气体分子的平均自由程_____（填增大、减小或不变）。

四、 计算题 I

部分解答过程已经分小题号列出，请你选择每小题的最佳选项。共计 20 分。

如图所示，一半径为 R 、质量为 m 的匀质圆柱体 A ，可绕通过其中心的光滑竖直轴转动。一根轻绳密绕在圆柱体侧面上，然后跨过滑轮 B ，系在一质量为 M 的物体 C 上，物体 C 下落。设滑轮 B 是质量为 m 、半径为 r 的匀质圆盘，其转轴无摩擦。设细绳不可伸长，且与圆柱体、滑轮无相对滑动。



21. 设轻绳的水平段、竖直段中的张力大小分别为 T_1 、 T_2 ，则（ ）（2分）
 A. $T_1 = T_2$ B. $T_1 < T_2$ C. $T_1 > T_2$
22. 圆柱体 A 所受合外力矩（相对其转轴）大小为（ ）（2分）

A. T_1 B. $T_1 R$ C. $2T_1 R$ D. 0

23. 滑轮 B 所受合外力矩（相对其转轴）大小为（ ）
(3 分)

A. $-T_1 r + T_2 r$ B. $T_1 r + T_2 r$
C. $-T_1 r + Mgr$ D. $T_1 r + Mgr$

24. 设物体 C 的加速度大小为 a_C ，以下方程正确的是
() (3 分)

A. $T_2 + Mg = Ma_C$ B. $T_2 - Mg = 0$
C. $T_2 - Mg = Ma_C$ D. $Mg - T_2 = Ma_C$

25. 设圆柱体 A 、滑轮 B 的角加速度大小分别为 α_A 、 α_B ，
物体 C 的加速度大小为 a_C ，以下方程正确的有
() (多选，3 分)

A. $\alpha_A = Ra_C$ B. $\alpha_A = a_C / R$
C. $\alpha_B = ra_C$ D. $\alpha_B = a_C / r$

26. 设物体 C 的加速度大小为 a_C ，则 a_C 的值为（ ）
(3 分)

A. $\frac{M}{M+m}g$ B. $\frac{M}{M+2m}g$
C. $\frac{2M}{M+m}g$ D. 0

27. 将圆柱体 A 、滑轮 B 、物体 C 视为一个系统，该系统
() (2 分)

A. 动量守恒 B. 角动量守恒
C. 机械能守恒 D. 无守恒量

28. 如果把物体 C 去掉，改用一大小为 F 的恒力向下拉
绳的竖直段，则绳的水平段中张力 T_1 为（ ） (2
分)

A. F B. $2F/3$ C. $F/2$ D. $F/3$

五、计算题 II

解答过程已经分行（用小题号表示行号）给出，请你判断每行正误，并选择【对】或【错】。每小题 2 分，共计 20 分。

一横波在沿绳子传播时的波函数为 $y = 0.1\cos(50\pi t - 2.0\pi x)$ m，各物理量都取国际单位制（SI）中的单位，波函数中只取其数值。

(1) 求波的振幅 A 、波速 u 、频率 ν 及波长 λ ；

(2) 求绳上质元振动时的最大速率 v_{\max} ；

(3) 画出 $t = 2$ s 时的波形图；

(4) 画出 $x = 1.0$ m 处质点的振动曲线。

解：(1) 将已知波函数表示为

$$29. \quad y = 0.1\cos[50\pi(t - \frac{x}{25})] \text{ m}$$

$$30. \quad \text{与一般表达式 } y = A\cos[\omega(t - \frac{x}{u}) + \phi_0] \text{ 比较，可得}$$

$$31. \quad A = 0.1 \text{ m}, \quad u = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, \quad \omega = 50\pi, \quad \phi_0 = 0$$

$$32. \quad \text{则 } \nu = \frac{\omega}{2\pi} = 25 \text{ Hz}, \quad \lambda = \frac{u}{\nu} = 1.0 \text{ m}$$

(2) 绳上质点的振动速度

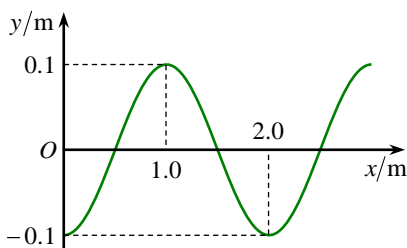
$$33. \quad v = \frac{\partial y}{\partial t} = 5\pi\sin[50\pi(t - \frac{x}{25})] \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$34. \quad v_{\max} = 5\pi \approx 15.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

(3) $t = 2 \text{ s}$ 时的波形方程为

35. $y = -0.1\cos(2.0\pi x) \text{ m}$

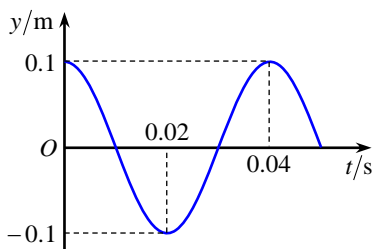
36. 波形图如下图所示 (仅给出 $x \in [0, 3.0]$ 区间)



(4) $x = 1.0 \text{ m}$ 处质点的运动方程为

37. $y = 0.1\cos(50\pi t) \text{ m}$

38. 振动曲线如下图所示 (仅给出 $t \in [0, 0.05]$ 区间)



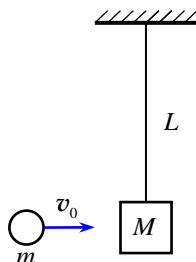
六、专业题 (根据专业及所学课程内容不同, 学生仅需选做其中 1 题。)

选讲《力和动量 功和能》的专业题

部分解答过程已经分小题号列出, 请你选择每小题的最佳选项。共计 10 分。

质量为 M 的物体, 用一根长为 L 的细绳悬挂在天花板上, 如图所示. 今有一质量为 m 的小球以 v_0 的水

平速度撞击物体，撞击时间极短，碰撞后小球以速率 $\frac{v_0}{2}$ 反方向弹回。



39. 将小球和物体视为一个系统，在两者碰撞过程中，该系统所受外力有（ ）（多选，1分）
- A. 小球给物体的冲击力
 - B. 物体给小球的冲击力
 - C. 小球的重力
 - D. 物体的重力
 - E. 绳对物体的拉力
40. 上述外力在水平方向的合力（ ）（1分）
- A. 为零
 - B. 非零
41. 小球在碰撞过程中受到的冲量为（ ）（2分）
- A. mv_0 ，方向向右
 - B. mv_0 ，方向向左
 - C. $\frac{3}{2}mv_0$ ，方向向右
 - D. $\frac{3}{2}mv_0$ ，方向向左
42. 碰撞刚结束时物体的速度为（ ）（2分）
- A. $\frac{3m}{M}v_0$
 - B. $\frac{3m}{2M}v_0$
 - C. $\frac{m}{M}v_0$
 - D. $\frac{m}{2M}v_0$

43. 碰撞刚结束时绳中的张力为 () (2 分)

A. 0

B. Mg

C. $Mg + \frac{9m^2v_0^2}{4ML}$

D. $Mg - \frac{9m^2v_0^2}{4ML}$

44. 碰撞后物体能上升的最大高度为 () (2 分)

A. $\frac{9m^2v_0^2}{8M^2g}$

B. $\frac{9m^2v_0^2}{4M^2g}$

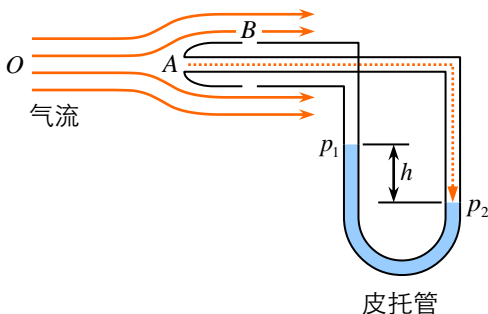
C. $\frac{3m^2v_0^2}{8M^2g}$

D. $\frac{3m^2v_0^2}{4M^2g}$

选讲《流体力学》的专业题

部分解答过程已经分小题号列出, 请你选择每小题的最佳选项。每小题2分, 共计10分。

皮托管 (Pitot tube) 常用来测量气体的流速, 其构造如下图所示。它由两个同轴细管组成, 内管的开口在正前方 A 处; 外管的开口 (4 到 8 个孔) 在管壁上 B 处。两管分别与 U 型管两臂相连, 在 U 型管中盛有液体, 构成了一个压强计。试由 U 型管两臂的液面高度差 h 确定 O 处气体的流速。



解: 取流线 $O \sim A \sim B$, 忽略气体自重产生的压强差, 则

$$p_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 = p_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2$$

45. O 处流速与 B 处流速的关系为 ()
 A. $v_O > v_B$ B. $v_O = v_B$ C. $v_O < v_B$
46. A 处流速与 B 处流速的关系为 ()
 A. $v_A > v_B$ B. $v_A = v_B$ C. $v_A \ll v_B$
47. 左臂液面压强与右臂液面压强的关系为 ()
 A. $p_1 > p_2$ B. $p_1 = p_2$ C. $p_1 < p_2$
48. 左臂液面压强与 B 处压强的关系为 ()
 A. $p_1 > p_B$ B. $p_1 \approx p_B$ C. $p_1 < p_B$
49. 右臂液面压强与 A 处压强的关系为 ()
 A. $p_2 > p_A$ B. $p_2 \approx p_A$ C. $p_2 < p_A$