

物 理

本试卷分第 I 卷（选择题）和第 II 卷（非选择题）两部分。第 I 卷第 1 页至第 4 页，第 II 卷第 5 页至第 8 页。考试结束后，请将本试卷和答题卡一并交回。满分 100 分，考试用时 75 分钟。

第 I 卷（选择题，共 43 分）

注意事项：

1. 答题前，考生务必用黑色碳素笔将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号在答题卡上填写清楚。

2. 每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。在试题卷上作答无效。

一、单项选择题（本大题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的）

1. 在我国空间站的微重力环境中，一个质量为 0.4kg 的球形水珠以 4m/s 的水平速度垂直撞向特制疏水材料平板，碰撞后水珠以 2m/s 的速度反向弹回。以初速度方向为正方向，该水珠的动量变化量为
A. $-2.4\text{kg} \cdot \text{m/s}$
B. $0.8\text{kg} \cdot \text{m/s}$
C. $2.4\text{kg} \cdot \text{m/s}$
D. $-0.4\text{kg} \cdot \text{m/s}$
2. 《庄子·刻意》中对钓鱼这一古老文化有“就数泽，处闲旷，钓鱼闲处，无为而已矣”的记载。钓鱼时鱼漂受到扰动后会上下竖直振动，忽略水的阻力和水面波动影响，以竖直向上为正方向，某时刻开始鱼漂的振动图像（横坐标为时间 t ，纵坐标为位移 x ）如图 1 所示，则鱼漂

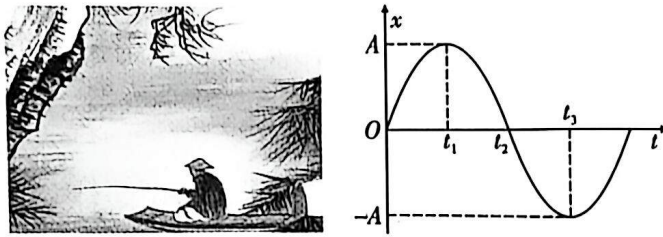


图 1

- A. 振动的振幅为 $2A$
- B. 在 t_1 时刻速度方向竖直向下
- C. 在 t_2 时刻动量最小
- D. 在 $t_2 \sim t_3$ 时间内所受到合力的冲量方向竖直向上
3. 2022 北京冬奥会短道速滑接力项目中（如图 2），“交棒”运动员乙滑行时，“接棒”运动员甲提前启动向前滑行；当乙追上甲后，乙用力向前推甲，使甲加速冲刺，同时乙的速度也发生变化。忽略冰面水平方向的作用力，下列关于甲、乙相互作用过程的说法正确的是



图 2

- A. 甲、乙组成的系统机械能守恒，水平方向动量守恒
- B. 甲、乙组成的系统机械能不守恒，水平方向动量不守恒
- C. 甲对乙的冲量与乙对甲的冲量大小相等、方向相同
- D. 甲的动量变化量与乙的动量变化量大小相等
4. 图 3 甲是用力传感器对单摆做小角度摆动过程进行测量的装置图，图乙是与力传感器连接的计算机屏幕所显示的 $F-t$ 图像，其中 F 的最大值 $F_{\max} = 1.02\text{N}$ ，已知摆球质量 $m = 100\text{g}$ ，重力加速度 g 取 9.8m/s^2 ， π^2 取 9.8 ，不计摆线质量及空气阻力。下列说法正确的是

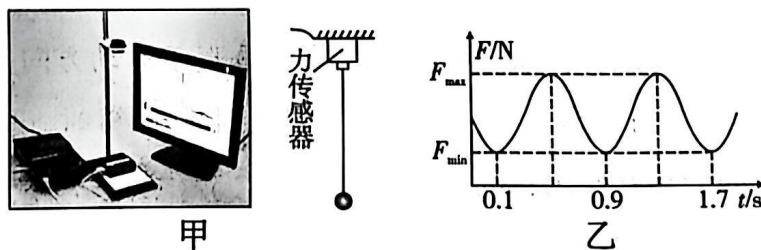


图 3

- A. 单摆周期为 0.8s
- B. 单摆摆长为 0.64m
- C. v 的最大值为 0.5m/s
- D. F 的最小值 $F_{\min} = 0.98\text{N}$

5. 如图 4, $OBCD$ 为半圆柱体玻璃的横截面, OD 为其直径。由 a 和 b 两束单色光组成的复色光沿 AO 方向从真空射入玻璃, 单色光 a 从 B 点射出、单色光 b 从 C 点射出。则下列说法中正确的是

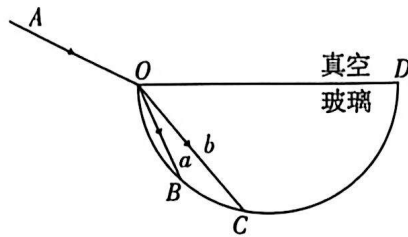


图 4

- A. 若 a 光为绿光, b 光可能为紫光
 B. 两束光在玻璃中传播的时间相等
 C. 玻璃对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率
 D. 光线从真空进入玻璃, a 、 b 光的频率均变大
6. 如图 5 所示为电流天平。它的右臂挂有一个矩形金属线圈, 匝数为 n , 底边长为 l , 下部悬在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 线圈平面与磁场方向垂直。当线圈中通有电流 I 时, 调节砝码使两臂达到平衡。下列说法正确的是

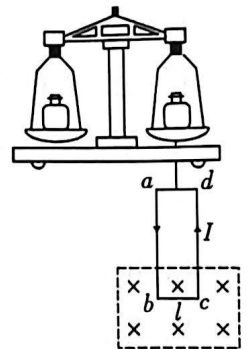


图 5

- A. 线圈受到的安培力大小为 BIl
 B. 线圈受到的安培力方向水平指向纸内
 C. 若发现左盘向上翘起, 则应减小线圈中的电流
 D. 若使电流大小不变而方向反向, 这时需要在左盘中增加砝码, 才能使两臂达到新的平衡
7. 科幻小说《三体》中描绘了三体舰队通过尘埃区被动减速的场景, 若要匀速通过尘埃区, 就需要飞船提供足够的动力。假设尘埃区每 1m^3 有 n 颗尘埃微粒, 每颗尘埃微粒的质量为 m_0 , 飞船进入尘埃区的速度为 v , 飞船垂直于运动方向上的最大横截面积为 S 。假设每颗尘埃微粒与飞船相碰后都附着在飞船上, 计算时, 取尘埃微粒的初速度为零, 忽略微粒间的相互作用, 则
- A. 单位时间内附着在飞船上的微粒数为 Sv
 B. 单位时间内附着在飞船上的微粒质量为 nSv^2m_0
 C. 飞船要保持速度不变, 所需推力大小为 nSv^2m_0
 D. 飞船要保持速度不变, 所需推力大小为 nSv^3m_0

二、多项选择题（本大题共 3 小题，每小题 5 分，共 15 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有错选的得 0 分）

8. 如图 6 所示，实线为艺术体操运动员舞动的彩带在 $t=0$ 时刻的波形（波形在竖直平面内且可视为正弦波），经过 0.3s 后，其波形如图中的虚线所示。已知该波的周期 T 大于 0.2s，则下列说法正确的是

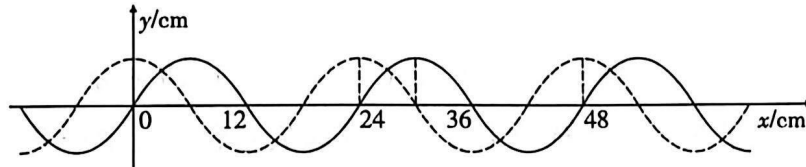


图 6

- A. 该波的波长为 24cm，周期不可能是 1.2s
 - B. 若该波沿 x 轴的负方向传播，则波速一定是 0.2m/s
 - C. 若该波沿 x 轴的正方向传播，则波速一定是 0.6m/s
 - D. 若该波沿 x 轴的正方向传播，在 $t=0.6$ s 时位于 12cm 的质点正朝 y 轴负方向运动
9. 光刻机是芯片制造的核心设备，我国已成功制造出 28nm 精度的浸润式深紫外（DUV）光刻机，同时更先进的极紫外（EUV）光刻机也在加紧研制。据悉，深紫外光在真空中的波长为 $\lambda_0=193\text{nm}$ 。浸润式光刻机工作时会在光源和硅片之间充满超纯水（折射率 $n=1.44$ ）以减小波长，提高分辨率。极紫外光在真空中的波长为 $\lambda_1=13.5\text{nm}$ ，且须在高真空环境中进行工作。规定分辨率提升的倍数为波长之比的倒数，则下列说法正确的是
- A. 对比真空，深紫外光在超纯水中的波速和频率都要降低
 - B. 极紫外光刻机的波长更小，不易发生明显的衍射，光刻精度更高
 - C. 深紫外光与极紫外光均为不可见光，故无法发生偏振现象
 - D. 极紫外光刻机相较于浸润式深紫外光刻机的分辨率提升了大约 10 倍
10. 如图 7 所示，一轻杆两端分别固定 a 、 b 两个半径相等的光滑金属球， a 球质量大于 b 球质量，整个装置放在光滑的水平面上，开始时 b 球离地高度为 H ，将此装置从图示位置由静止释放，则下列判断正确的是
- A. 在 b 球落地前的整个过程中，轻杆对 b 球做负功
 - B. 在 b 球落地前瞬间， b 球的速度大小为 $\sqrt{2gH}$
 - C. 在 b 球落地前的整个过程中，轻杆对 b 球的冲量竖直向上
 - D. 在 b 球落地前的整个过程中， a 、 b 及轻杆系统动量守恒、机械能守恒

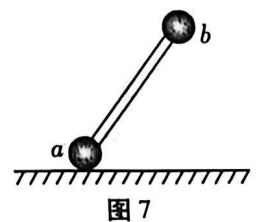


图 7

第 II 卷（非选择题，共 57 分）

注意事项：

第 II 卷用黑色碳素笔在答题卡上各题的答题区域内作答，在试题卷上作答无效。

三、填空、实验题（本大题共 2 小题，共 15 分）

11. (7 分) 用如图 8 甲所示的装置做“用双缝干涉测定光的波长”的实验，调节双缝的间距 $d=0.3\text{mm}$ 、双缝到光屏的距离 $L=1.20\text{m}$ ，接通电源使光源正常发光。

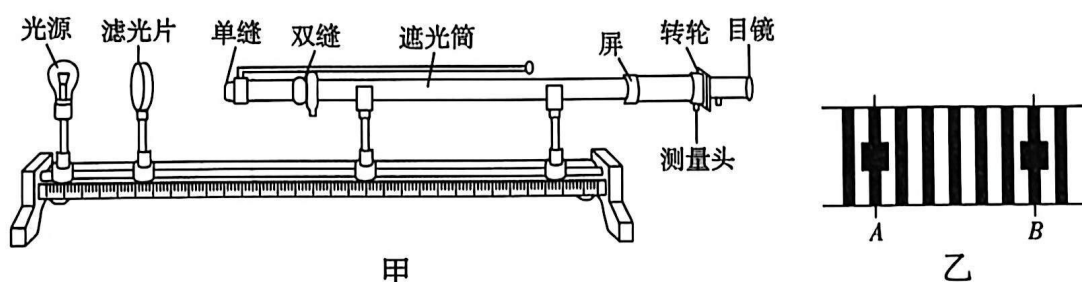


图 8

(1) 为了能从目镜中可以观察到干涉条纹，以下的操作必须的是_____。

- A. 单缝、双缝与遮光筒共轴，光源在轴线上
- B. 双缝的缝所在直线与单缝所在的直线垂直
- C. 滤光片必须靠近光源

(2) 用某滤光片时得到的干涉条纹如图乙所示，分划板在图乙中 A 位置时测量头的读数为 2.334mm 、在 B 位置时测量头的读数为 17.987mm ；则在本次实验中干涉条纹的条纹间距为_____mm，单色光的波长 $\lambda =$ _____nm。（结果均保留 3 位有效数字）

(3) 在该实验中，如果分别用红色和绿色的滤光片，装置的其他数据不变，在目镜中所观察到的条纹数量使用_____（填“红”或“绿”）色滤光片时较多。

12. (8 分) 如图 9 甲所示，某同学在家中为做验证动量守恒定律的实验，在水平桌面上用硬练习本做成一个斜面，使质量为 m_1 小钢球 1 从斜面上某一位置滚下与质量为 m_2 的小球 2 发生弹性正碰。其余操作如下：

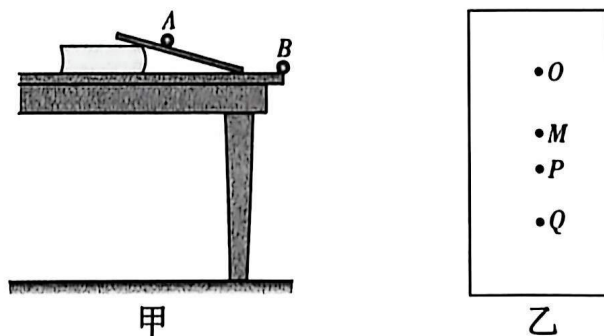


图 9

①把桌子搬到离竖直墙面一定距离处，保证小球离开桌面后能直接与墙面发生碰撞，确定墙面上与桌面等高的点 O ，在墙面上粘贴白纸和复写纸，用于记录小球与墙面的碰撞点。

②让小球 1 从斜面上 A 点无初速度释放，小球 1 从桌面边缘 B 点离开水平桌面后与墙面发生碰撞。

③在桌面边缘 B 点放置小球 2，让小球 1 再次从 A 点无初速度释放，小球 1 与小球 2 发生弹性正碰后与墙面发生碰撞。

④取下墙面上的白纸进行测量和分析。

请回答以下问题：

(1) 为顺利完成本实验，小球 1 和小球 2 的直径应该相同，同时两小球的质量还应满足 $m_1 > m_2$ 。两小球的质量满足 $m_1 > m_2$ 的目的是_____。

(2) 小球 1 从斜面上滚下时，小球与斜面间存在摩擦，斜面的摩擦对实验结果有无影响？_____（填“有”或“无”）。

(3) 白纸上所得记录如图乙所示，三个碰撞点标记为 M 、 P 、 Q ，则_____（填“ M ”“ P ”或“ Q ”）点为不放置小球 2 时小球 1 与墙面的碰撞点。

(4) 测得 O 与 M 、 P 、 Q 三点之间的距离为 l_1 、 l_2 和 l_3 ，如果满足_____，则说明小球 1 与小球 2 在碰撞中动量守恒。

四、计算题（本大题共 3 小题，共 42 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案不能得分。有数据计算的题，答案中必须明确写出数值和单位）

13. (9 分) 图 10 甲、乙分别为—列简谐横波在 $t = 4\text{s}$ 时的波形图和平衡位置在 $x = 2.5\text{m}$ 处质点的振动图像。求：

(1) 波的传播方向及波速大小；

(2) 前 2s 内平衡位置在 $x = 2.5\text{m}$ 处质点运动的路程。

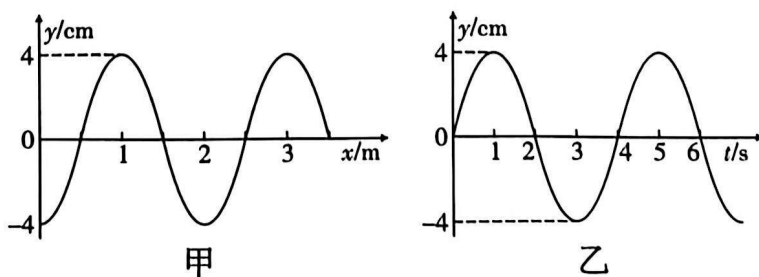


图 10

14. (14分) 如图 11 所示, 在倾角 $\theta=37^\circ$ 的光滑固定斜面上有一根长为 $L=0.5\text{m}$ 、质量为 $m=1\text{kg}$ 的通电导体棒, 电流大小为 $I=2\text{A}$, 方向垂直纸面向外, 导体棒用平行于斜面的轻绳拴住不动, 整个装置放在方向竖直向上的磁场中, 磁感应强度 B 随时间变化规律为 $B=0.5t$, 设 $t=0$ 时 $B=0$, g 取 10m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$ 。

(1) 求 $t=2\text{s}$ 时轻绳的拉力为多大?

(2) 当磁感应强度大小为 2.5T 时, 将磁场方向变为垂直斜面向上, 同时剪断轻绳, 求此时导体棒的加速度。

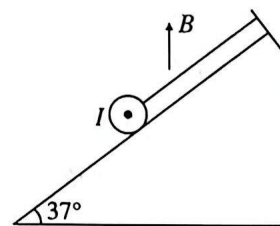


图 11

15. (19分) 如图12所示, 两个半径为 1.8m 、质量均 2kg 、内外表面光滑的四分之一圆弧槽 A 、 B 并排放置在光滑的水平面上, 末端均水平, A 槽的左端紧靠着墙壁, B 槽的左端紧靠着 A 槽。一个质量为 1kg 的小球(可视为质点)从圆弧槽 A 的最高点静止释放, 重力加速度 g 取 10m/s^2 。求:
- (1) 小球到达 A 槽最低点时受到的弹力大小;
 - (2) 小球在 B 槽内能达到的最大高度(相对圆弧槽的最低点);
 - (3) 若小球从圆弧槽 A 的最高点释放时动能为 54J , 则 B 槽能达到的最大速度为多少?

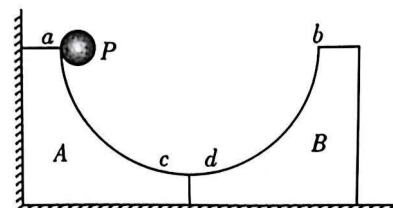


图 12

贵阳市七校 2027 届高三二年级联合考试（二）

物理参考答案

第 I 卷（选择题，共 43 分）

选择题（本大题共 10 小题，共 43 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 5 分，全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	D	D	B	B	D	C	CD	BD	BC

【解析】

1. $\Delta p = p_{末} - p_{初} = -0.8\text{kg} \cdot \text{m/s} - 1.6\text{kg} \cdot \text{m/s} = -2.4\text{kg} \cdot \text{m/s}$ ，故选 A。
2. 振幅是振动物体离开平衡位置的最大距离，由振动图像可知，鱼漂振动的振幅为 A ，并非 $2A$ ，故 A 错误。在振动图像中，斜率表示速度。 t_1 时刻，图像的斜率为 0，说明此时鱼漂的速度为 0，故 B 错误。动量 $p = mv$ ， t_2 时刻鱼漂位于平衡位置，速度最大，根据 $p = mv$ ，此时动量最大，并非最小，故 C 错误。根据动量定理，合外力的冲量等于动量的变化量，即 $I = \Delta p$ 。在 $t_2 \sim t_3$ 时间内，鱼漂的速度从最大（方向竖直向下）减小到 0，动量变化量方向竖直向上，所以合外力的冲量方向竖直向上，故 D 正确。
3. 机械能守恒的条件是只有重力/弹力做功，甲、乙相互作用时，乙对甲的推力（内力）做功，系统机械能不守恒；水平方向忽略冰面作用力，系统水平方向合外力为零，因此水平方向动量守恒，故 A 错误。由 A 的分析可知，系统机械能不守恒，但水平方向动量守恒，故 B 错误。根据牛顿第三定律，甲对乙的作用力与乙对甲的作用力是相互作用力，大小相等、方向相反；冲量 $I = Ft$ （作用时间 t 相同），因此甲对乙的冲量与乙对甲的冲量大小相等、方向相反，故 C 错误。根据动量定理，合外力的冲量等于动量变化量（ $I = \Delta p$ ）；甲、乙间相互作用力的冲量大小相等，因此甲的动量变化量与乙的动量变化量大小相等（方向相反），故 D 正确。
4. 单摆小角度摆动时，摆球在最低点拉力最大，在最高点拉力最小。从 $F-t$ 图像看，相邻两个 F_{max} 的时间间隔为半个周期（从最低点到最高点再回到最低点）。图像中相邻 F_{max} 间隔为 0.8s，则周期 $T = 1.6\text{s}$ ，故 A 错误。由单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ，已知

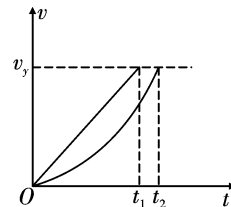
$\pi^2 = 9.8$, $g = 9.8\text{m/s}^2$, $T = 1.6\text{s}$, 代入得 $L = 0.64\text{m}$, 故 B 正确。最低点时拉力最大, 由向心力公式 $F_{\max} - mg = \frac{mv^2}{L}$, 代入数据解得 $v \approx 0.506\text{m/s}$, 故 C 错误。最高点时拉力最小, 此时摆球速度为 0, 拉力 $F_{\min} = mg \cos \theta$ (θ 为最大摆角)。因 $\theta \neq 0$, $\cos \theta < 1$, 故 $F_{\min} < mg = 0.98\text{N}$, 故 D 错误。

5. 由图可知, 两束光入射角相同, a 光的折射角小于 b 光的折射角。根据折射定律 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ (θ_1 为入射角, θ_2 为折射角), 折射角越小, 折射率 n 越大。因此, 玻璃对 a 光的折射率大于 b 光, 紫光的折射率大于绿光, 若 a 光为绿光, b 光的折射率更小, 不可能是紫光, 故 A、C 错误。光在玻璃中的传播速度 $v = \frac{c}{n}$ (c 为真空中光速)。设半圆柱体半径为 R , 光在玻璃中传播的距离 $s = 2R \sin \theta_2$ (由几何关系, 折射光线为弦长), 则传播时间 $t = \frac{s}{v}$, 结合折射定律 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ (入射角 θ_1 相同), 可得 $t = \frac{2R \sin \theta_1}{c}$ 。因此, 两束光在玻璃中传播的时间相等, 故 B 正确。光的频率由光源决定, 与介质无关。因此, 光线从真空进入玻璃, a 、 b 光的频率不变, 故 D 错误。
6. 线圈匝数为 n , 每匝导线在磁场中都受安培力, 总安培力大小为 $F = nBIl$, 故 A 错误。根据左手定则: 伸开左手, 让磁感线穿过手心 (磁场方向垂直纸面向里, 手心向外), 四指指向电流方向 (线圈中电流方向为 $b \rightarrow c$, 则大拇指指向竖直向上, 即安培力方向竖直向上, 故 B 错误。左盘向上翘起, 说明右盘 (挂线圈的一侧) 受安培力偏小。线圈受竖直向上的安培力, 若减小电流 I , 安培力 $F = nBIl$ 减小, 左盘会更翘起, 故 C 错误。电流反向后, 安培力方向变为竖直向下, 右盘受力增大。为使天平平衡, 需在左盘增加砝码 (增大左盘受力), 才能使两臂重新平衡, 故 D 正确。
7. 飞船速度为 v , 横截面积为 S , 单位时间内飞船扫过的尘埃体积为 $V = Svt$, $t = 1\text{s}$ 时, $V = Sv$, 尘埃区密度为每立方米 n 颗, 单位时间内碰撞的微粒数 $N = nSv$ 。单位时间内附着的微粒总质量 $\Delta m = nSvm_0$, 故 A、B 错误。微粒初速度为 0, 附着后与飞船共速 v , 由动量定理, 有 $F\Delta t = \Delta p$ 。单位时间内 ($\Delta t = 1\text{s}$), 动量变化 $\Delta p = \Delta mv$ 。故推力 $F = nSv^2m_0$, 故 C 正确, D 错误。
8. 由波形图可知其波长为 24cm , 不过由于波的传播方向和周期不确定, 需要对问题分类讨论: 已知波的周期 T 大于 0.2s , 若该波沿 x 轴的负方向传播, 可得 $0.3 = \frac{T}{4} + nT$, 此时 $n = 0$ 或

1. 解得 $T = 1.2\text{s}$ 或 0.24s , 对应波速分别为 0.2m/s 和 1m/s 。若该波沿 x 轴的正方向传播, 可得 $0.3 = \frac{3T}{4} + nT$, 此时 $n = 0$, 解得 $T = 0.4\text{s}$, 对应波速为 0.6m/s 。故选 C、D。

9. 同种光在不同介质中传播时的频率不变, 故 A 错误。波长越小则越不易发生衍射现象, 因此会提升光刻机的光刻精度, 故 B 正确。光是横波, 无论频率如何均可以发生偏振, 故 C 错误。由题意可知深紫外光刻机的实际工作波长 $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$, 极紫外光刻机比深紫外光刻机分辨率提升的倍数 $N = \frac{\lambda}{\lambda_1}$, 结果约等于 10, 故 D 正确。

10. 在 b 球落地前的整个过程中, b 在竖直方向有加速度, 系统竖直方向的合外力不为零, 而水平方向不受外力, 所以系统的合外力不为零, 系统的动量不守恒, 由于只有重力做功, 所以系统的机械能守恒, 故 D 错误。对两球及杆系统, 根据系统水平方向动量守恒知, 系统初始动量为零, 则在 b 球落地前瞬间, a 球的速度必定为零, 根据系统的机械能守恒得 $mgH = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 b 球的速度大小为 $v = \sqrt{2gH}$, 故 B 正确。设杆对 a 球做功为 W_1 , 对 b 球做功为 W_2 , 系统机械能守恒, 则除了重力之外的力做功之和必定为零, 即 $W_1 + W_2 = 0$, 对 a 球, 由动能定理可知 $W_1 = 0$, 故 $W_2 = 0$, 故 A 错误。对 b 球, 水平方向上动量变化量为零, 由动量定理可知, 杆对 b 球的水平冲量为零, 在竖直方向上, 根据系统机械能守恒可知, b 落地时速度与只在重力作用下落地时的速度一样, 如图所示, 图像中斜线为 b 球自由落体运动的图线, 曲线为 b 球实际在竖直方向的运动图线, 在竖直方向上运动的位移与落地速度相同, 对比可知 b 球落地所用时间相对自由落体运动的时间要长, 重力的冲量大于自由落体过程重力的冲量, 可知杆对 b 球竖直方向的冲量必定不为零, 且冲量方向竖直向上, 故 C 正确。



第 II 卷 (非选择题, 共 57 分)

三、填空、实验题 (本大题共 2 小题, 共 15 分)

11. (除特殊标注外, 每空 2 分, 共 7 分)

(1) A (1 分)

(2) 2.61 653 或 652

(3) 绿

【解析】(1) 单缝、双缝与遮光筒共轴，光源在轴线上，能保证光线沿轴线传播，形成清晰的干涉条纹，必须操作。双缝的缝所在直线应与单缝所在直线平行（而非垂直），才能让单缝的衍射光均匀照亮双缝，形成干涉，不需要此操作。滤光片的作用是获得单色光，只要在光路中即可，不一定要靠近光源，非必须操作。综上，故选 A。

(2) 计算条纹间距 Δx ：分划板在 A、B 位置间有 6 个条纹间距（从图乙可判断，A 到 B 跨越 6 个条纹），因此 $\Delta x = \frac{17.987\text{mm} - 2.334\text{mm}}{6} \approx 2.61\text{mm}$ ，由双缝干涉公式 $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ ，

变形得 $\lambda = \frac{\Delta x d}{L}$ ，代入数据得 $\lambda \approx 653\text{nm}$ 。

(3) 双缝干涉中，条纹间距 $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ ，红光波长大于绿光波长，因此红光的条纹间距更大。在光屏（目镜观察范围）长度一定时，条纹间距越大，条纹数量越少；反之，条纹间距越小，条纹数量越多。因此，用绿色滤光片时，条纹数量较多。

12. (每空 2 分，共 8 分)

(1) 保证入射小球不反弹

(2) 无

(3) P

$$(4) \frac{m_1}{\sqrt{l_2}} = \frac{m_1}{\sqrt{l_3}} + \frac{m_2}{\sqrt{l_1}}$$

【解析】(1) 质量要求 $m_1 > m_2$ ，是为了防止入射小球碰撞后反弹。（若 $m_1 < m_2$ ，入射小球可能反弹，导致平抛初速度方向改变，无法通过竖直位移间接验证动量守恒）

(2) 实验中，我们只需保证入射小球每次从同一高度由静止滑下，就能保证碰撞前的初速度相同（摩擦力的影响可通过“同一轨道、同一高度”消除）。因此，轨道的粗糙程度对实验结果无影响。

(3) 不放置被碰小球 2 时，入射小球做平抛运动的落点为 P；碰撞后，入射小球速度减小，落点为 Q；被碰小球从静止开始平抛，落点为 M。

(4) 小球做平抛运动时水平方向： $x = vt$ （ x 为桌面到墙面的水平距离，恒定）；竖直方向： $y = \frac{1}{2}gt^2$ 。联立两式消去 t ，得速度 $v = x\sqrt{\frac{g}{2y}}$ 。可见，速度与 $\frac{1}{\sqrt{y}}$ 成正比（ x 、 g 为常量）。

动量守恒的表达式为 $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$ 。代入速度与竖直距离的关系，最终得到动量守恒

的验证式为 $\frac{m_1}{\sqrt{l_2}} = \frac{m_1}{\sqrt{l_3}} + \frac{m_2}{\sqrt{l_1}}$ 。

四、计算题（本大题共3小题，共42分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后结果的不能得分。有数据计算的题，答案中必须明确写出数值和单位）

13. (9分)

解：(1) 由图可知，在 $t = 4\text{s}$ 时刻 $x = 2.5\text{m}$ 处的质点向上振动，可知波沿 x 轴负方向传播

①

该简谐横波的波长为 $\lambda = 2\text{m}$ ，周期为 $T = 4\text{s}$

②

则波的传播速度为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2}{4}\text{m/s} = 0.5\text{m/s}$

③

(2) 因为 $2\text{s} = \frac{T}{2}$ ，所以质点运动的路程为

$s = 2A = 2 \times 4\text{cm} = 8\text{cm}$

④

评分标准：本题共9分。正确得出④式给3分，其余各式各给2分。

14. (14分)

解：(1) 由磁场变化规律 $B = 0.5t$ ，当 $t = 2\text{s}$ 时

$B = 0.5t = 0.5 \times 2\text{T} = 1\text{T}$

①

安培力大小 $F_{\text{安}1} = BIL$

②

代入数据得 $F_{\text{安}1} = 1\text{N}$

③

对导体棒进行受力分析，设轻绳拉力为 T 。

沿斜面方向平衡方程： $T = mg \sin \theta + F_{\text{安}1} \cos \theta$

④

代入数据得 $T = 6.8\text{N}$

⑤

(2) 当磁感应强度大小为 2.5T 时，由左手定则得安培力方向沿斜面向下，大小为

$F_{\text{安}2} = BIL = 2.5\text{N}$

⑥

对导体棒受力分析，有 $mg \sin \theta + F_{\text{安}2} = ma$

⑦

代值得 $a = 8.5\text{m/s}^2$ ，方向沿斜面向下

⑧

评分标准：本题共14分。正确得出①、③式各给1分，其余各式各给2分。

15. (19分)

解：(1) 小球运动到最低点过程中， A 、 B 均保持静止，根据动能定理可得

$mgR = \frac{1}{2}mv_0^2$

①

小球运动到最低点时的速度大小为 $v_0 = \sqrt{2gR}$

②

根据牛顿第二定律有 $F - mg = m\frac{v_0^2}{R}$

③

解得 $F = 30\text{N}$ ④

(2) 小球滑到 B 槽后 A 依然保持静止, B 开始向右运动, 由于小球和 B 槽组成的系统水平方向上不受外力, 则水平方向动量守恒, 当小球在 B 槽内运动到最大高度时, 二者水平速度相同, 取向右为正方向, 设共同速度为 v , 根据动量守恒可得

$$mv_0 = (m + M)v \quad \text{⑤}$$

对小球和 B 槽组成的系统, 根据机械能守恒定律可得

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(m + M)v^2 + mgh \quad \text{⑥}$$

联立解得 $h = 1.2\text{m}$ ⑦

(3) 小球运动到最低点, 根据动能定理可得

$$mgR = \frac{1}{2}mv_1^2 - E_k \quad \text{⑧}$$

由题意可知, 小球再次运动到 B 槽最低点时, B 槽速度最大, 设小球再次运动到 B 槽最低点时速度为 v_2 , 此时 B 槽速度为 v_3 , 根据水平方向动量守恒可得

$$mv_1 = mv_2 + Mv_3 \quad \text{⑨}$$

对小球和 B 槽组成的系统, 根据机械能守恒定律可得

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}Mv_3^2 \quad \text{⑩}$$

联立解得 $v_3 = 8\text{m/s}$ ⑪

评分标准: 本题共 19 分。正确得出②、④、⑦式各给 1 分, 其余各式各给 2 分。