武汉工程大学 2024 年硕士研究生招生考试

805 普通物理

武汉工程大学 2024 年硕士研究生招生考试 · 满分 150 分 · 考试时间 180 分钟

考生须知

1. 本卷按招生单位公布的官方原卷逐题重排，题干、选项与图示据原卷整理。
2. 答案与解析由本站重新编撰，仅供教学研究；原卷文字与命题版权归命题单位。
3. 请在答题纸上作答，题号与原卷保持一致；作图题须写出必要的文字说明与公式。

一、单项选择题（共 60 分）

1. 一质点以速率 $v=2t^2$（SI 单位）作曲线运动，已知在任意时刻质点的切向加速度大小是其法向加速度大小的两倍，则质点在任意时刻的轨道曲率半径为（　　）

A. $2t^2$　　B. $2t^3$

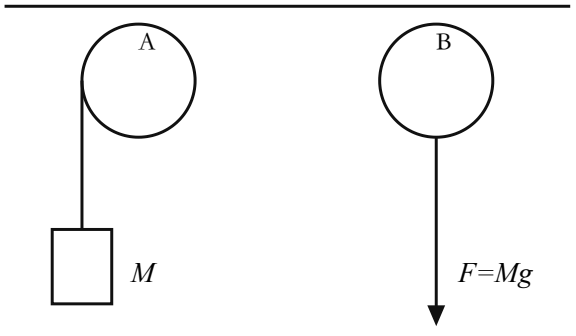
C. $3t^4$　　D. $2t^5$

2. 质量为 m 的质点在外力作用下的运动方程为 $\vec{r}=A\cos\omega t\,\vec{i}+B\sin\omega t\,\vec{j}$，式中 A、B 都是正的常量。由 $t=0$ 到 $t=\dfrac{3\pi}{2\omega}$ 这段时间内外力所作的功为（　　）

A. $\dfrac{1}{2}m\omega^2(A^2+B^2)$　　B. $\dfrac{1}{2}m\omega^2(B^2-A^2)$

C. $\dfrac{1}{2}m\omega^2(A^2-B^2)$　　D. $\dfrac{1}{2}m\omega^2(A-B)^2$

3. 两个相同的定滑轮 A、B，A 滑轮下挂一质量为 M 的物体，B 滑轮上作用一竖直向下的拉力 $F=Mg$。设滑轮与轴间无摩擦，绳与滑轮间无相对滑动，则两滑轮的角加速度（　　）



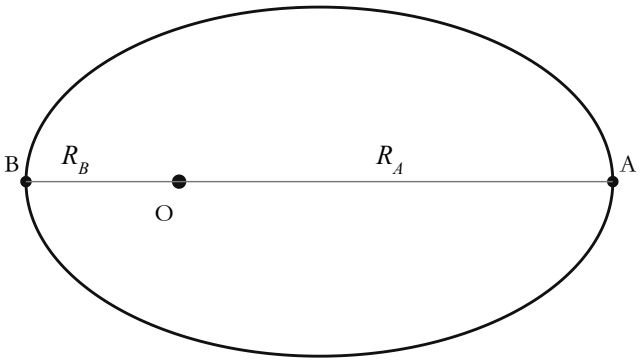
两滑轮相同，绳与轮间无滑动

图 1

A. 开始时 $\beta_A=\beta_B$，以后 $\beta_A<\beta_B$　　B. $\beta_A=\beta_B$

C. $\beta_A<\beta_B$　　D. $\beta_A>\beta_B$

4. 一人造地球卫星到地球中心 O 的最大距离和最小距离分别是 R_A 和 R_B。设卫星对应的角动量分别是 L_A、L_B，动能分别是 E_{KA}、E_{KB}，则应有（　　）



A 为远地点，B 为近地点

图 2

A. $L_B > L_A,\ E_{KA} > E_{KB}$　　**B.** $L_B = L_A,\ E_{KA} > E_{KB}$

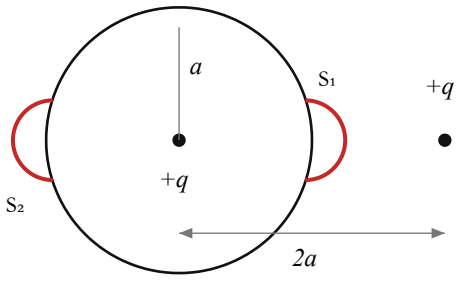
C. $L_A = L_B,\ E_{KA} > E_{KB}$　　**D.** $L_A = L_B,\ E_{KA} < E_{KB}$

5. 两质点沿 x 轴作同方向、同频率的简谐振动，振幅分别为 $0.4\ \mathrm{m}$ 和 $0.2\ \mathrm{m}$，其振动方程分别为 $x_1 = 0.4\cos\left(2t + \dfrac{\pi}{2}\right)$、$x_2 = 0.2\cos\left(\dfrac{\pi}{2} - 2t\right)$（SI 单位）。则它们的合振动振幅和初相位分别为（　　）

A. $0.2\ \mathrm{m},\ \dfrac{\pi}{2}$　　**B.** $0.6\ \mathrm{m},\ \dfrac{\pi}{2}$

C. $0.2\ \mathrm{m},\ \dfrac{3\pi}{2}$　　**D.** $0.6\ \mathrm{m},\ \dfrac{3\pi}{2}$

6. 如图，两个电荷均为 $+q$ 的点电荷相距 $2a$，以左边点电荷为球心作一半径为 a 的球面 S，S_1、S_2 是球面上两个面积相等的面元，其中 S_1 在靠近右边点电荷一侧，S_2 在相对一侧。设通过 S_1、S_2 的电通量分别为 Φ_1、Φ_2，通过整个球面的电通量为 Φ_S，则（　　）



球面 S 以左侧点电荷为球心

图 3

A. $\Phi_1 > \Phi_2,\ \Phi_S = \dfrac{q}{\varepsilon_0}$　　**B.** $\Phi_1 < \Phi_2,\ \Phi_S = \dfrac{2q}{\varepsilon_0}$

C. $\Phi_1 = \Phi_2,\ \Phi_S = \dfrac{q}{\varepsilon_0}$　　**D.** $\Phi_1 < \Phi_2,\ \Phi_S = \dfrac{q}{\varepsilon_0}$

7. 把轻的正方形线圈用细线挂在载流直导线 AB 的附近，两者在同一平面内，直导线 AB 固定，线圈可以活动。当正方形线圈通以如图所示的电流时，线圈将（　　）

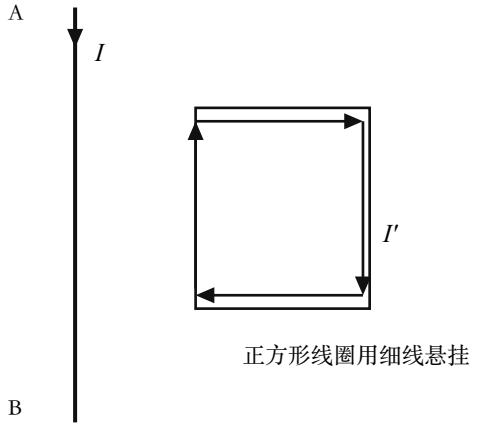


图 4

A. 不动　　**B.** 发生转动，同时靠近导线 AB

C. 发生转动，同时离开导线 AB　　**D.** 只靠近导线 AB，不转动

8. 取一闭合积分回路 L，使三根载流导线穿过它所围成的面。现改变三根导线之间的相互间隔，但不越出积分回路，则（　　）

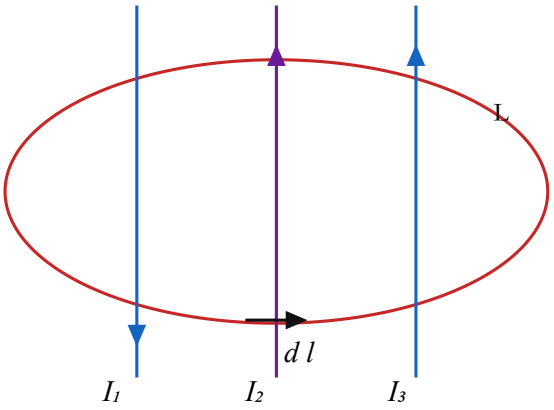
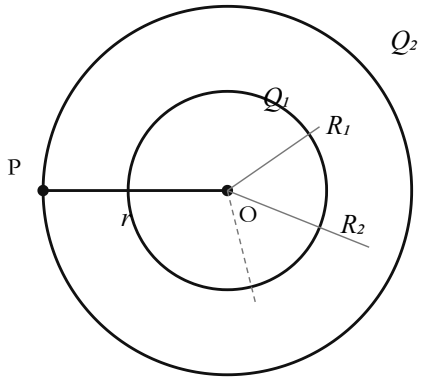


图 5

A. 回路 L 内 $\sum I$ 不变，L 上各点的 $\vec{B}$ 不变　　**B.** 回路 L 内 $\sum I$ 不变，L 上各点的 $\vec{B}$ 改变

C. 回路 L 内 $\sum I$ 改变，L 上各点的 $\vec{B}$ 不变　　**D.** 回路 L 内 $\sum I$ 改变，L 上各点的 $\vec{B}$ 改变

9. 半径为 R_1 的均匀带电球面 1，带电量为 Q_1，其外有一同心的半径为 R_2 的均匀带电球面 2，带电量为 Q_2，则离球心为 r（$R_1 < r < R_2$）处的 P 点场强为（　　）



两同心均匀带电球面

图 6

A. $\vec{E} = \dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{r}$

B. $\vec{E} = \dfrac{Q_1 + Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{r}$

C. $\vec{E} = \dfrac{Q_1 - Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{r}$

D. $\vec{E} = 0$

10. 无限长导体圆柱沿轴向通以电流 I，电流在截面上均匀分布，圆柱半径为 R。如果 x 坐标轴垂直圆柱轴线，则磁感应强度 B 的大小随 x 变化的图线是（　　）

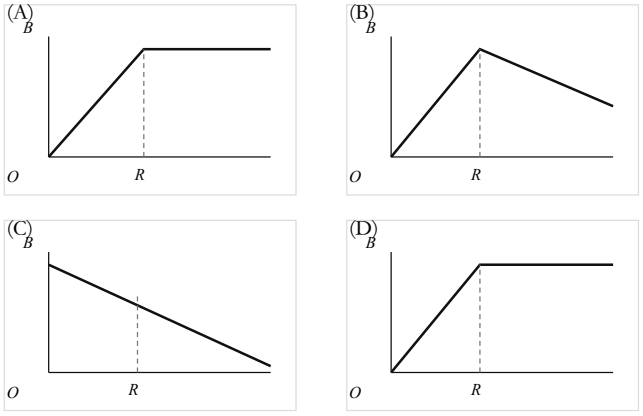


图 7

A. 柱内线性增大，柱外保持不变

B. 柱内线性增大，柱外按 $1/x$ 减小

C. 轴心处最大，向外单调减小

D. 柱内为零，柱外按 $1/x$ 减小

11. 一玻璃圆锥体，其表面附有一层折射率 $n_2 = 1.35$ 的油膜，玻璃折射率 $n_1 = 1.60$，油膜中心厚度为 $1\ \mu\text{m}$，边缘厚度趋近于零。用波长 $\lambda = 600\ \text{nm}$ 的单色光垂直照射，观察反射光干涉。若 $n_1 > n_2 > 1$，则油膜中心与边缘的明暗情况为（　　）

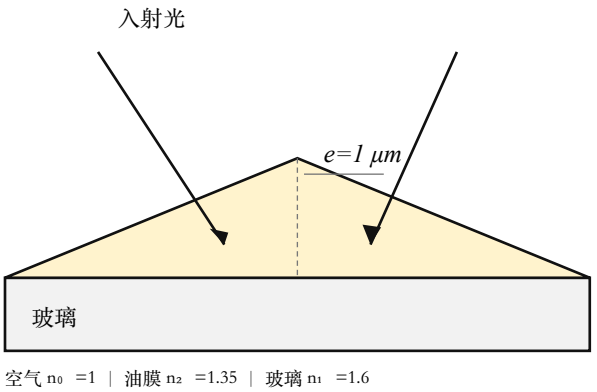


图 8

A. 边缘亮，中心暗　　B. 边缘暗，中心亮

C. 边缘与中心都亮　　D. 边缘与中心都暗

12. 在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 a 的单缝上，对应于衍射角 $\theta = 30^\circ$ 的方向，单缝处波阵面可分成 3 个半波带，则缝宽 a 为（　　）

A. $\dfrac{3}{2}\lambda$　　B. 2λ

C. $\dfrac{5}{2}\lambda$　　D. 3λ

13. 在迈克耳孙干涉仪的一支光路中，垂直插入一片折射率为 n 的透明薄膜，薄膜厚度为 d。若由此引起的光程差改变量为 2λ，则薄膜厚度 d 为（　　）

A. $\dfrac{\lambda}{2n}$　　B. $\dfrac{\lambda}{n-1}$

C. $\dfrac{2\lambda}{n-1}$　　D. $\dfrac{\lambda}{2(n-1)}$

14. 一束白光垂直照射到浮在水面上的油膜上，油膜折射率 $n_1 = 1.20$，海水折射率 $n_2 = 1.30$，油膜厚度 $e = 460\ \text{nm}$。则在反射光中加强的颜色主要是（　　）

A. 红色　　B. 绿色

C. 蓝色　　D. 黄色

15. 关于等倾干涉和牛顿环的干涉条纹，下列说法正确的是（　　）

A. 两者中心级次都最高，向外递减

B. 等倾干涉中心级次最高，向外递减；牛顿环中心级次最低，向外递增

C. 等倾干涉中心级次最低，向外递增；牛顿环中心级次最高，向外递减

D. 两者中心级次都最低，向外递增

16. 用波长为 λ 的单色平行光垂直照射一透射光栅，若希望看到更高级次的光谱线，可采用的办法是（　　）

A. 增大入射光波长　　B. 增大光栅常数

C. 减小光栅常数　　D. 减小光栅缝数

17. 波长为 λ_1 的单色光垂直入射到一单缝上，其第三级明纹中心与波长为 λ_2 的单色光的第四级明纹中心重合，则 λ_1/λ_2 为（　　）

A. $\dfrac{7}{9}$　　B. $\dfrac{9}{7}$

C. $\dfrac{5}{7}$　　D. $\dfrac{7}{5}$

18. 让光强为 I_0 的自然光通过两个偏振化方向正交的理想偏振片，此时透射光强为零。若将其中一个偏振片绕光的传播方向缓慢旋转 $180°$，则透射光强 I 随旋转角 θ 的变化为（　　）

A. 先减小后增大　　B. 先增大后减小，最后回到零

C. 单调增大　　D. 保持不变

19. 一束自然光自空气射向一块平板玻璃，如图所示。设入射角等于布儒斯特角 i_0，则在界面 2 的反射光（　　）

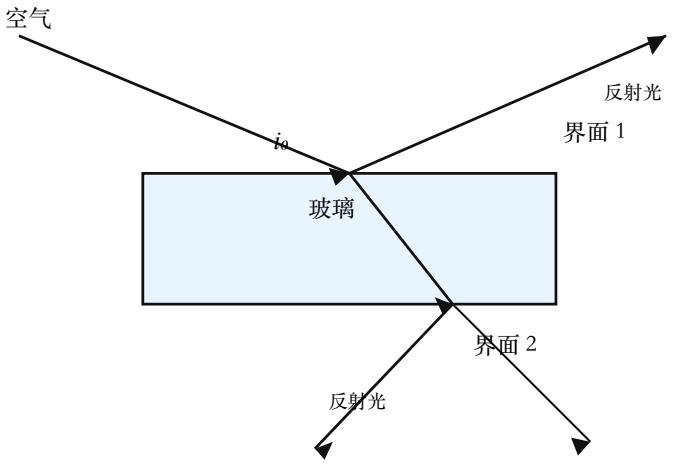


图 9

A. 是自然光　　B. 是完全偏振光，光矢量振动方向平行于入射面

C. 是完全偏振光，光矢量振动方向垂直于入射面　　D. 是部分偏振光

20. 以钠黄光垂直照射光栅，若仅增加光栅的缝数 N（光栅常数、缝宽和波长均不变），则同级光谱线将（　　）

A. 变窄、变亮　　B. 变宽、变暗

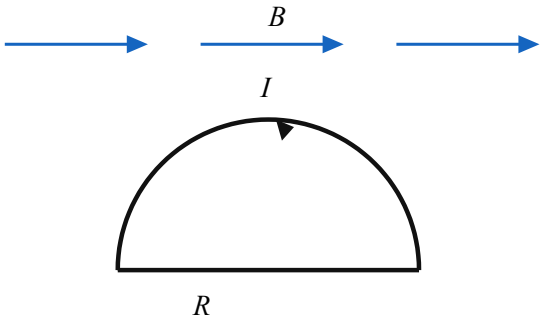
C. 宽度和亮度都不变　　D. 变窄、变暗

二、填空题（共 30 分）

21. 一质量为 $1\ \mathrm{kg}$ 的质点沿 x 轴运动，运动方程为 $x = 5t - 4t^2 + t^3$（SI 单位），在 0 到 $3\ \mathrm{s}$ 的时间间隔内，力 F 的冲量大小 $I =$ _____。

22. 一质点沿 x 轴作简谐振动，振幅为 A，周期 $T = 4\ \mathrm{s}$。$t = 0$ 时，质点在 $\dfrac{\sqrt{2}}{2}A$ 处向平衡位置运动，则质点第一次通过平衡位置的时刻 $t =$ _____。

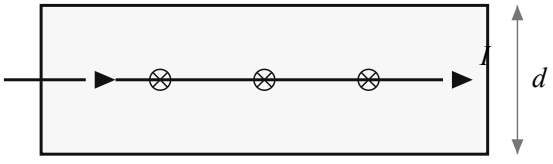
23. 有一半径为 R、通有电流为 I 的半圆闭合线圈。按图示方式置于均匀外磁场 $\vec{B}$ 中，磁场方向与线圈平面平行，则线圈所受磁力矩的大小 $M =$ _____。



半圆闭合线圈

图 10

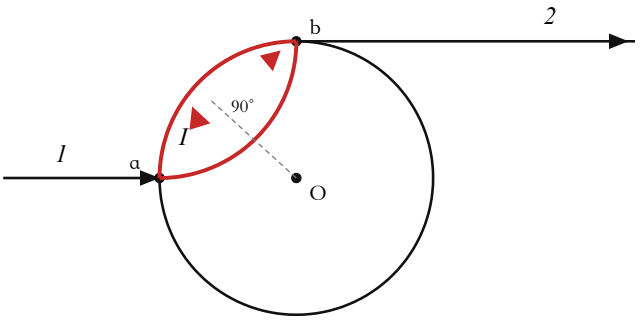
24. 在一霍耳效应的实验中，通过半导体的电流 I 和 $\vec{B}$ 的方向垂直（如图）。如果上表面的电势较高，则半导体中的载流子是 _____ 电荷；如果下表面的电势较高，则半导体中的载流子是 _____ 电荷。



B 垂直纸面向里（⊗）

图 11

25. 真空中，电流由长直导线 1 沿半径方向经 a 点流入一由电阻均匀的导线构成的半径为 R 的圆环，再由 b 点沿切向流出，经长直导线 2 返回电源。已知直导线上的电流强度为 I，$\angle aob = 90^\circ$，则圆心 O 点处的磁感应强度大小 $B =$ _____。



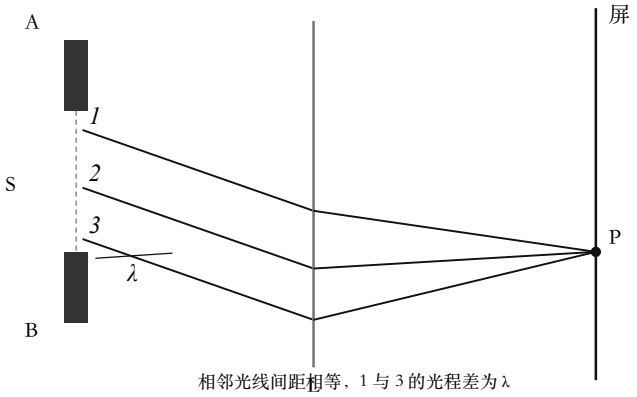
电流由导线 1 经 a 流入，由 b 沿切向流出

图 12

26. 在双缝干涉实验中，双缝间距 $d = 1.5\ \text{mm}$，缝到屏的距离 $D = 3\ \text{m}$，入射光波长 $\lambda = 600\ \text{nm}$。则屏上相邻明纹的间距 $\Delta x =$ _____。

27. 用波长 $\lambda = 700\ \text{nm}$ 的光垂直照射空气劈尖，测得相邻明纹间距为 $l = 0.25\ \text{cm}$。若在劈尖内充满某种透明液体，相邻明纹间距变为 $l' = 0.18\ \text{cm}$，则液体的折射率 $n =$ _____。

28. 在单缝夫琅禾费衍射示意图中，所画出的各条正入射光线间距相等。那么光线 1 与 3 在屏幕上 P 点相遇时的位相差为 _____，P 点应为 _____ 点（填“亮”或“暗”）。



相邻光线间距相等，1 与 3 的光程差为 λ

图 13

29. 汽车两前灯相距 $l = 1.22\ \mathrm{m}$，夜间人眼瞳孔直径 $D = 5.0\ \mathrm{mm}$，人眼敏感波长 $\lambda = 500\ \mathrm{nm}$。若只考虑人眼的圆孔衍射，试根据瑞利判据计算人眼刚能分辨上述两车灯时，人与汽车的距离 $S =$ _____ km。

30. 要使一束线偏振光的振动面旋转 90°，至少需要 _____ 个理想偏振片。

三、计算题（共 45 分）

31. 一质量为 M、长度为 L 的均匀细杆，可绕一端 O 点在竖直平面内转动，杆自然下垂。一质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射入杆的下端并嵌入其中。求：（1）子弹嵌入后瞬间，杆的角速度 ω；（2）杆此后向上摆动的最大偏角 $\theta_{\max}$。

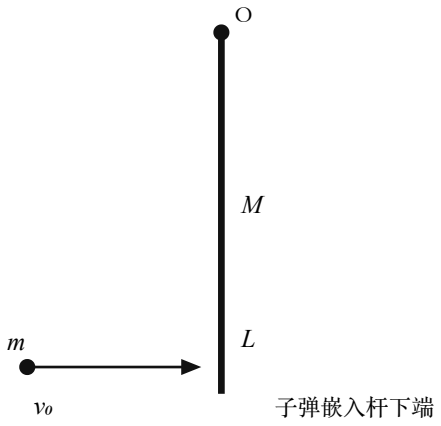


图 14

32. 在双缝干涉实验中，双缝间距 $d = 0.30\ \text{mm}$，缝到屏的距离 $D = 30\ \text{cm}$。用波长 $\lambda_1 = 400\ \text{nm}$ 和 $\lambda_2 = 600\ \text{nm}$ 的两种单色光同时垂直照射双缝。求：（1）两种光的明纹第一次重合时，分别是第几级明纹；（2）该重合点距中央明纹的距离。

33. 一平面透射光栅每厘米有 2000 条刻线，缝宽 $a = 2.0\ \mu\text{m}$。用波长 $\lambda = 600\ \text{nm}$ 的平行光垂直照射，透镜焦距 $f = 1.0\ \text{m}$。求：（1）单缝衍射中央明纹的线宽度；（2）在单缝衍射中央明纹范围内，能观察到几条光栅主极大。

四、证明题（共 15 分）

34. 如图，一无限长直导线通有交变电流 $I = I_0 \sin \omega t$，旁边有一与之共面的矩形导线框，长为 a（与直导线平行），宽为 b，近边到直导线的距离为 d。忽略线框的自感，证明线框中感应电动势的大小为 $\varepsilon = \dfrac{\mu_0 a}{2\pi} \ln \dfrac{d+b}{d} I_0 \omega \cos \omega t$，并讨论其方向。

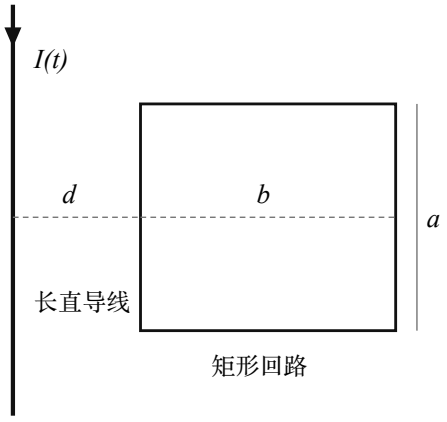


图 15