

# 2019 年军队文职人员招录专业科目考试

## 数学 2+物理(精选)

### 第一部分 数学 2

一、单项选择题(请根据题目要求,在四个选项中选出一个最恰当的答案。共 9 题,每题 1 分,共 9 分)

1. 设  $f(x) = \begin{cases} x-1, & -1 < x \leq 0 \\ x, & 0 \leq x < 1 \end{cases}$ , 则  $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = ( \quad )$ .

- A. -1  
C. 0

- B. 1  
D. 不存在

2. 缺

3. 设  $g(x)$  可微,  $f(x) = \ln[1+g(x)]^2 + 2\ln[1+g(x)]$ ,  $f'(1) = 1$ ,  $g'(1) = \frac{1}{2}$ , 则  $g(1) = ( \quad )$ .

- A. 1  
C. 0

- B. 2  
D.  $-\frac{1}{2}$

4.  $\int_0^2 |1-x| dx = ( \quad )$ .

- A.  $\int_0^1 (1-x) dx + \int_1^2 (1-x) dx$   
C.  $\int_0^1 (x-1) dx + \int_0^1 (x-1) dx$

- B.  $\int_0^1 (1-x) dx + \int_1^2 (x-1) dx$   
D.  $\int_0^1 (x-1) dx + \int_1^2 (1-x) dx$

5. 设  $F(x) = \int_x^a \arcsin t dt$ , 则  $F'(0) = ( \quad )$ .

- A. -1  
C. 1

- B. 0  
D.  $a$

6. 设  $A$ 、 $B$  为  $n$  阶方阵, 下列运算正确的是( ) .

- A.  $(AB)^k = A^k B^k$   
C.  $|-A| = -|A|$

- B.  $B^2 - A^2 = (B-A)(B+A)$   
D. 若  $A$  可逆,  $k \neq 0$ , 则  $(kA)^{-1} = k^{-1} A^{-1}$

7. 初等矩阵  $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$  左乘矩阵  $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \\ 2 & 7 & 8 \end{bmatrix}$  相当于对  $A$  施行( ) .

- A. 交换 2、3 两行的交换  
C. 交换 2、3 两列的交换

- B. 交换 1、2 两行的交换  
D. 交换 1、2 两列的交换

8. 若行列式  $\begin{vmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1 & 3 & -2 \\ 2 & 5 & a \end{vmatrix} = 0$ , 则  $a = ( \quad )$ .

- A. 2  
C. -2

- B. 3  
D. -3

9. 设  $\lambda = 2$  是非奇异矩阵  $A$  的特征值, 则  $(\frac{1}{3}A^2)^{-1}$  有一个特征值是  $( \quad )$ .

- A.  $\frac{4}{3}$   
C.  $\frac{3}{4}$

- B.  $\frac{1}{2}$   
D.  $\frac{1}{4}$

二、单项选择题(请根据题目要求, 在四个选项中选出一个最恰当的答案. 共 14 题, 每题 1.5 分, 共 21 分)

10. 设函数  $y = y(x)$  由参数方程  $\begin{cases} x = t^2 + 2t \\ y = \ln(1+t) \end{cases}$  确定, 则曲线  $y = y(x)$  在  $x = 3$  处的法线与  $x = 3$  交点的纵坐标是  $( \quad )$ .

- A.  $\ln 2$   
C. 3

- B.  $-\ln 2$   
D. 1

11. 设  $k$  为常数, 则极限  $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 0}} \frac{xy^2 \sin(kx)}{x^2 + y^4} ( \quad )$ .

- A. 不存在  
C. 等于 0

- B. 等于  $\frac{1}{2}$   
D. 存在与否与  $k$  取值有关

12. 椭圆  $x^2 + 4y^2 = 4$  上到直线  $2x + 3y - 6 = 0$  的距离最短的坐标是  $( \quad )$ .

- A.  $(\frac{8}{5}, \frac{3}{5})$   
C.  $(\frac{4}{5}, \frac{1}{5})$

- B.  $(\frac{3}{5}, \frac{8}{5})$   
D.  $(\frac{1}{5}, \frac{4}{5})$

13. 缺

14. 由曲线  $y = \ln x$ ,  $y$  轴及直线  $y = \ln a$ ,  $y = \ln b$  ( $b > a > 0$ ) 所围成的平面图形的面积是  $( \quad )$ .

- A.  $a + b$   
C.  $b - a$

- B.  $a - b$   
D.  $ab$

15. 设  $D$  为平面区域  $x^2 + y^2 \leq a^2$ , 当  $a = ( \quad )$  时,  $\iint_D \sqrt{a^2 - x^2 - y^2} dx dy = \pi$ .

A. 1

C.  $\sqrt[3]{\frac{3}{4}}$

B.  $\sqrt[3]{\frac{3}{2}}$

D.  $\sqrt[3]{\frac{1}{2}}$

16. 缺

17. 缺

18. 方程( )是一阶线性微分方程.

A.  $x^2 y' + \ln \frac{y}{x} = 0$

B.  $y' + e^x y = 0$

C.  $(1+x^2)y' - y \sin y = 0$

D.  $xy'dx + (y^2 - 6x)dy = 0$

19. 微分方程  $y'' - 6y' + 8y = e^x + e^{2x}$  的一特解应具有形式( ), 其中  $a, b$  为常数.

A.  $ae^x + be^{2x}$

B.  $ae^x + bxe^{2x}$

C.  $axe^x + be^{2x}$

D.  $axe^x + bxe^{2x}$

20. 设  $f(x) = \begin{vmatrix} a_{11} + x & a_{12} + x & a_{13} + x & a_{14} + x \\ a_{21} + 2x & a_{22} + 2x & a_{23} + 2x & a_{24} + 2x \\ a_{31} + 3x & a_{32} + 3x & a_{33} + 3x & a_{34} + 3x \\ a_{41} + 4x & a_{42} + 4x & a_{43} + 4x & a_{44} + 4x \end{vmatrix}$ , 则多项式  $f(x)$  可能的最高次数

是( ).

A. 0

B. 1

C. 2

D. 3

21. 设  $n$  元齐次线性方程组  $Ax = 0$  的一个基础解系为  $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ , 则下列各向量组中仍为该齐次线性方程组的基础解系的是( ).

A.  $\eta_1 - \eta_2, \eta_2 - \eta_3, \eta_3 - \eta_4, \eta_4 - \eta_1$

B.  $\eta_1 + \eta_2, \eta_2 + \eta_3, \eta_3 + \eta_4, \eta_4 + \eta_1$

C.  $\eta_1, \eta_1 + \eta_2, \eta_1 + \eta_2 + \eta_3, \eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4$

D.  $\eta_1 + \eta_2, \eta_2 + \eta_3, \eta_3 - \eta_4, \eta_4 - \eta_1$

22. 设二次型  $f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1^2 + 3x_2^2 + 3x_3^2 + 2ax_2x_3$  正定, 则数  $a$  的取值应满足( ).

A.  $a > 9$

B.  $-3 < a < 3$

C.  $3 \leq a \leq 9$

D.  $a \leq -3$

23.  $n$  阶方阵  $A$  为正定的充分必要条件是( ).

A.  $|A| > 0$

B. 存在  $n$  阶方阵  $C$ , 使  $A = C^T C$

C.  $A$  的特征值全大于零

D. 存在  $n$  维列向量  $\alpha \neq 0$ , 有  $\alpha^T A \alpha > 0$

## 第二部分 物理

一、单项选择题(请根据题目要求,在四个选项中选出一个最恰当的答案,共 20 题,每题 1 分,共 20 分)

24. 一质点在平面上运动,已知质点位置矢量的表达式为  $\vec{r} = at^3\vec{i} + bt^3\vec{j}$  (其中  $a, b$  为常量),则该质点作( ).

- A. 匀速直线运动  
B. 变速直线运动  
C. 抛物线运动  
D. 一般曲线运动

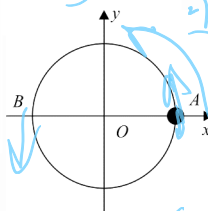
25. 某人在由北向南行驶的速率为  $36\text{km/h}$  的汽车上,测得风从西边吹来,大小为  $10\text{m/s}$ ,则实际风速大小和方向是( ).

- A. 0  
B.  $14.14\text{m/s}$ ,西南风  
C.  $14.14\text{m/s}$ ,西北风  
D.  $10\text{m/s}$ ,西南风

26. 高斯定理  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV / \epsilon_0$  ( ).

- A. 适用于任何静电场  
B. 只适用于真空中的静电场  
C. 只适用于具有球对称性、轴对称性和平面对称性的静电场  
D. 以上均不正确

27. 质量为  $m$  的小球在向心力作用下,在水平面内作半径为  $R$ 、速率为  $v$  的匀速圆周运动,如图所示,小球自 A 点逆时针运动到 B 点的半周内,动量的增量应是( ).



- A.  $2mv\vec{j}$   
B.  $-2mv\vec{j}$   
C.  $2mv\vec{i}$   
D.  $-2mv\vec{i}$

28. 当一平面简谐机械波在弹性媒质中传播时,下列结论正确的是( ).

- A. 媒质质元的振动动能增大时,其弹性势能减小,总机械能守恒  
B. 媒质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化,但二者的相位不相同  
C. 媒质质元的振动动能和弹性势能的相位在任时刻都相同,但二者的数值不相等  
D. 媒质质元在其平衡位置处弹性势能最大

29. 如果两个偏振片堆叠在一起,且偏振化方向之间夹角为  $60^\circ$ ,光强为  $I_0$  的自然光垂直入射在偏振

片上,则出射光强是( )。

A.  $\frac{I_0}{8}$

B.  $\frac{I_0}{4}$

C.  $\frac{3I_0}{8}$

D.  $\frac{3I_0}{4}$

30. 一卡诺热机(可逆的),低温热源的温度为  $27^\circ\text{C}$ ,热机效率为  $20\%$ ,其高温热源温度是( )。

A.  $310\text{K}$

B.  $365\text{K}$

C.  $380\text{K}$

D.  $375\text{K}$

31. 作简谐振动的物体,其振动的加速度是( )。

A. 恒定的

B. 周期性变化的

C. 非周期性变化的

D. 无法判定

32. 自然光以  $60^\circ$  的入射角照射到某两介质交界面时,反射光为完全线偏振光,则知折射光是( )。

A. 完全线偏振光且折射角是  $30^\circ$

B. 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为  $\sqrt{3}$  的介质时,折射角是  $30^\circ$

C. 部分偏振光,但须知两种介质的折射率才能确定折射角

D. 部分偏振光且折射角是  $30^\circ$

33. 带电粒子在均匀磁场中最一般的运动轨迹是( )。

A. 抛物线

B. 双曲线

C. 椭圆

D. 螺旋线

34. 下列叙述中不正确的是( )。

A. 螺线管中单位长度的匝数越多,螺线管的自感系数也越大

B. 螺线管有铁磁质时的自感系数大于真空时的自感系数

C. 螺线管中通的电流  $I$  越大,螺线管的自感系数  $L$  越大

D. 螺线管的半径越大,自感系数也越大

35. 一弹簧振子,当时  $t=0$ ,物体处在  $x = \frac{A}{2}$  ( $A$  为振幅)处且向负方向运动,则它的初相是( )。

A.  $\frac{\pi}{3}$

B.  $\frac{\pi}{6}$

C.  $-\frac{\pi}{3}$

D.  $-\frac{\pi}{6}$

36. 与理想气体的温度成正比的物理量是( )。

A. 分子的平均速率

B. 分子的方均根速率

C. 分子的平均平动动能

D. 分子的最可几速率

37. 真空中两块相互平行的无限大均匀带电平面,其电荷密度分别为  $+\sigma$  和  $+2\sigma$ ,两板之间的距离为  $d$ ,两板间的电场强度大小是( )。

A. 0

B.  $3\sigma/(2\epsilon_0)$



C.  $\sigma/\epsilon_0$

D.  $\sigma/(2\epsilon_0)$

38. 一个质点同时参与两个在同一直线上的简谐振动,其表达式分别为  $x_1 = 4 \times 10^{-2} \cos(2t + \frac{1}{6}\pi)$ ,  $x_2$

$= 3 \times 10^{-2} \cos(2t - \frac{5}{6}\pi)$  (SI), 则其合成振动的初相和振幅分别是( ).

A.  $\pi/6, 1 \times 10^{-2} \text{ m}$

B.  $\pi/3, 1 \times 10^{-2} \text{ m}$

C.  $\pi/6, 2 \times 10^{-2} \text{ m}$

D.  $\pi/3, 2 \times 10^{-2} \text{ m}$

39. 匀质细棒静止时的质量为  $m_0$ , 长度为  $l$ , 当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时, 测得它的长为  $l/2$ , 那么该棒的运动速度为( ).

A.  $\frac{\sqrt{3}}{2}c$

B.  $\frac{\sqrt{3}}{4}c$

C.  $\frac{\sqrt{2}}{4}c$

D.  $\frac{\sqrt{3}}{3}c$

40. 一定质量的理想气体, 从状态 I ( $p, V, T$ ) 经过等容过程变到状态 II ( $2p, V$ ), 则两态的最可几速率之比为( ).

A. 1.414

B. 1.732

C. 1

D.  $\sqrt{\frac{2}{\pi}}$

41. 某物体的运动规律为  $\frac{dv}{dt} = -k v^2 t$ , 式中的  $k$  为大于零的常量. 当  $t=0$  时, 初速度为  $v_0$ , 则速度  $v$  与时间  $t$  的函数关系是( ).

A.  $v = \frac{1}{2} k t^2 + v_0$

B.  $v = -\frac{1}{2} k t^2 + v_0$

C.  $\frac{1}{v} = \frac{k t^2}{2} + \frac{1}{v_0}$

D.  $\frac{1}{v} = -\frac{k t^2}{2} + \frac{1}{v_0}$

42. 牛顿环实验装置是用一平凸透镜置于一平板玻璃上, 今以单色平行光从上向下投射, 并从上向下观察, 观察到有许多明暗相间的同心圆环, 这些圆环的特点是( ).

A. 接触点是明的, 明暗条纹是等距离的圆环

B. 接触点是明的, 明暗条纹是不等距离的同心圆环

C. 接触点是暗的, 明暗条纹是等距离的同心圆环

D. 接触点是暗的, 明暗条纹是不等距离的同心圆环

43. 光子能量为  $0.5 \text{ MeV}$  的 X 射线, 入射到某种物质上而发生康普顿散射. 若反冲电子的为  $0.1 \text{ MeV}$ , 则散射光波长的改变量  $\Delta\lambda$  与入射光波长  $\lambda_0$  之比值是( ).

A. 0.20

B. 0.25

C. 0.30

D. 0.35

二、单项选择题(请根据题目要求,在四个选项中选出一个最恰当的答案,共 20 题,每题 1.5 分,共 30 分)

44. 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动,其波函数为  $\Psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}$ ,  $(-a \leq x \leq a)$ , 那

么粒子在  $x = \frac{5a}{6}$  处出现的概率密度是( ).

A.  $\frac{1}{2a}$

B.  $\frac{1}{a}$

C.  $\frac{1}{\sqrt{2a}}$

D.  $\frac{1}{\sqrt{a}}$

45. 质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两滑块 A 和 B 通过一轻弹簧水平连接后置于水平桌面上, 滑块与桌面间的摩擦系数均为  $\mu$ , 系统在水平拉力  $F$  作用下匀速运动, 如图所示, 如突然撤消拉力, 则刚撤消后瞬间, 二者的加速度  $a_A$  和  $a_B$  分别是( ).



A.  $a_A = 0, a_B = 0$

B.  $a_A > 0, a_B < 0$

C.  $a_A < 0, a_B > 0$

D.  $a_A < 0, a_B = 0$

46. 关于光电效应有下列说法:

(1) 任何波长的可见光照射到任何金属表面都能产生光电效应

(2) 若入射光的频率均大于一给定金属的红限, 则该金属分别受到不同频率的光照射时, 释出的光电子的最大初动能也不同

(3) 若入射光的频率均大于一给定金属的红限, 则该金属分别受到不同频率、强度相等的光照射时, 单位时间释出的光电子数一定相等

(4) 若入射光的频率均大于一给定金属的红限, 则当入射光频率不变而强度增大一倍时, 该金属的饱和光电流也增大一倍

其中正确的是( ).

A. (1)(2)(3)

B. (2)(3)(4)

C. (2)(3)

D. (2)(4)

47. 分子速率分布函数  $f(v)$  的物理意义是( ).

A. 具有速率  $v$  的分子占总分子数的百分比

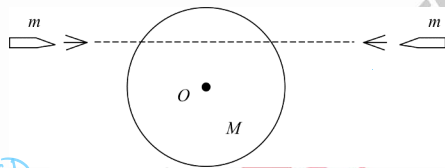
B. 速率分布在  $v$  附近的单位速率间隔中的分子数占总分子数的百分比

C. 具有速率  $v$  的分子数

D. 速率分布在  $v$  附近的单位速率间隔中的分子数

48. 一圆盘正绕垂直于盘面的水平光滑固定轴  $O$  转动, 如图所示, 射来两个质量相同、速度大小相同、方向相反并在一条直线上的子弹, 子弹射入圆盘并且留在盘内, 则子弹射入后的瞬间, 圆盘的角速度  $\omega$  ( ).

角动量守恒



- A. 增大  
C. 减小

- B. 不变  
D. 不能确定

$$M = J\alpha = J \frac{d\omega}{dt} = -k\omega$$

49. 一转动惯量为  $J$  的圆盘绕一固定轴转动, 起初角速度为  $\omega_0$ , 设它所受阻力矩为  $M = -k\omega$  (设  $k$  为常数), 那么圆盘的角速度从  $\omega_0$  变为  $\frac{\omega_0}{4}$  所需的时间是( )。

A.  $t = \frac{J \ln 2}{k}$

B.  $t = \frac{k \ln 4}{J}$

C.  $t = \frac{J \ln 4}{k}$

D.  $t = \frac{k \ln 2}{J}$

$$-J \frac{d\omega}{dt} = k\omega \Rightarrow \frac{d\omega}{\omega} = -\frac{k}{J} dt$$

$$\ln \omega = -\frac{k}{J} t \Rightarrow \ln \frac{\omega_0}{4} = -\frac{k}{J} t \Rightarrow t = \frac{J \ln 4}{k}$$

50. 一质子轰击一  $\alpha$  粒子时因未对准而发生轨迹偏转. 假设附近没有其他带电粒子, 则在这一过程中, 由此质子和  $\alpha$  粒子组成的系统( )。

- A. 动量和能量都守恒

- B. 能量守恒, 动量不守恒

- C. 动量和能量都不守恒

- D. 动量守恒, 能量不守恒

51. 一个质点在做匀速率圆周运动时( )。

- A. 切向加速度改变, 法向加速度也改变

- B. 切向加速度不变, 法向加速度改变

- C. 切向加速度不变, 法向加速度也不变

- D. 切向加速度改变, 法向加速度不变

52. 刚性双原子分子的理想气体在等压下膨胀所做的功为  $W$ , 则气体内能的变化是( )。

A.  $\frac{5}{2}W$

B.  $\frac{3}{2}W$

C.  $\frac{1}{2}W$

D.  $\frac{7}{2}W$

$$pV = \nu RT, \quad p = \text{const} \Rightarrow V \propto T$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

53. 在以  $0.8c$  速度向北飞行的飞船上, 观测地面上的百米比赛. 已知百米跑道由南向北, 若地面上的记录员测得某运动员的百米纪录为  $10s$ , 则飞船中记录的该运动员跑完所需的时间是( )。

A.  $12.6s$

B.  $16.7s$

C.  $18.0s$

D.  $19.7s$

$$pV = \nu RT, \quad c = 3 \times 10^8 m/s$$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{1 - 0.64} = 0.6$$

54. 理想气体向真空作绝热膨胀, 则( )。

- A. 膨胀后, 温度不变, 压强减小

- B. 膨胀后, 温度降低, 压强减小

- C. 膨胀后, 温度升高, 压强减小

- D. 膨胀后, 温度不变, 压强不变

$$pV = \text{const}$$

55. 关于力矩有下列说法:

- (1) 对某个定轴而言, 内力矩不会改变刚体的角动量

角动量守恒  $\rightarrow$  外力矩之和为零

- (2) 作用力和反作用力对同一轴的力矩之和必为零

- (3) 质量相等, 形状和大小不同的两个刚体, 在相同力矩的作用下, 它们的角加速度一定相等

- 其中正确的是( )。

$$J\omega = L, \quad J\alpha = \tau$$

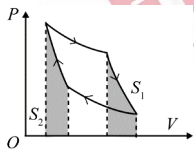
$$J \frac{d\omega}{dt} = \tau \Rightarrow J\alpha = \tau$$



- A. (2) B. (1)(2)  
C. (2)(3) D. (1)(2)(3)
56. 一质点作直线运动,某时刻的瞬时速度  $v=2\text{m/s}$ ,瞬时加速度  $a=-2\text{m/s}^2$ ,则一秒钟后质点的速度是( ).  
A. 等于零 B. 等于  $-2\text{m/s}$   
C. 等于  $2\text{m/s}$  D. 不能确定
57. 一束白光垂直照射在一光栅上,在形成的同一级光栅光谱中,偏离中央明纹最近的是( ).  
A. 红光 B. 蓝光  
C. 紫光 D. 黄光
58. 对于理想气体系统来说,在下列过程中,系统所吸收的热量、内能的增量和对外的功三者均为负值的是( ).  
A. 等体降压过程 B. 等温膨胀过程  
C. 绝热膨胀过程 D. 等压压缩过程
59. 用波长  $\lambda=600\text{nm}$  的单色光作牛顿环实验,测得第  $k$  个暗环半径  $r_k=4\text{mm}$ ,第  $k+10$  个暗环半径  $r_{k+10}=6\text{mm}$ ,则平凸透镜凸面的曲率半径  $R$  是( ).  
A.  $4.2\text{m}$  B.  $3.3\text{m}$   
C.  $5.0\text{m}$  D.  $2.0\text{m}$
60. 用公式  $\Delta E=\nu C_v \Delta T$  (式中  $C_v$  为定体摩尔热容量,视为常量,  $\nu$  为气体摩尔数) 计算理想气体内能增量时,此式( ).  
A. 只适用于准静态的等体过程 B. 只适用于一切等体过程  
C. 只适用于一切准静态过程 D. 适用于一切始末态为平衡态的过程
61. 在玻璃(折射率  $n_2=1.60$ ) 表面镀一层  $\text{MgF}_2$  (折射率  $n_2=1.38$ ) 薄膜作为增透膜.为了使波长为  $500\text{nm}$  ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ) 的光从空气( $n_1=1.00$ ) 正入射时尽可能少反射  $\text{MgF}_2$  薄膜的最少厚度应为( ).  
A.  $30.6\text{nm}$  B.  $50.6\text{nm}$   
C.  $70.6\text{nm}$  D.  $90.6\text{nm}$
62. 有一半径为  $R$  的水平圆转台,可绕通过其中心的竖直固定光滑轴转动,转动惯量为  $J$ ,开始时转台以匀角速度  $\omega_0$  转动,此时有一质量为  $m$  的人站在转台中心.随后人沿半径向外跑,在人跑向转台边缘的过程中,转台的角速度( ).  
A. 不变 B. 变小  
C. 变大 D. 不能确定角速度是否变化
63. 氢原子中处于  $2p$  状态的电子,描述其量子态的四个量子数( $n, l, m_l, m_s$ ) 可能取的值是( ).  
A.  $(2, 2, 1, -\frac{1}{2})$  B.  $(2, 0, 0, \frac{1}{2})$   
C.  $(2, 1, -1, -\frac{1}{2})$  D.  $(2, 0, 1, \frac{1}{2})$

64—66. 缺

67. 理想气体卡诺循环过程的两条绝热线下的面积大小(图中阴影部分)分别为  $S_1$  和  $S_2$ , 则两者的大小关系是( ).



- A.  $S_1 > S_2$   
B.  $S_1 = S_2$   
C.  $S_1 < S_2$   
D. 无法确定

68. 一电子在水平面内绕一固定的质子作半径为  $R$ , 角速度为  $\omega$  的圆周运动, 该处有一水平的匀强磁场  $B$ , 该电荷系统受到的磁力矩是( ).

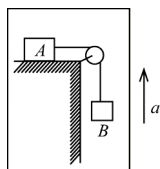
A.  $M = \frac{e\omega R^2 B}{4}$

B.  $M = \frac{e\omega R^2 B}{2}$

C.  $M = \frac{e\omega R^2 B}{3}$

D.  $M = \frac{2e\omega R^2 B}{3}$

69. 图示系统置于以  $a = \frac{1}{2}g$  的加速度上升的升降机内, A、B 两物体质量相同均为  $m$ , A 所在的桌面是水平的, 绳子和定滑轮质量均不计, 若忽略滑轮轴上和桌面上的摩擦并不计空气阻力, 则绳中张力是( ).



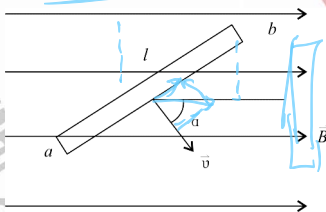
A.  $mg$

B.  $\frac{1}{2}mg$

C.  $2mg$

D.  $\frac{3}{4}mg$

70. 如图, 长度为  $l$  的直导线  $ab$  在均匀磁场中以速度  $v$  移动, 则直导线  $ab$  中的电动势是( ).



A. 0

B.  $Blv \sin \alpha$

C.  $Blv \cos \alpha$

D.  $Blv$

71. 一个未带电的空腔导体球壳, 内半径为  $R$ , 在腔内离球心的距离为  $d$  处 ( $d < R$ ), 固定一点电荷  $+q$ , 用导线把球壳接地后, 再把地线撤去, 选无穷远处为电势零点, 则球心处的电势是( ).



$$U_{A0} + U_{B0}$$

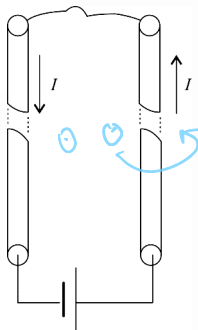
A. 0

B.  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d}$

C.  $-\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$

D.  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{d} - \frac{1}{R} \right)$

72. 两根很长的平行直导线, 其间距离为  $a$ , 与电源组成闭合回路, 如图所示. 已知导线上的电流为  $I$ , 在保持  $I$  不变的情况下, 若将导线间的距离增大, 则空间的( ).



A. 总磁能将增大

B. 总磁能将减少

C. 总磁能将保持不变

D. 总磁能的变化不能确定

73. 假设火箭能以  $v=0.6c$  速率相对地球作直线运动, 火箭上宇航员的计时器记录他开展某科研实验用去 10min, 则地球上的观察者测此事用去的时间是( ).

A. 8min

B. 10min

C. 12min

D. 15min

时钟变慢

地球相对火箭运动

$$1 - \frac{0.6^2}{0.8}$$

## 参考答案与解析

### 第一部分 数学 2

#### 一、单项选择题

1. D [解析]由题知,  $f(0)=0-1=-1$ ,  $\lim_{x \rightarrow 0^-} f(x)=\lim_{x \rightarrow 0^-} (x-1)=-1$ ,  $\lim_{x \rightarrow 0^+} f(x)=\lim_{x \rightarrow 0^+} x=0$ , 故  $f(0)=\lim_{x \rightarrow 0^-} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow 0^+} f(x)$ , 故  $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$  不存在, 故本题选择 D 选项.

2. 缺

3. A [解析]由题知  $f'(x)=\frac{2[1+g(x)]g'(x)}{[1+g(x)]^2}+\frac{2g'(x)}{1+g(x)}$ , 因为  $f'(1)=1, g'(1)=\frac{1}{2}$ , 所以  $f'(1)=\frac{2 \times \frac{1}{2} \times [1+g(1)]}{[1+g(1)]^2}+\frac{2g'(1)}{1+g(1)}=\frac{2}{1+g(1)}=1, g(1)=1$ . 故本题选择 A 选项.

4. B [解析]当  $0 < x < 1$  时,  $1-x > 0, |1-x|=1-x$ ; 当  $1 < x < 2$  时,  $1-x < 0, |1-x|=x-1$ . 故原式  $=\int_0^1 (1-x)dx + \int_1^2 (x-1)dx$ , 故本题选择 B 选项.

5. B [解析]  $F(x)=\int_x^a \arcsin t dt = -\int_a^x \arcsin t dt$ , 所以  $F'(x)=-\arcsin x$ , 故  $F'(0)=0$ . 故本题选择 B 选项.

6. D [解析]根据逆矩阵的性质若  $A$  可逆,  $k \neq 0$ , 则  $(kA)^{-1}=k^{-1}A^{-1}$ , 故 D 项正确. A 项,  $(AB)^k$  等于  $k$  个  $AB$  相乘, 不等于  $A^k B^k$ , 排除. B 项, 因为  $AB \neq BA$ , 所以  $B^2-A^2 \neq (B+A)(B-A)$ , 排除. C 项,  $|-A|=(-1)^n|A| \neq -|A|$ , 排除. 故本题选择 D 选项.

7. C [解析]由题可知,  $\begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \\ 2 & 7 & 8 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \\ 2 & 8 & 7 \end{bmatrix}$ , 可见是交换了矩阵  $A$  的 2、3 列. 故本题选择 C 选项.

8. B [解析]行列式  $\begin{vmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1 & 3 & -2 \\ 2 & 5 & a \end{vmatrix} = 3a + 25 - 8 - 30 - 2a + 10 = a - 3 = 0$ , 所以  $a=3$ . 故本题选择 B 选项.

9. C [解析]因为  $\lambda=2$  是非奇异矩阵  $A$  的特征值, 所以  $A\xi=2\xi$ , 又因为  $(\frac{1}{3}A^2)^{-1}=3(A^2)^{-1}=3A^{-1}A^{-1}$ ,  $A^{-1}$  的特征值是  $2^{-1}=\frac{1}{2}$ , 所以  $(\frac{1}{3}A^2)^{-1}$  有一个特征值是  $3 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$ . 故本题选择 C 选项.



C 选项.

## 二、单项选择题

10. A [解析] 因为  $y = y(x)$  由参数方程  $\begin{cases} x = t^2 + 2t \\ y = \ln(1+t) \end{cases}$  确定, 所以  $\frac{dy}{dx} = \frac{\frac{dy}{dt}}{\frac{dx}{dt}} = \frac{1}{2t+2} =$

$\frac{1}{2(1+t)^2}$ , 当  $x = 3$  时,  $t = 1$  或  $t = -3$  (舍去), 所以  $\frac{dy}{dx}|_{x=3} = \frac{1}{8}$ , 故  $y = y(x)$  在  $x = 3$  处的法线的斜率为 8, 因为  $x = 3$  时  $t = 1$ , 则  $y = \ln 2$ . 故  $y = y(x)$  在  $x = 3$  处的法线方程为  $y - \ln 2 = 8(x - 3)$  即  $y = 8x - 24 + \ln 2$ , 其与  $x = 3$  的交点的纵坐标为  $\ln 2$ , 故本题选择 A 选项.

11. C [解析] 因为  $0 \leq \frac{x^2}{x^2 + y^4} \leq 1$ , 所以  $\frac{x^2}{x^2 + y^4}$  有界, 又因为  $\lim_{x \rightarrow 0} \sin(kx) = 0$ , 根据有界函数乘以无穷小可知,  $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 0}} \frac{xy^2 \sin(kx)}{x^2 + y^4} = 0$ . 故本题选择 C 选项.

12. A [解析] 椭圆的方程可以化为  $\frac{x^2}{4} + y^2 = 1$ , 令  $\frac{x}{2} = \cos \alpha, y = \sin \alpha$ , 则点  $(2\cos \alpha, \sin \alpha)$  在椭圆上. 点  $(2\cos \alpha, \sin \alpha)$  到直线  $2x + 3y - 6 = 0$  的距离为  $d = \frac{|4\cos \alpha + 3\sin \alpha - 6|}{\sqrt{4+9}} = \frac{|4\cos \alpha + 3\sin \alpha - 6|}{\sqrt{13}} =$   
 $\frac{5|\frac{4}{5}\cos \alpha + \frac{3}{5}\sin \alpha - 6|}{\sqrt{13}} = \frac{5|\sin u \cos \alpha + \cos u \sin \alpha - 6|}{\sqrt{13}} = \frac{5|\sin(u + \alpha)|}{\sqrt{13}}$ , 其中  $\sin u = \frac{4}{5}, \cos u = \frac{3}{5}$ , 当  $u + \alpha = \frac{\pi}{2}$  时,  $|\sin(u + \alpha)|$  最大,  $d$  最小. 此时,  $\alpha = \frac{\pi}{2} - u, x = 2\cos(\frac{\pi}{2} - u) = \frac{8}{5}, y = \sin(\frac{\pi}{2} - u) = \frac{3}{5}$ . 故本题选择 A 选项.

13. 缺

14. C [解析] 由  $y = \ln x$  可得  $x = e^y$ , 曲线与  $y$  轴及直线  $y = \ln a, y = \ln b$  所围成的图形的面积为  $\int_{\ln a}^{\ln b} e^y dy = e^y \Big|_{\ln a}^{\ln b} = b - a$ . 故本题选择 C 选项.

15. B [解析] 令  $x = \rho \cos \theta, y = \rho \sin \theta, (\rho \leq a)$  则  $\iint_D \sqrt{a^2 - x^2 - y^2} dx dy = \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^a \sqrt{a^2 - \rho^2} \rho d\rho = 2\pi \left[ -\frac{1}{3} (a^2 - \rho^2)^{\frac{3}{2}} \right]_0^a = \frac{2\pi a^3}{3}$ , 由题知  $\frac{2\pi a^3}{3} = \pi$ , 所以  $a = \sqrt[3]{\frac{3}{2}}$ . 故本题选择 B 选项.

16. 缺

17. 缺

18. B [解析] 一阶线性微分方程的标准形式为  $\frac{dy}{dx} + P(x)y = Q(x)$ , 当  $Q(x) = 0$  时为一阶线性齐次微分方程, 当  $Q(x) \neq 0$  时为一阶线性非齐次微分方程, 因此只有 B 项满足题意. 故本题选择 B

选项.

19. B [解析]由题知微分方程所对应的二阶常系数齐次微分方程的特征方程为  $\lambda^2 - 6\lambda + 8 = 0$ , 解得  $\lambda_1 = 2, \lambda_2 = 4$ . 题目所给微分方程的特解应为  $y'' - 6y' + 8 = e^x$  与  $y'' - 6y' + 8 = e^{2x}$  的特解之和, 因为 2 是特征根之一, 故  $y'' - 6y' + 8 = e^{2x}$  的特解的形式应为  $y = bxe^{2x}$ , 而  $y'' - 6y' + 8 = e^x$  的特解的形式为  $y = ae^x$ , 故所给微分方程的一特解应具有的形式为  $ae^x + bxe^{2x}$ . 故本题选择 B 选项.

20. B [解析]将行列式的第一列乘以  $-1$ , 分别加到其余三列, 可将行列式化为

$$\begin{vmatrix} a_{11} + x & a_{12} - a_{11} & a_{13} - a_{11} & a_{14} - a_{11} \\ a_{21} + 2x & a_{22} - a_{21} & a_{23} - a_{21} & a_{24} - a_{21} \\ a_{31} + 3x & a_{32} - a_{31} & a_{33} - a_{31} & a_{34} - a_{31} \\ a_{41} + 4x & a_{42} - a_{41} & a_{43} - a_{41} & a_{44} - a_{41} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} - a_{11} & a_{13} - a_{11} & a_{14} - a_{11} \\ a_{21} & a_{22} - a_{21} & a_{23} - a_{21} & a_{24} - a_{21} \\ a_{31} & a_{32} - a_{31} & a_{33} - a_{31} & a_{34} - a_{31} \\ a_{41} & a_{42} - a_{41} & a_{43} - a_{41} & a_{44} - a_{41} \end{vmatrix} +$$

$$\begin{vmatrix} x & a_{12} - a_{11} & a_{13} - a_{11} & a_{14} - a_{11} \\ 2x & a_{22} - a_{21} & a_{23} - a_{21} & a_{24} - a_{21} \\ 3x & a_{32} - a_{31} & a_{33} - a_{31} & a_{34} - a_{31} \\ 4x & a_{42} - a_{41} & a_{43} - a_{41} & a_{44} - a_{41} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} - a_{11} & a_{13} - a_{11} & a_{14} - a_{11} \\ a_{21} & a_{22} - a_{21} & a_{23} - a_{21} & a_{24} - a_{21} \\ a_{31} & a_{32} - a_{31} & a_{33} - a_{31} & a_{34} - a_{31} \\ a_{41} & a_{42} - a_{41} & a_{43} - a_{41} & a_{44} - a_{41} \end{vmatrix} +$$

$$x \begin{vmatrix} 1 & a_{12} - a_{11} & a_{13} - a_{11} & a_{14} - a_{11} \\ 2 & a_{22} - a_{21} & a_{23} - a_{21} & a_{24} - a_{21} \\ 3 & a_{32} - a_{31} & a_{33} - a_{31} & a_{34} - a_{31} \\ 4 & a_{42} - a_{41} & a_{43} - a_{41} & a_{44} - a_{41} \end{vmatrix}.$$

. 故本题选择 B 选项.

21. C [解析]若为所给齐次线性方程组的基础解系, 则每个选项中所给的四个向量应该线性无关. A 项,  $(\eta_1 - \eta_2) + (\eta_2 - \eta_3) + (\eta_3 - \eta_4) + (\eta_4 - \eta_1) = 0$ ; B 项,  $-(\eta_1 + \eta_2) + (\eta_2 + \eta_3) - (\eta_3 + \eta_4) + (\eta_4 + \eta_1) = 0$ ; D 项,  $(\eta_1 + \eta_2) - (\eta_2 + \eta_3) + (\eta_3 - \eta_4) + (\eta_4 - \eta_1) = 0$ . 故 A、B、D 选项的四个向量均线性相关, 只有 C 项的四个向量线性无关. 故本题选择 C 选项.

22. B [解析]由题知,  $f(x_1, x_2, x_3) = [x_1 \ x_2 \ x_3] \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & a \\ 0 & a & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$ , 又因为已知二次型正

定, 故  $\begin{vmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & a \\ 0 & a & 3 \end{vmatrix} > 0$ , 即  $18 - 2a^2 > 0$ , 则  $-3 < a < 3$ . 故本题选择 B 选项.

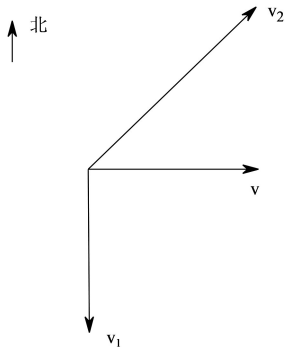
23. C [解析]A 为正定矩阵的充要条件有: (1) 对任意的  $n$  维列向量  $x \neq 0$ , 有  $x^T A x > 0$ ; (2) 存在可逆矩阵  $C$ , 使得  $A = C^T C$ ; (3)  $A \simeq E$ ; (4)  $A$  的特征值  $\lambda_i > 0$ ; (5)  $A$  的全部顺序主子式大于 0; (6) 正惯性指数  $p = n$ . A 为正定矩阵的必要条件有: (1)  $a_{ii} > 0 (i = 0, 1, 2, \dots, n)$ ; (2)  $|A| > 0$ . A 项,  $|A| > 0$  是必要条件, 不是充要条件, 排除; B 项,  $n$  阶方阵  $C$  不一定可逆, 排除; D 项, 根据充要条件 (1) 可知是任意, 不是存在, 排除. 故本题选择 C 选项.

## 第二部分 物理

### 一、单项选择题

24. B [解析]质点位置矢量的表达式为  $\vec{r} = at^3\vec{i} + bt^3\vec{j}$  (其中  $a, b$  为常量), 可得其速度的表达式为:  $\vec{v} = 3at^2\vec{i} + 3bt^2\vec{j}$ , 即:  $\vec{v} = 3(a\vec{i} + b\vec{j})t^2$ . 结合向量合成定理, 可知  $(a\vec{i} + b\vec{j})$  可合成同一平面上的某个方向上的矢量向量, 即可知该质点在特定方向做匀加速直线运动, 故本题选 B.

25. B [解析]汽车行驶速度为  $36\text{km/h} = 10\text{m/s}$ , 方向由北向南. 汽车上测得的风速为  $10\text{m/s}$ , 方向由西向东, 此风速是实际风速和汽车行驶速度合成后的速度, 则可作图如下. 可知实际风速的大小为  $v_2 = \sqrt{v_1^2 + v^2} = 10\sqrt{2}\text{m/s}$ . 方向为西南风. 故本题选 B.



26. A [解析]高斯定理表明: 在真空中, 通过任一闭合曲面的电场强度通量, 等于该曲面所包含的所有电荷的代数和除以  $\epsilon_0$  ( $\epsilon_0$  为真空介电常数), 该闭合曲面称为高斯面. 高斯定理具有普适性, 可以推广到非真空条件下, 适用于空间中的任何电场. 故 A 项正确.

27. B [解析]分析小球在 A、B 两点的运动状态可知, 在 A 点速度方向指向 y 轴正方向,  $p_1 = mv_A$ . 在 B 点速度为 y 轴负方向,  $p_2 = mv_B$ .  $v_A$  与  $v_B$  大小相等, 均为  $v$ , 方向相反. 所以动量的增量是  $-2mv\vec{j}$ . 故本题选 B.

28. D [解析]当简谐机械波传播到某一媒质质元时, 媒质质元在平衡位置处形变最大, 速度最大, 弹性势能和动能相应最大, 质元运动到最大位移处形变最小, 速度为 0, 其弹性势能和动能最小; D 项正确. 媒介质元的振动动能和弹性势能等相位, 且同一时刻, 动能和弹性势能的数值相等, 能量向前传播, 媒质质元机械能不守恒; ABC 三项均错误. 故本题选 D.

29. A [解析]通过第一个偏振片后, 自然光变成偏振光, 光强变为原来的一半. 在光线通过第二个偏振片时, 根据马吕斯定理, 可得出射光的光强  $I = \frac{I_0}{2} (\cos\theta)^2 = \frac{I_0}{8}$ . 故本题选 A.

30. D [解析]根据卡诺效率计算公式:  $\eta = 1 - \frac{T_{\text{低温}}}{T_{\text{高温}}}$  ( $T_{\text{低温}}, T_{\text{高温}}$  单位为开尔文), 可得:  $T_{\text{高温}} =$

$\frac{27 + 273}{1 - 20\%} = 375\text{K}$ . 故本题选 D.

31. B [解析]做简谐振动的物体,其质元的位移方程为: $s=A\sin(\omega t+\phi)$ ,连续求导可得加速度: $a=-\omega^2 A\sin(\omega t+\phi)$ ,故本题选 B.

32. D [解析]由反射光为完全偏振光,可知入射角  $60^\circ$  是布儒斯特角;由布儒斯特定律可知,反射光线与折射光线互相垂直,且折射光为部分偏振光,即反射角为  $30^\circ$ ,反射光线为部分偏振光,故本题选 D.

33. D [解析]带电粒子以任意初速度进入匀强磁场中,在平行和垂直于磁场方向上分解速度,在平行于磁场方向上做匀速运动,速度大小等于进入磁场时的初速度大小或初速度在磁场方向上的分量大小,垂直于磁场方向,粒子的速度大小等于初速度或初速度在垂直于磁场方向上的分量,并受到洛伦兹力的作用,洛伦兹力只改变带电粒子的运动方向,而不改变粒子的运动速率,故在垂直于磁感线方向,粒子作匀速圆周运动,根据两个方向上的运动合成可知粒子在匀强磁场中做螺旋线运动,D 正确.若带电粒子以平行于磁感线方向进入磁场,则粒子做匀速直线运动.若带电粒子以垂直于磁感线方向进入磁场,则粒子做匀速圆周运动,但本题求带电粒子最一般的运动轨迹,可知 D 项正确.

34. C [解析]由螺线管的自感系数公式  $L=\frac{\mu sn^2}{l}$  ( $\mu$  代表线圈中的介质磁导率,  $s$  代表线圈面积,  $n$  代表线圈匝数,  $l$  代表线圈长度),可知:螺线管中单位长度的匝数越多,螺线管的自感系数也越大,A 项正确;螺线管有铁磁质时  $\mu$  比真空时大,故有铁磁质时自感系数大于的真空中的自感系数,B 项正确;螺线管的半径越大,  $s$  越大,自感系数越大,D 正确;自感系数的大小与螺线管中通过的电流大小无关,C 项错误,故本题选 C.

35. A [解析]当  $t=0$  时,弹簧振子位移大于 0,运动方向为负方向,设其运动方程为: $s=A\cos(\omega t+\varphi)$ .由题意可得: $\frac{1}{2}=\cos\varphi$ ,初相  $\varphi=\frac{\pi}{3}\pm 2k\pi$  ( $k$  为常数),故本题选 A.

36. C [解析]理想气体状态方程为: $pV=nRT$  ①( $p$  为理想气体的压强, $V$  为理想气体的体积, $n$  为物质的量, $R$  为摩尔气体常数, $T$  为开尔文温度)又有理想气体的压强: $p=\frac{2}{3}n\bar{\epsilon}$  ②( $\bar{\epsilon}$  为理想气体分子的平均平动动能).将①②式联立可得: $T=\frac{2V\bar{\epsilon}}{3R}$ ,可知与理想气体的温度成正比的物理量是分子的平均平动动能,故本题选 C.

37. D [解析]设电荷密度为  $+\sigma$  的无限大均匀带电平面为 A,在空间中产生的场强为  $E_1$ ,设电荷密度为  $+2\sigma$  的无限大均匀带电平面为 B,在空间中产生的场强为  $E_2$ .在 A 板周围取一封闭的高斯面,根据高斯定理可得: $\oint E_1 ds=\frac{\sigma \cdot s}{\epsilon_0}$  ①( $\epsilon_0$  为真空介电常数),又由高斯面的对称性和封闭性可知: $\oint E_1 ds=2E_1 \cdot s$  ②.①②联立可得: $E_1=\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ ,同理可求得  $E_2=\frac{\sigma}{\epsilon_0}$ .因 A 和 B 板带电荷同为正电荷,两板间场强方向相反,故两板间电场强度大小  $E=E_2-E_1=\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ ,方向由 B 板指向 A 板.本题选择 D.

38. A [解析]已知  $x_1=4\times 10^{-2}\cos(2t+\frac{1}{6}\pi)$ ,  $x_2=3\times 10^{-2}\cos(2t-\frac{5}{6}\pi)$ ,则  $x_2=-3\times$



$10^{-2} \cos(2t + \frac{1}{6}\pi)$ , 故  $x_1 + x_2 = 1 \times 10^{-2} \cos(2t + \frac{1}{6}\pi)$ . 则其振幅为  $1 \times 10^{-2}$ , 初相为  $\frac{1}{6}\pi$ . 故本题选 A.

39. A [解析] 公式  $v = c \sqrt{1 - \left(\frac{l}{l_0}\right)^2}$ ,  $l_0$  为静止时细棒的长度,  $l$  为作高速的匀速直线运动时细棒的长度, 根据公式可得:  $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ . 故本题选 A.

40. A [解析] 理想气体的最可几速率  $v_p = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$ , 则  $\frac{v_{p1}}{v_{p2}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ , 由  $pV = nRT$ , 可得  $\sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{2} \approx 1.414$ . 故本题选 A.

41. C [解析] 由  $\frac{dv}{dt} = -kv^2t$  可得  $\frac{1}{v^2}dv = -kt dt$ , 求时间从 0 到  $t$  二者的积分, 可得:  $\int_{v_0}^v \frac{1}{v^2} dv = \int_0^t -kt dt \Rightarrow -\frac{1}{v} \Big|_{v_0}^v = -\frac{k}{2}t^2 \Big|_0^t \Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{k}{2}t^2 + \frac{1}{v_0}$ . 故本题选 C.

42. D [解析] 牛顿环中心为一小暗斑, 周围是明暗相间宽度逐渐减小的许多同心圆环. 故本题选 D.

43. B [解析] 在康普顿散射中, 粒子撞击前后能量和动量均守恒, 反冲电子的动能即为入射光子撞击后丢失的能量, 即  $\Delta E = 0.1 \text{ MeV}$ .  $\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ ,  $\Delta E = h\nu - h\nu' = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \frac{hc}{\lambda'} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} (h\nu - \Delta E)$ ,  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta E}{h\nu - \Delta E} = \frac{0.1}{0.5 - 0.1} = 0.25$ . 故本题选 B.

## 二、单项选择题

44. A [解析] 将  $x = 5a/6$  代入波函数方程  $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}$ , 可得:  $\Psi(\frac{5a}{6}) = -\frac{1}{\sqrt{2a}}$ .  $\left[\Psi(\frac{5a}{6})\right]^2 = \frac{1}{2a}$ . 故本题选 A.

45. D [解析] 物块 A 在运动时受到水平力  $F$ 、反向的摩擦力  $F_f$  和弹力  $F_n$  的作用, 物块 B 在运动时受到弹力  $F_n$  和反向摩擦力  $F_f$  的作用, 两物块均作匀速直线运动, 故两物体受力平衡. 由此可知, 对物块 A:  $F + F_f + F_n = 0$ , 对于物块 B,  $F_f + F_n = 0$ . 突然撤消拉力的瞬间, 物块 A 受力  $F_f + F_n$ , 方向为负方向, 而物块 B 受合力依然为零. 由  $F = ma$ , 可知  $a_A < 0$ ,  $a_B = 0$ . 故本题选 D.

46. D [解析] 光电效应是指在光的照射下, 某些金属内部的电子会被光子激发出来而形成电流的现象. 每种金属在产生光电效应时都存在某一极限频率 (也称红限频率), 即照射光的频率不能低于红限频率, 光的红限频率对应的波长叫做极限波长, 也称为红限波长. 入射光的频率必须大于极限频率, 即波长必须小于红限波长, 才会产生光电效应, (1) 错误. 光电效应释出电子的速度与入射光的频率成正比, 入射光的频率不同, 释出电子的最大初动能也不相同, (2) 正确. 单个入射光子的能量为  $E = h\nu$  ( $h$  为普朗克常量), 则总的光能  $E = nh\nu$ , 光电效应中, 一个光子只能打出一个电子, 由 (2) 可得, 入射光频率高于红限频率时, 频率不同, 打出电子的最大初动能不同, 而光照强度不变, 则光能相同的情

况下,频率越高时打出电子的数量越少,(3)错误.当频率一定时,入射光强度增大一倍,则总的光能  $E = 2nh\nu$ ,释出的光电子数也会增大一倍,饱和光电流增大一倍,(4)正确,故本题选 D.

47. D [解析] 分子速率分布函数  $f(v)$  的物理意义是容器内速率为  $v$  到  $v+dv$  之间的分子总数,故本题选 D.

48. C [解析] 两颗子弹的相对转轴的角动量大小相等,方向相反,所以对圆盘的角动量大小没有影响,但是子弹留在圆盘里,则圆盘的转动惯量增大,由圆盘的角动量守恒,则圆盘的角速度变小,故本题选 C.

49. C [解析] 阻力矩  $M = J \cdot \frac{d\omega}{dt} = -k\omega \Rightarrow dt = -\frac{J}{k\omega} d\omega, \Delta t = -\frac{J}{k} \ln \omega \bigg|_{\omega_0}^{\frac{\omega_0}{4}}, \Delta t = \frac{J \ln 4}{k}$ , 故本题选 C.

50. A [解析] 质子轰击  $\alpha$  粒子时,都带正电荷,没有产生新的物质,附近也没有其他带电粒子,说明整个系统动量和能量都守恒,故本题选 A.

51. B [解析] 质点在做匀速率圆周运动时,切向速率始终不变,则切向加速度为 0.法向受到向心力的作用,法向加速度大小不变,但方向始终指向圆心,故本题选 B.

52. A [解析] 根据热力学第一定律可知:对与任何过程内能的增加量  $\Delta E = nC_{v,m} \Delta T$ ,对双原子理想气体,  $C_{v,m} = \frac{5}{2}R$ , 即:  $\Delta E = \frac{5}{2}nR \Delta T$ . 等压过程气体对外界所做的功  $W = p\Delta v = nR \Delta T$ , 则可知  $\Delta E = \frac{5}{2}W$ , 故本题选 A.

53. B [解析] 设地面参考系为 S,飞船参考系为 S', 速度设为  $u = 0.8c$ ,  $\Delta x = 100\text{m}$ ,  $\Delta t = 10\text{s}$ .  $\Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{u}{c^2} \Delta x}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}}$  ( $c$  取  $3 \times 10^8 \text{m/s}$ ). 代入数据可得  $\Delta t' = 16.7\text{s}$ , 故本题选 B.

54. A [解析] 理想气体向真空作绝热膨胀,说明理想气体不对外界做功,也没有热传导,所以理想气体的温度不变.由  $pV = nRT$  可知,气体体积增大,压强减小,故本题选 A.

55. B [解析] (1) 正确,内力矩的变化,会在系统内部抵消,而不会改变刚体的角动量.(2) 正确,作用力和反作用力大小相等,方向相反,且作用在同一条直线上,所以对同一轴的力矩之和必为零.(3) 错误,只有转动惯量相同的两个物体在相同力矩作用下角加速度才相等,质量相等,形状和大小不同的两个物体相对某个轴的转动惯量不一定相等,故本题选 B.

56. D [解析] 该质点做直线运动,只知道瞬时速度和瞬时加速度,速度和加速度如何变化未知,所以运动过程中的速度不能确定,故本题选 D.

57. C [解析] 由  $d \sin \theta = k\lambda$  可知,波长越小,偏离明纹的距离越近,白光的散射光中紫光的波长最短,故本题选 C.

58. D [解析] 膨胀过程做功都为正值,等容过程做功为零,故本题选 D.

59. B [解析]平凸透镜的曲率半径计算公式为:  $R = \frac{D_{k+m}^2 - D_k^2}{4m\lambda}$  ( $D$  为干涉环的直径), 代入数据可得:  $R = \frac{(0.012)^2 - (0.008)^2}{4 \times 10 \times 600 \times 10^{-9}} = \frac{10}{3} \text{ m}$ . 故本题选 B.

60. D [解析]公式  $\Delta E = \nu C_v \Delta T$  (式中  $C_v$  为定体摩尔热容量, 视为常量,  $\nu$  为气体摩尔数) 适用于一切始末态为平衡态的过程, 包括气体等体变化和等压等. ABC 三项说法过于绝对, 均错误. 故本题选 D.

61. D [解析]光从光密介质进入光疏介质时, 可以不考虑半波损失. 由公式  $2ne = \frac{(2k+1)\lambda}{2}$  可得  $e = \frac{(2k+1)\lambda}{4n}$ ,  $n$  取  $\text{MgF}_2$  折射率 ( $n_2 = 1.38$ ), 膜的最小厚度应为 0, 故  $k$  取 0. 代入数据可得  $e_{\min} = 90.57 \text{ nm} \approx 90.6 \text{ nm}$ . 故本题选 D.

62. [解析]人跑向转台边缘的过程, 相当于给转台增加了阻力矩, 故角速度会降低. 也可从角动量守恒理解, 设人跑动时距圆心距离为  $r$ , 列守恒方程为:  $J\omega_0 = J\omega + mr^2\omega$ . 解得:  $\omega = \frac{J}{J + mr^2}\omega_0$ . 即角速度在减小. 故本题选.

63. C [解析]根据电子态及原子态的表示法, 可知: 氢原子中处于  $2p$  状态的电子, 其主量子数  $n = 2$ , 角量子数  $l = 1$ . 此时: 自旋磁量子数  $m_s = -\frac{1}{2}$ , 磁量子数有 3 个值:  $m_l = -1, 0, 1$ . 即氢原子处于  $2p$  状态下的电子可能有 3 种量子态, 分别为:  $(2, 1, -1, -\frac{1}{2})$ 、 $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$ 、 $(2, 1, 1, -\frac{1}{2})$ . 观察选项, 可知 C 项符合题意. 故本题选 C.

64-66. 缺

67. B [解析]图中  $S_2$  为可逆绝热压缩,  $S_1$  为可逆绝热膨胀, 两个过程中气体内能变化值相等. 又因为可逆绝热压缩和可逆绝热膨胀两个过程中系统总热量不变, 可得功大小相等. 所以两条绝热线下的面积相等. 故本题选 B.

68. B [解析]磁矩定义为  $m = iSn$ , 其中  $i$  为电流强度;  $S$  为线圈面积;  $n$  为与电流方向成右手螺旋关系的单位矢量. 题干中电子在绕质子运动时, 其自身可形成类似的环形电流, 电流大小  $i = e \cdot f$  ( $f$  为转动频率). 则电子在转动时的磁矩  $m = e \frac{\omega}{2\pi} \pi R^2$ , 磁力矩为:  $M = mB = \frac{e\omega R^2 B}{2}$ . 故本题选 B.

69. D [解析]设物体 A 以加速度  $a'$  向右运动, 则绳中张力  $F = ma'$ . 物体 B 受到重力  $G$  和绳中的张力  $F$ , 又因为整个系统有向上的  $a = \frac{1}{2}g$  的加速度, 可列出等式:  $G - F = ma' - ma$ , 即:  $mg - F = F - \frac{1}{2}mg$ , 解得  $F = \frac{3}{4}mg$ . 故本题选 D.

70. B [解析]题干中的直导线与磁场方向有一定夹角, 只有垂直于磁感线方向的运动能产生电动势. 导线在垂直磁感线方向上的速度分量大小为:  $v \sin \alpha$  则产生的电动势大小  $E = Blv \sin \alpha$ . 故本题选 B.

71. D [解析] 在腔内固定一点电荷 $+q$ ,则在导体球壳内表面产生的感应电荷为 $-q$ ,外表面产生的感应电荷为 $+q$ ,接地后外表面的感应电荷被中和,则内表面的感应电荷对 $O$ 点产生的感应电势的大小 $V_1 = -\frac{1}{R} \frac{q}{4\pi\epsilon_0}$ .点电荷 $+q$ 对 $O$ 点产生的感应电势的大小 $V_2 = \frac{1}{d} \frac{q}{4\pi\epsilon_0}$ .则总的电势 $V = V_1 + V_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} (\frac{1}{d} - \frac{1}{R})$ .故本题选 D.

72. A [解析]由总磁能的计算公式 $W = \frac{1}{2} LI^2$ ,可知 $I$ 不变、 $L$ 增大时,空间总磁能会变大.故本题选 A.

73. C [解析] 设地面参考系为 $S$ ,飞船参考系为 $S'$ ,根据广义相对论可得 $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - (\frac{u}{c})^2}}$ .代入数据可得 $\Delta t' = 12.5\text{min}$ ,故本题选 C.