

辽宁省名校联盟 2026 年高考模拟卷(信息卷)

物理(四)

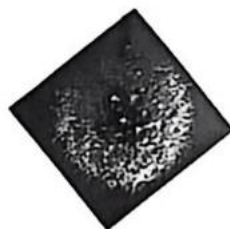
本试卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。

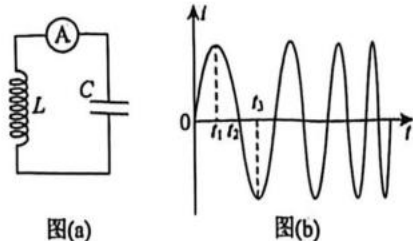
注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡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。答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

一、选择题:本题共 10 小题,共 46 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 6 分,全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

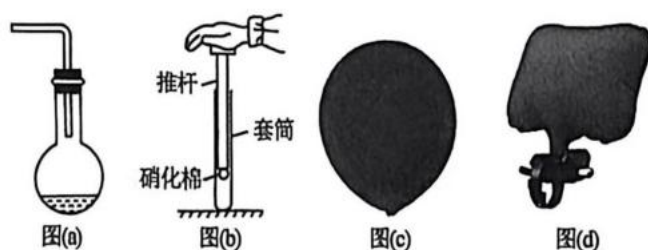
1. 冰壶比赛中,运动员需要在冰壶第二段运动过程中持续刷冰,从而改变其加速度。假设冰壶在 $t=0$ 时以某一初速度滑出,4 s 后开始刷冰,0~4 s 内的位移与 4~16 s 内的位移之比为 5:6,且 16 s 末速度刚好减为零,若冰壶在这两个时间段的运动过程均可视为匀变速直线运动,则前 4 s 与后 12 s 冰壶的加速度之比为
A. 2:3 B. 3:2 C. 2:15 D. 5:12
2. 下列关于磁场和磁感线的描述,正确的是
A. 磁场是真实存在的物质,而磁感线并不存在
B. 磁感线的分布可以相交,但不能相切
C. 磁感线从磁体的 N 极出发,终止于 S 极
D. 只有通电导线和永磁铁周围才存在磁场
3. 如图所示,将蒲公英的球状冠毛泡到水里,表面的绒毛将水撑开,形成了一个保护罩,再拿出来,绒毛还能保持干燥,原因是
A. 蒲公英的材质更容易使水汽化
B. 水可浸润绒毛,且无水的表面张力作用
C. 水可浸润绒毛,同时有水的表面张力作用
D. 水不浸润绒毛,同时有水的表面张力作用
4. 某同学在探究 LC 振荡电路中电流随时间的变化关系的实验,电路图如图(a)所示。当向线圈中插入或拔出铁芯时,会引起 LC 电路中电流的变化。在某次实验中,振荡电路中的电流随时间的变化情况如图(b)所示,下列说法正确的是





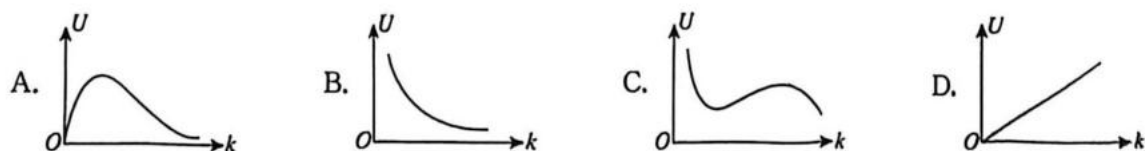
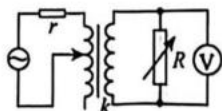
- A. 根据图(b)可知,铁芯正在插入线圈
 B. $t_1 \sim t_2$ 过程,线圈中的自感电动势变小
 C. $t_1 \sim t_2$ 过程,电容器 C 极板的电荷量增大
 D. $t_2 \sim t_3$ 过程,电场能在逐渐增大

5. 下列实验操作、实验现象(气体均视为理想气体且所有装置密闭性良好)与描述完全对应且正确的是

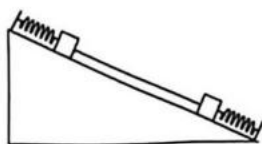


选项	序号	操作	现象	涉及物理知识描述
A	图(a)	向装有少量水的封闭玻璃瓶内打气	橡胶塞跳出,瓶内出现白雾	橡胶塞跳出的瞬间,气体内能减小量大于对外做的功,内能减小,温度降低
B	图(b)	推杆前端粘有硝化棉,猛推推杆,插入套筒封闭空气	硝化棉燃烧	猛推推杆的过程中,外界对气体做功,气体对推杆不做功,内能增大,温度升高
C	图(c)	充气气球在太阳下暴晒后	气球温度升高,体积增大	外界对气球做功,从外界吸收热量,内能增大
D	图(d)	高压封闭救生气囊与人一起在泳池中上浮(水温及外界大气压不变)	体积增大,温度不变	气囊内部气压减小,气体对外界做功,从水中吸热,内能不变

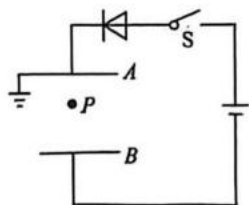
6. 某小组同学利用实验室中的变压器、学生电源(内阻不计)、数字多用电表(理想电表)和电阻箱,进行探究变压器原线圈串联电阻 r 时,电压表的示数 U 与原副线圈匝数比 k 的关系。电路如图所示,步骤如下:保持电阻箱的阻值 R 不变,改变原副线圈的匝数比,记录电阻箱两端的电压 U 及相应的原副线圈的匝数比 k ,然后绘制出 $U-k$ 图像,下列 $U-k$ 图像可能正确的是



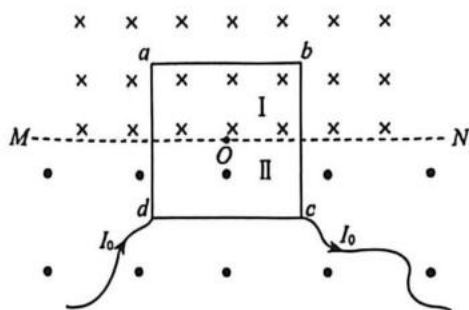
7. 如图所示,两个相同的轻质弹簧分别固定在光滑斜面的上下两端,另一端分别连接一个质量均为 m 的物块,两物块用轻绳连接,系统处于静止状态,此时轻绳保持伸直,且拉力为零。已知该弹簧的劲度系数为 k ,弹簧弹性势能为 $E_p = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$ (Δx 为形变量)。现用力将下面的物块沿斜面向下移动距离 x 后由静止释放,则在物块由静止向上运动到最远距离的过程中(弹簧始终在弹性限度内),下列说法正确的是



- A. 两物块间轻绳的拉力随物块的上移而增大
 B. 下面的物块在最高点的加速度大小为 $\frac{kx}{2m}$
 C. 两个物块在上移的过程中,最大速度为 $x\sqrt{\frac{k}{m}}$
 D. 若初始下移距离 x 增大,则物块上移的时间变长
8. 我国科学家狄增峰团队成功研制出一种人造蓝宝石作为绝缘介质的晶圆,这种材料具有卓越的绝缘性能,即使在厚度仅为 1 纳米时也能有效阻止电流泄露,为开发低功耗芯片提供了重要的技术支持。如图所示,直流电源与一平行板电容器、理想二极管连接,电容器 A 板接地。闭合开关,电路稳定后,一带电油滴位于电容器中的 P 点恰好处于静止状态。下列说法正确的是



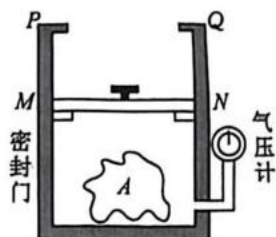
- A. 该带电油滴带负电
 B. B 板下移,油滴将继续保持静止状态
 C. 减小极板间的正对面积, P 点的电势升高
 D. 两板间插入人造蓝宝石的过程中,电路中有电流
9. 光滑绝缘水平桌面上有一材质均匀、边长为 L 的正方形金属线框 $abcd$,俯视图如图所示,虚线 MN 过正方形中心 O 且平行 ab 边,虚线 MN 一侧存在垂直桌面向下的匀强磁场 I,磁感应强度大小为 B_0 ,虚线 MN 另一侧存在垂直桌面向上的匀强磁场 II。用轻质软导线连接金属线框的 d 点和 c 点,并通入恒定电流 I_0 ,线框刚好能够保持平衡,忽略轻质软导线对线框的作用,下列说法正确的是



- A. 匀强磁场 II 的磁感应强度大小为 $\frac{B_0}{3}$
- B. 线框 ab 边受到的安培力大小为 $\frac{B_0 I_0 L}{3}$
- C. 若将线框垂直虚线 MN 移动一段距离 d ($d < \frac{L}{2}$), 则线框仍能保持平衡
- D. 若将线框在水平桌面内绕中心 O 转动角度 θ ($0^\circ < \theta < 45^\circ$), 则线框仍能保持平衡
10. 目前, 我国已有近千颗卫星在轨运行。质量为 m 的某卫星发射初期先进入近地圆轨道稳定运行, 后在近地点进行加速进入椭圆轨道, 在椭圆轨道的远地点再次加速后, 进入预定圆轨道稳定运行。已知卫星近地圆轨道半径为 R , 预定圆轨道半径为 $2R$, 地球表面的重力加速度为 g 。若仅考虑地球引力, 取无穷远处势能为零; 则该卫星距离地心 r 处的引力势能表达式为 $mgR^2 \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$ ($r \geq R$)。不考虑地球自转, 且除近地点和远地点外, 其余位置发动机不提供动力, 则
- A. 卫星在椭圆轨道近地点的速率为 $\sqrt{\frac{gR}{3}}$
- B. 第一次点火时卫星获得的机械能为 $\frac{1}{6} mgR$
- C. 卫星在预定圆轨道上稳定的运行速率为 $\sqrt{\frac{gR}{2}}$
- D. 第一次点火和第二次点火卫星增加的机械能之比为 $1:1$

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 54 分。

11. (8 分) 为了测量一些形状不规则而又不便浸入液体的固体体积, 某同学用气压计连通一个带有密封门的导热汽缸做成如图所示的装置, 汽缸中 PQ 、 MN 两处设有固定卡环, 厚度可忽略、密封良好的活塞可在其间无摩擦的滑动且不漏气。已知卡环 MN 下方汽缸的容积为 V_0 , 外界温度恒定, 大气压强为 p_0 , 忽略气压计管道的容积。



(1)首先测量整个汽缸的体积,打开密封门,将活塞放至卡环 MN 处,然后关闭密封门,将活塞从卡环 MN 处缓慢拉至卡环 PQ 处,此时气压计的示数 $p_1 = \frac{2}{3}p_0$,该过程中,内部气压减小的原因是_____ (填“分子的平均动能减小”“分子的数密度减小”或“平均每个分子对器壁的作用力减小”)。

(2)由上述操作可得活塞在 PQ 处时汽缸的容积 $V_1 =$ _____。

(3)打开密封门,将待测固体 A 放入汽缸中,将活塞放至卡环 MN 处,然后关闭密封门,将活塞从卡环 MN 处缓慢拉至卡环 PQ 处,此时气压计的示数 $p_2 = \frac{3}{5}p_0$,待测物体 A 的体积 $V =$ _____。

12. (8分)光照强度对植物的生长具有显著影响。无论是光照过强还是过弱,都不利于植物的正常生长。根据家中某植物的光照需求,某同学设计了一套光控电路,实时显示光照强度(通过改装的电流表显示)。

该光控电路的组成如图(a)所示,可以选用的器材有:

电源 E_1 (电动势 1.5 V, 内阻不计)

电源 E_2 (电动势 5 V, 内阻不计)

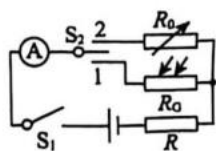
电流表 A (量程 0~20 μ A, 内阻约 500 Ω)

定值电阻 R (70 k Ω)

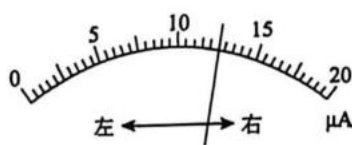
光敏电阻 R_G

电阻箱 R_0

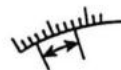
开关(单刀单掷开关和单刀双掷开关各一个)和导线若干



图(a)



图(b)



示例

(1)测量不同光照强度对应的光敏电阻的阻值。

该同学在网上查阅植物对光照强度的适应范围,利用实验室提供的照明系统,测量不同光照条件下光敏电阻的阻值。首先闭合开关 S_1 ,将开关 S_2 拨至 1,分别调整不同的光照强度,在调整“适中”环境的最小光照值时,电流表示数如图(b)所示 $I =$ _____ μ A,随后将开关 S_2 拨至“2”,调节电阻箱 R_0 。至 100 k Ω 时,电流表的示数仍为 I ,则表格中空白处的电阻为 $R =$ _____ k Ω 。采用相同的方法,测得不同光照条件下光敏电阻的阻值及相应的电流值(部分数据未给出),如下表所示。根据表格所提供的数据及所提供的器材可知,实验中选用电源是 _____ (填写对应的器材符号)。

光照强度	暗	偏暗	适中	偏亮	亮
$R_C/k\Omega$	~	~	50~_____	10~50	<10

(2)改装电流表。

①保持开关 S_2 拨向 2, 调节电阻箱的阻值为 $50\text{ k}\Omega$, 记录电流表的示数 I_0 ; 再调节电阻箱的阻值为 R , 记录电流表的示数 I , 在该区间标上“适中”。

②同样调整电阻箱的阻值, 分别标上“暗、偏暗、偏亮和亮”区间, “偏亮”应标在“适中”_____ (填“左侧”或“右侧”)。

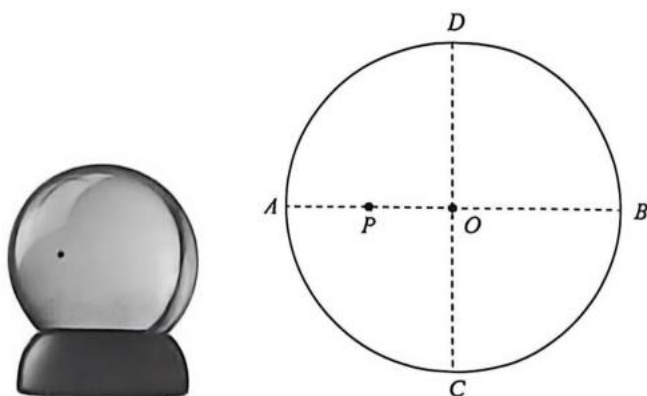
③最后, 将开关拨向 1, 该电流表改装完毕。

(3)请仿照示例, 根据计算结果, 在图(b)电流表上标出“适中”对应的大致范围。

13. (10分)水晶球是利用天然水晶加工成的一种透明球形摆件。某水晶球过圆心 O 的截面如图所示, 其中 AB 与 CD 为互相垂直的两条直径。半径 AO 的中点 P 处有一个点光源, 已知从 D 点折射出的光线的反向延长线刚好交于 A 点, 不考虑水晶球内的反射光线。

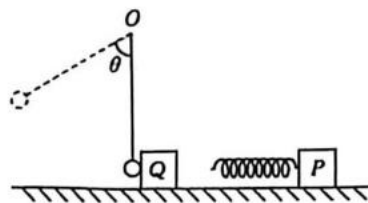
(1)求该水晶球的折射率;

(2)光线从球面射出时, 设折射角为 α , 求 $\sin \alpha$ 的最大值。



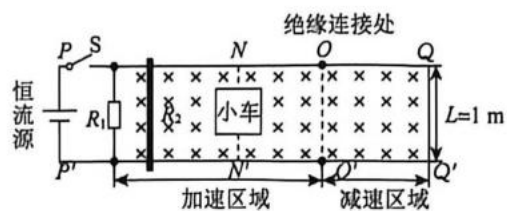
14. (12分) 如图所示, 在足够长的光滑水平面上静止着两个物块 P 和 Q , 物块 P 与轻弹簧右端连接。一个小球被一根不可伸长的轻质细线悬挂于 O 点正下方, 轻靠在物块 Q 的左侧。现将细线拉直到与竖直方向夹角 $\theta=60^\circ$ 位置时, 由静止释放小球, 小球运动到最低点时与物块 Q 发生碰撞(碰撞后将小球撤去), 碰撞的恢复系数为 $e=0.5$ (定义式为 $e=\frac{v_2-v_1}{v_{10}-v_{20}}$, 其中 v_{10} 和 v_{20} 是碰前两物体的速度, v_1 和 v_2 是碰撞后两物体的速度), 已知细线长 $L=0.9\text{ m}$, 小球和物块 P 的质量均为 m , 物块 Q 的质量为 $\frac{m}{2}$, 球、物块均可视为质点, 弹簧始终处于弹性限度内, 不计空气阻力, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。求:

- (1) 碰撞后物块 Q 的速度大小;
- (2) 物块 P 最大速度的大小;
- (3) 小球与物块 Q 碰撞后, 物块 Q 最小速度的大小。



15. (16分)某物理小组模拟游乐园的儿童飞车,制作了如图所示的装置。在绝缘水平地面上平行放置了两组金属直导轨,分别为 POQ 和 $P'O'Q'$, 导轨间距 $L=1\text{ m}$ 。 PO 与 OQ 连接点 O 、 $P'O'$ 与 $O'Q'$ 的连接点 O' 采用绝缘材料连接(不影响导轨上物体的运动), 将导轨分为“加速区域”和“减速区域”, 其中“减速区域”的右侧用导线相连, “加速区域”左侧安装一个恒流源, 闭合开关 S 后, 该恒流源持续为电路提供 3 A 的电流, 靠近电源处连接一个 $R_1=1\ \Omega$ 的定值电阻。 导轨间存在竖直向下的匀强磁场, 磁感应强度 $B=1\text{ T}$ 。 质量为 $m=1\text{ kg}$ 、 导轨间阻值为 $R_2=2\ \Omega$ 的导体棒垂直导轨放置, 在距离导体棒足够远处 NN' 静止放置一辆质量为 $M=4\text{ kg}$ 可视为质点的模拟小车, 小车与导轨绝缘, 小车始终受到一个与其速度成正比的阻力, 比例系数为 $k=0.5$ 。 当开关 S 闭合后, 导体棒在加速区域内加速运动, 稳定后与模拟小车碰撞并连接为一体, 继续加速后通过绝缘连接处进入减速区域。 已知导体棒与导轨接触良好, 导轨电阻忽略不计。 求:

- (1) 刚闭合开关时导体棒的加速度大小;
- (2) 导体棒与小车碰撞后瞬间二者的速度大小;
- (3) 为保证安全, 减速区域的最短长度。



物理(四)

一、选择题

1. B 【解析】根据题意得,冰壶两段运动过程均视为匀变速直线运动,设第一段的加速度为 a_1 ,第二段的加速度为 a_2 ,则第一段运动过程的末速度为 $v_1 = 12a_2$,计算出两段的位移分别为 $x_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2$,第二段位移为 $x_2 = 12a_2 t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2$,根据题意可知, $v_0 = 4a_1 + 12a_2$ 、 $\frac{x_1}{x_2} = \frac{5}{6}$,解得 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{3}{2}$,故选 B 项。
2. A 【解析】磁感线是假想的,磁场是真实存在的,A 项正确;磁感线是磁铁外部,由 N 极指向 S 极,内部是由 S 极指向 N 极,不相交也不相切,B、C 项错误;除了通电导线与永磁铁周围存在磁场,运动的电荷周围也有磁场,D 项错误。
3. D 【解析】绒毛还能保持干燥,因为水不浸润绒毛,表面的绒毛将水撑开,形成了一个保护罩,这是水的表面张力的作用,故选 D 项。
4. C 【解析】根据 LC 振荡电路的周期公式可知, $T = 2\pi \sqrt{LC}$,由此可知,振荡电路中的周期减小,故 L 减小,该同学是将铁芯拔出线圈,A 项错误;根据图(b)可知, $t_1 \sim t_2$ 过程,电流与时间的变化图像中,斜率逐渐增大,故电动势增大,B 项错误;此过程电流减小,

该过程中电容正在充电,电荷量正在增大,C项正确; $t_2 \sim t_3$ 过程,电场能在逐渐减小,D项错误。

5. D 【解析】当橡胶塞跳出时,气体对橡胶塞做功,温度降低,瓶内气体的内能减少量不大于气体对外做的功,A项错误;猛推推杆的过程中,外界对气体做功,气体对推杆做负功,B项错误;气球在太阳下暴晒,体积增大,球内气体对外界做功,C项错误;当封闭救生气囊与人体一起上浮,水压减小,气囊的体积增大,温度不变,内能不变,气体对外界做功,需要从外界吸收热量,D项正确。

6. A 【解析】根据题意及等效电阻法分析,电阻箱两端的电压 U 与变压器的匝数比 k 的关系如下 $U = \frac{kRU_0}{k^2R+r}$ (其中 U_0 为电源的最大电压, R 为电阻箱的阻值),变形得 $U = \frac{U_0}{k + \frac{r}{kR}}$,由此可知,随着匝数比增大,副线圈

的电压先增大后减小,故选 A 项。

7. C 【解析】由于两个物块开始时均处于静止状态,弹簧对物块的作用力等于物块重力沿斜面的分力,上面的弹簧处于拉伸状态,下面的弹簧处于压缩状态,整体分析得 $2kx = 2ma$,隔离分析任意一个物块发现,物块的加速度相同,即 $a = \frac{kx}{m}$,由此可知,两个物块均做简谐运动,且轻绳的拉力为零,A项错误;根据简谐运动的对称性可知,物块在最低点和最高点的加速度大小相同,等于 $\frac{kx}{m}$,B项错误;物块的最大速度在平衡位置,弹性势能转化为重力势能和动能,设初始时刻静止时,弹簧的形变量为 x_0 ,斜面的倾角为 θ ,有 $2 \times \frac{1}{2} k(x_0 + x)^2 = 2mg \sin \theta \times x +$

$$2 \times \frac{1}{2} kx_0^2 + 2 \times \frac{1}{2} mv^2, \text{解得 } v = x \sqrt{\frac{k}{m}}, \text{C 项}$$

正确;弹簧振子的周期与振幅无关,D项错误。

8. ABD 【解析】油滴受重力和电场力的作用,处于平衡状态,重力方向竖直向下,电场力方向竖直向上,A板带正电荷,因此该带电油滴带负电,A项正确;B板下移, d 增大,由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知,电容减小,由 $Q = CU$ 可知, Q 减小,由于二极管具有单向导电性,电容器不会放电,则由 $E = \frac{4\pi kQ}{\epsilon_r S}$ 可知,电场强度不变,电场力不变,油滴将继续保持静止状态,B项正确;减小极板间的正对面积,由 $E = \frac{4\pi kQ}{\epsilon_r S}$ 可知, E 增大,由 $U = Ed$ 可知,A板与P点之间的电势差增大,A板接地,电势始终为0,因此P点的电势降低,C项错误;两板间插入人造蓝宝石, ϵ_r 增大,由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知,电容增大,此时电容器的电荷量增大,电源为电容器充电,电路中有电流,D项正确。

9. AC 【解析】软导线接在 c 点和 d 点,根据串并联电路的特点可知,流过 dc 边的电流为 $\frac{3}{4} I_0$,流过另外三个边的电流为 $\frac{1}{4} I_0$,由于 ad 边和 bc 边分布在两个磁场的长度相同,故左右受力抵消, ab 边受到向上的安培力,大小为 $F_{ab} = B_0 \frac{I_0}{4} L$, cd 边受到向下的安培力,大小为 $F_{cd} = B \frac{3I_0}{4} L = F_{ab}$,解得 $B = \frac{B_0}{3}$,A项正确,B项错误;若将线框垂直虚线 MN 移动一段距离 $d (d < \frac{L}{2})$, ab 边和 cd 边受力不变, ad 边和 bc 边左右受力抵消,仍平衡,C

项正确;若将线框在水平桌面内绕中心 O 转动角度 $\theta(0^\circ < \theta < 45^\circ)$, ab 边和 cd 边受力等大反向,但是 ad 边和 bc 边分布在两个磁场中的长度不同,受到的安培力大小无法抵消,故线框受力不平衡, D 项错误。

10. BC **【解析】** 根据题意,由万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$, 卫星在近地圆轨道和预定圆轨道上运动的速度分别为 $v_{近} = \sqrt{gR}$, $v_{远} = \sqrt{\frac{gR}{2}}$; 卫星在近地点加速后进入椭圆轨道,此时的速度为 v_1 , 到达远地点未加速时的速度为 v_2 , 根据机械能守恒和开普勒第二定律可得 $Rv_1 = 2Rv_2$, $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{mgR}{2}$, 解得 $v_1 = 2\sqrt{\frac{gR}{3}}$, $v_2 = \sqrt{\frac{gR}{3}}$, 第一次点火卫星增加的机械能为 $\frac{1}{6}mgR$, 第二次点火卫星增加的机械能为 $\frac{1}{12}mgR$ 。故选 B、C 项。

二、非选择题

11. (1) 分子的数密度减小(2分)

(2) $\frac{3}{2}V_0$ (3分)

(3) $\frac{V_0}{4}$ (3分)

【解析】 (1) 将活塞从卡环 MN 处缓慢拉至卡环 PQ 处, 气体的体积增大, 分子数密度减小, 压强减小。

(2) 由玻意耳定律有 $p_0V_0 = p_1V_1$, 活塞在 PQ 处时汽缸的容积 V_1 为 $\frac{3}{2}V_0$ 。

(3) 放入待测固体 A 后封闭, 再将活塞从卡环 MN 处缓慢拉至卡环 PQ 处, 封闭气体依然发生等温膨胀, 由玻意耳定律有 $p_0(V_0 - V) = p_2(V_1 - V)$, 解得 $V = \frac{V_0}{4}$ 。

12. (1) 12.5(1分) 100(1分) E_1 (2分)

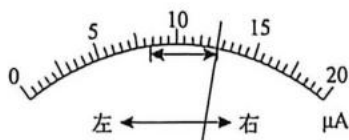
(2) 右侧(2分)

(3) 图见解析(2分)

【解析】 (1) 根据图(b)可知, $I = 12.5 \mu A$; 由电路图可知, $R = 100 k\Omega$; 光照强度“适中”时 R_G 在 $50 \sim 100 k\Omega$, 根据闭合电路的欧姆定律有 $I_R = \frac{E}{R + R_G + R_A}$, 分别将 $5 V$ 和 $1.5 V$ 的电动势代入得, 当电动势为 $1.5 V$ 时, 总电阻为 $75 k\Omega$, 当电动势为 $5 V$ 时, 总电阻为 $250 k\Omega$, 由此可知, 电源应选 E_1 。

(2) 由于“偏亮”的电阻更小, 电流会更大, 则该区域在“适中”的右侧。

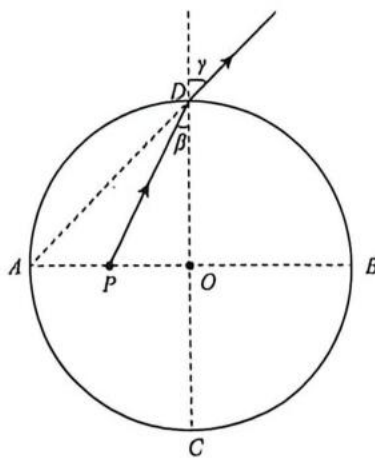
(3) “适中”对应 R_G 为 $50 \sim 100 k\Omega$, 根据闭合电路的欧姆定律有 $I = \frac{E_1}{R_2 + R_G + R_A}$, 可得 I 为 $8.33 \mu A \sim 12.5 \mu A$, 如图所示。



13. (1) $\frac{\sqrt{10}}{2}$

(2) $\frac{\sqrt{10}}{4}$

【解析】 (1) 作出光路图如图所示



可知该水晶球的折射率为 $n = \frac{\sin \gamma}{\sin \beta}$ (1分)

由几何关系可知 $\sin \gamma = \frac{AO}{AD} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ (1分)

$\sin \beta = \frac{OP}{DP} = \frac{\sqrt{5}}{5}$ (1分)

解得 $n = \frac{\sqrt{10}}{2}$ (1分)

(2) 在圆弧面上任取一点 E , 连接 PE 和 OE , 由正弦定理可知 $\frac{\sin \theta}{OP} = \frac{\sin \varphi}{OE}$ (1分)

整理得 $\sin \theta = \frac{OP}{OE} \cdot \sin \varphi = \frac{1}{2} \sin \varphi$ (1分)

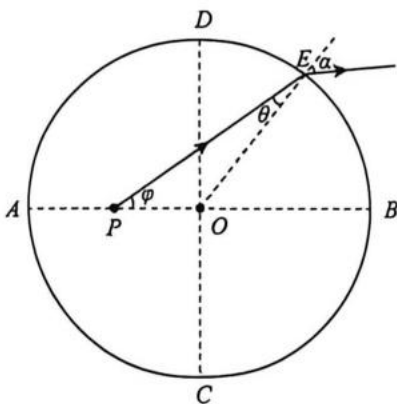
E 点在 ADB 上移动时, $\sin_m \varphi$ 最大值取 1, 则 $\sin_m \theta = \frac{1}{2}$ (1分)

光线射出光学元件时得临界角 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{10}}{5}$

由于 $\sin_m \theta < \sin C$, 所以光线在 ADE 面上不会发生全反射 (1分)

由折射定律可知 $n = \frac{\sin_m \alpha}{\sin_m \theta}$ (1分)

解得 $\sin_m \alpha = \frac{\sqrt{10}}{4}$ (1分)



14. (1) 3 m/s
(2) 2 m/s
(3) 0

【解析】 (1) 小球从释放到刚与物块 Q 碰撞过程中, 由动能定理有 $mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_{10}^2$ (2分)

对小球和物块 Q 构成的系统, 碰撞过程中动量守恒, 根据动量守恒有

$$mv_{10} = mv_1 + \frac{m}{2}v_2 \quad (2分)$$

又因为碰前物块 Q 静止, 由定义式可得

$$e = \frac{v_2 - v_1}{v_{10}}$$

联立解得 $v_2 = 3$ m/s (1分)

(2) 从物块 Q 与弹簧开始接触到弹簧再次恢复到原长时, 物块 P 的速度最大, 在此过程中物块 Q 与物块 P 及弹簧构成的系统动量守恒, 机械能守恒, 由动量守恒有

$$\frac{m}{2}v_2 = \frac{m}{2}v'_2 + mv'_3 \quad (2分)$$

由机械能守恒有 $\frac{1}{2} \times \frac{m}{2}v_2^2 = \frac{1}{2} \times \frac{m}{2}v'^2_2 + \frac{1}{2}mv'^2_3$ (2分)

联立解得 $v'_3 = 2$ m/s, 所以物块 P 的最大速度为 2 m/s (1分)

(3) 由(2)解得 $v_2 = -1$ m/s, 当弹簧恢复原长时, 物块 Q 的运动方向发生变化, 说明从物块 Q 刚与弹簧接触到弹簧恢复原长的过程中的某一位置, 物块 Q 的速度为零, 所以物块 Q 的最小速度为 0 (2分)

15. (1) 1 m/s²

(2) 0.6 m/s

(3) 6 m

【解析】 (1) 根据并联分流关系可知, 通过 R_1 的电流为 I_1 , 通过 R_2 的电流为 I_2 , 有

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad (2分)$$

此时安培力提供加速度有 $BI_2L = ma$

$$(1分)$$

解得 $a = 1$ m/s² (1分)

(2) 由于导轨较长, 碰撞到小车前, 导体棒已经达到最大速度 v_m , 二者共速的速度为 v ,

此时导体棒产生反电动势满足 $\frac{BLv_m}{R_1+R_2} = I_2$

(2分)

碰撞过程中动量守恒 $mv_m = (m+M)v$

(2分)

解得 $v = 0.6 \text{ m/s}$

(1分)

(3) 当二者共速后继续加速, 为了保证安全, 减速区域的最短距离即二者再次达到最大速度 v'_m 时滑进减速区域所运动的位移, 即二者所受到阻力等于导体棒受到的安培力, 有 $kv'_m = BL(I_2 - I)$

二者以最大速度滑出, 其中 $I = \frac{BLv'_m}{R_1+R_2}$

(2分)

进入减速区后, 阻力在变化, 将减速过程划分成无穷多段, 在任意一小段的时间内, 根据动量定理可得 $BIL\Delta t + kv\Delta t = m_B \Delta v$

将所有段求和得 $BqL + \sum kv\Delta t = m_B v'_m$

(2分)

$$\frac{B^2 x L^2}{R_2} + kx = m_B v'_m$$

(2分)

解得 $x = 6 \text{ m}$

(1分)