

2024北京海淀高三二模

物 理

2024.05

本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列核反应方程中，属于核裂变的是

- A. ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$ B. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$
C. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ D. ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$

2. 下列关于光的现象说法正确的是

- A. 水面上漂着的油膜呈彩色，是光的折射现象
B. 相机镜头上的增透膜，利用了光的偏振
C. 泊松亮斑现象是光的衍射现象，说明光具有波动性
D. 雨后天空出现的彩虹，是光的干涉现象

3. 关于热现象，下列说法正确的是

- A. 两热力学系统达到热平衡的标志是内能相同
B. 气体温度上升时，每个分子的热运动都变得更剧烈
C. 气体从外界吸收热量，其内能可能不变
D. 布朗运动是液体分子的无规则运动

4. 位于坐标原点的质点从 $t=0$ 时开始沿 y 轴振动，形成一列沿 x 轴传播的简谐波， $t=0.5\text{s}$ 时的波形如图1所示，此时 $x=0$ 处的质点位于波峰位置。图2中能正确描述 $x=2\text{m}$ 处质点振动的图像是

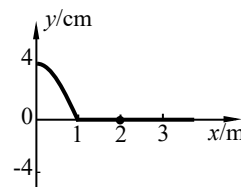


图 1

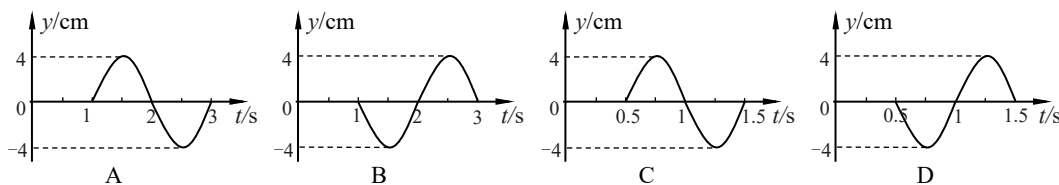
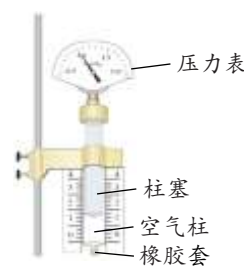


图 2

5. 某同学用如图所示的装置探究等温情况下一定质量的气体压强与体积的关系，下列说法正确的是

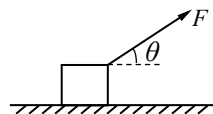
- A. 该实验必须保证良好的密封性
B. 该实验必须测量柱塞的直径
C. 应快速移动柱塞，以减少气体向环境中放热



D. 为方便操作,可用手握住注射器再推拉柱塞

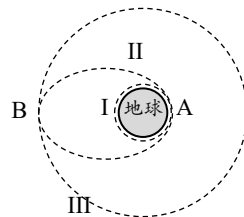
6. 如图所示,一物体在与水平方向夹角为 θ 的恒定拉力 F 作用下以速度 v 做匀速直线运动。已知物体质量为 m , 物体和桌面之间的动摩擦因数为 μ , 重力加速度为 g 。在物体运动时间为 t 的过程中, 下列说法正确的是

- A. 支持力可能为零
B. 摩擦力做功为 $-\mu mgvt$
C. 拉力和摩擦力的合力方向竖直向上
D. 合力做功为 Fvt



7. 地球同步卫星的发射过程可以简化如下: 卫星先在近地圆形轨道I上运动, 在点A时点火变轨进入椭圆轨道II, 到达轨道的远地点B时, 再次点火进入同步轨道III绕地球做匀速圆周运动。设卫星质量保持不变, 下列说法中正确的是

- A. 卫星在轨道I上运动经过A点时的加速度小于在轨道II上运动经过A点时的加速度
B. 卫星在轨道I上的机械能等于在轨道III上的机械能
C. 卫星在轨道I上和轨道III上的运动周期均与地球自转周期相同
D. 卫星在轨道II上运动经过B点时的速率小于地球的第一宇宙速度



8. 如图1所示为演示自感现象的实验电路。实验时, 先闭合开关S, 电路达到稳定后, 灯泡A和B处于正常发光状态, 在 t_0 时刻, 将开关S断开, 测量得到 t_0 时刻前后流过某一灯泡的电流 I 随时间 t 的变化关系如图2所示。电源内阻及电感线圈 L 的直流电阻可忽略不计。下列说法正确的是

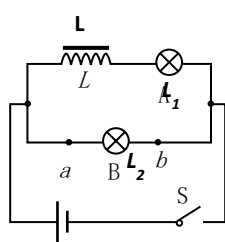


图1

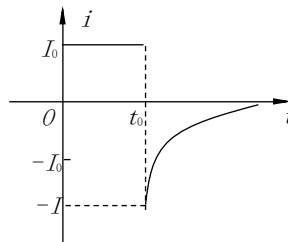
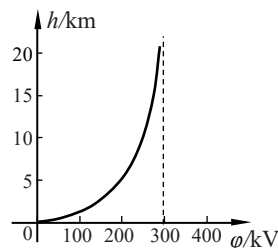


图2

- A. 闭合S, 灯泡A和B都缓慢变亮
B. 断开S至灯泡B完全熄灭的过程中, a 点电势高于 b 点电势
C. 图2所示为灯泡B在S断开前后电流随时间的变化关系
D. 由图2可知两灯泡正常发光时, 灯泡A的阻值大于灯泡B的阻值

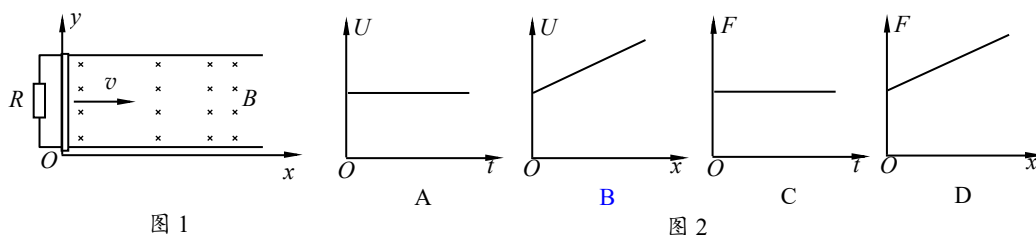
9. 地球表面与大气电离层都是良导体, 两者与其间的空气介质可视为一个大电容器, 这个电容器储存的电荷量大致稳定, 约为 $5 \times 10^5 \text{C}$, 其间的电场, 称为大气电场。设大地电势为零, 晴天的大气电场中, 不同高度 h 处的电势 φ 的变化规律如图所示, 不考虑水平方向电场的影响。根据以上信息, 下列说法正确的是

- A. 大气电场的方向竖直向上
B. 地面带电量约为 $2.5 \times 10^5 \text{C}$
C. 地面和大气电离层组成的电容器电容值约 0.6F
D. 高度 h 越大, 大气电场强度越小



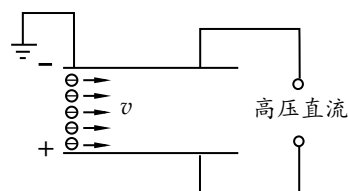
10. 如图1所示, 两根足够长的平行金属导轨位于水平的 xOy 平面内, 导轨与 x 轴平行, 左端接有电阻 R 。在 $x > 0$ 的一侧存在竖直向下的磁场, 磁感应强度 B 随空间均匀变化, 满足 $B = B_0 + kx$ ($k > 0$ 且为定值)。一金属杆与导轨垂直放置, 且接触良好, 在外力作用下沿 x 轴正方向匀速运动。 $t = 0$ 时金属杆位

于 $x=0$ 处，不计导轨和金属杆的电阻。图 2 中关于金属杆两端的电压 U 和所受安培力 F 大小的图像正确的是



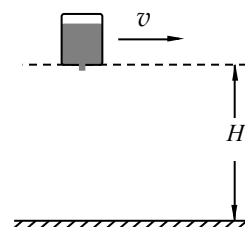
11. 如图所示为某静电除尘装置的简化原理图，两块平行带电极板间为除尘空间。质量为 m ，电荷量为 $-q$ 的带电尘埃分布均匀，均以沿板方向的速率 v 射入除尘空间，当其碰到下极板时，所带电荷立即被中和，同时尘埃被收集。调整两极板间的电压可以改变除尘率 η （相同时间内被收集尘埃的数量与进入除尘空间尘埃的数量之百分比）。当两极板间电压为 U_0 时， $\eta=80\%$ 。不计空气阻力、尘埃的重力及尘埃之间的相互作用，忽略边缘效应。下列说法正确的是

- A. 两极板间电压为 U_0 时，尘埃的最大动能为 $qU_0 + \frac{mv^2}{2}$
- B. 两极板间电压为 $\frac{5}{4}U_0$ 时，除尘率可达 100%
- C. 仅增大尘埃的速率 v ，可以提升除尘率
- D. 仅减少尘埃的电荷量，可以提升除尘率



12. 如图所示，一个沙漏沿水平方向以速度 v 做匀速直线运动，沿途连续漏出沙子，单位时间内漏出的沙子质量恒定为 Q ，出沙口距水平地面的高度为 H 。忽略沙子漏出瞬间相对沙漏的初速度，沙子落到地面后立即停止，不计空气阻力，已知重力加速度为 g 。在已有沙子落地后的任意时刻，下列说法正确的是

- A. 沙子在空中形成的几何图形是一条抛物线
- B. 在空中飞行的沙子的总质量为 $Q\sqrt{\frac{2H}{g}}$
- C. 沙子落到地面时对地面的作用力为 Qv



- D. 沙子落到地面时与沙漏的水平距离为 $v\sqrt{\frac{2H}{g}}$

13. 如图 1 所示，某同学在表面平坦的雪坡下滑，不借助雪杖，能一直保持固定姿态加速滑行到坡底。该同学下滑情境可简化为图 2，雪坡倾角为 α ，人可视为质点，图中用小物块表示，下滑过程中某一时刻滑行的速度 v 的方向与雪坡上所经位置的水平线夹角为 β ($\beta < 90^\circ$)，已知该同学和滑雪装备的总质量为 m ，滑雪板与雪坡之间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g ，不计空气阻力。关于该下滑过程，下列说法正确的是



图 1

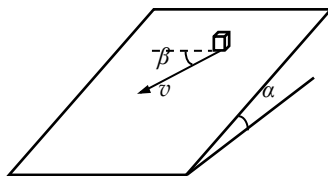


图 2

- A. 该同学所受摩擦力小于 $\mu mg \cos \alpha$
- B. 该同学所受摩擦力的方向不变
- C. 该同学沿 v 的方向做匀加速直线运动
- D. 该同学所受重力的瞬时功率一直在增加

14. 类比是研究问题的常用方法。与电路类比就可以得到关于“磁路”（磁感线的通路）的一些基本概念和公式。在电路中可靠电动势来维持电流，在磁路中靠“磁动势”来维持铁芯中的磁场，如图 1 所示，磁动势 $E_m = NI$ ，其中 N 为线圈的匝数， I 为通过线圈中的电流。类比闭合电路的欧姆定律，磁路也存在闭合磁路的欧姆定律 $E_m = \Phi R_m$ ，其中 Φ 为磁通量， R_m 被称为磁阻，磁阻所满足的磁阻定律与电阻定律具有相同的形式，磁阻率可类比电阻率，磁路的串、并联规律可类比电路的串、并联规律。结合以上关于磁路的信息以及你所学过的知识，下列说法不正确的是

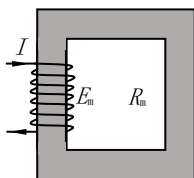


图 1

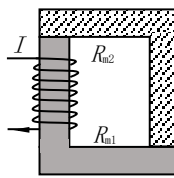


图 2

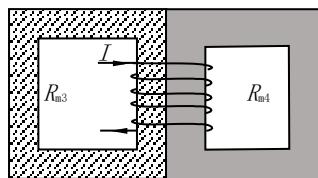


图 3

- A. 变压器铁芯的磁阻率远小于空气的磁阻率
- B. 在国际单位制中，磁阻的单位可以表示为 $\frac{A^2 \cdot s^2}{kg \cdot m^2}$
- C. 不考虑漏磁，图 2 所示的串联磁路满足 $E_m = \Phi(R_{m1} + R_{m2})$
- D. 不考虑漏磁，在图 3 所示的并联磁路中，磁阻小的支路中磁感应强度一定大

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (1) 在“用双缝干涉测光的波长”实验中，将双缝干涉实验仪按要求安装在光具座上，如图 1 所示。双缝间距为 d ，毛玻璃光屏与双缝间的距离为 L 。从目镜中看到的干涉图样如图 2 所示，若 A、B 两条亮纹中央间距为 x ，则所测光的波长为_____。（用所给物理量的字母表示）

使分划板的中心刻线对齐 A 亮条纹的中心，此时游标尺上的示数情况如图 3 所示，其读数为 mm。



图 1

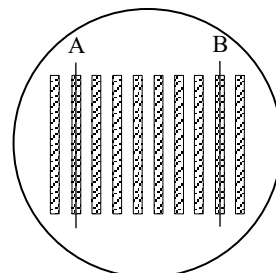


图 2

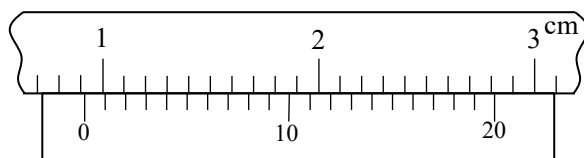


图 3

- (2) 用如图 4 所示装置研究两个半径相同的小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。图 5 中 O 点是小球抛出点在地面上的竖直投影。实验时先让 a 球多次从斜槽上某一固定位置 C 由静止释放，其平均落地点的位置为 P。再把 b 球放在水平轨道末端，将 a 球仍从位置 C 由静止释放，a 球和 b 球碰撞后，分别在白纸上留下各自的落点痕迹，重复操作多次，其平均落地点的位置为 M、N。测量出 a、b 两个小球的质量分别为 m_1 、 m_2 ($m_1 > m_2$)，OM、OP、ON 的长度分别为 x_1 、 x_2 、 x_3 。

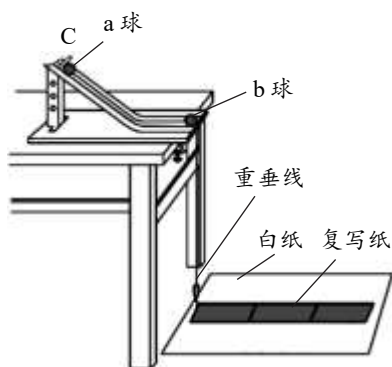


图 4

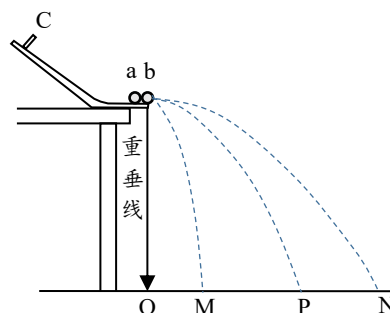


图 5

- ①在实验误差允许范围内，若满足关系式_____（用所测物理量的字母表示），则可以认为两球碰撞前后的动量守恒。

- ②换用不同材质的小球再次进行上述实验，计算得出 $\frac{x_2}{x_3 - x_1} = 1.5$ ，若碰撞过程满足动量守恒，

请分析说明两球碰撞过程机械能是否守恒。

16. 某同学用图 1 所示装置测定当地重力加速度。

- (1) 关于器材选择及测量时的一些实验操作，下列说法正确的是_____。

- A. 摆线尽量选择细些、伸缩性小些且适当长一些的
- B. 摆球尽量选择质量大些、体积小些的
- C. 为了使摆的周期大一些以方便测量，应使摆角大一些

- (2) 在某次实验中，测得单摆摆长为 L 、单摆完成 n 次全振动的时间为 t ，则利用上述测量量可得重力加速度的表达式 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 实验时改变摆长，测出几组摆长 L 和对应的周期 T 的数据，作出 $L-T^2$ 图像，如图 2 所示。

①利用 A 、 B 两点的坐标可得重力加速度的表达式 $g=$ _____。

②因摆球质量分布不均匀，小球的重心位于其几何中心的正下方。若只考虑摆长测量偏小造成的影响，则由①计算得到的重力加速度的测量值_____真实值。(选填“大于”“等于”或“小于”)



图 1

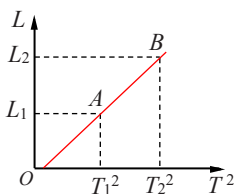


图 2

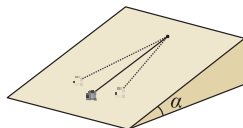


图 3



图 4



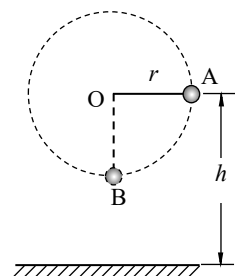
图 5

(4) 关于摩擦力可以忽略的斜面上的单摆，某同学猜想单摆做小角度摆动时周期满足 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g \sin \alpha}}$ ，

如图 3 所示。为了检验猜想正确与否，他设计了如下实验：如图 4 所示，铁架台上装一根重垂线，在铁架台的立柱跟重垂线平行的情况下，将小球、摆线、摆杆组成的“杆线摆”装在立柱上，调节摆线的长度，使摆杆与立柱垂直，摆杆可绕着立柱自由转动，且不计其间的摩擦。如图 5 所示，把铁架台底座的一侧垫高，立柱倾斜，静止时摆杆与重垂线的夹角为 β ，小球实际上相当于是 在一倾斜平面上运动。下列图像能直观地检验猜想是否正确的是_____。

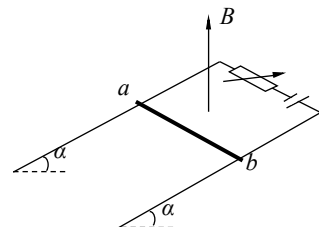
- A. $\frac{1}{T^2} - \sin \beta$ 图像 B. $\frac{1}{T^2} - \cos \beta$ 图像 C. $\frac{1}{T^2} - \tan \beta$ 图像

17. 如图所示，不可伸长的轻绳一端固定在距离水平地面高为 h 的 O 点，另一端系有质量为 m ，可视为质点的小球，将小球从与 O 等高的 A 点由静止释放，小球在竖直平面内以 O 点为圆心做半径为 r 的圆周运动。当小球运动到最低点 B 时，绳恰好被拉断，小球水平飞出。不计空气阻力及绳断时的能量损失，重力加速度为 g 。求：



- (1) 小球飞出时的速率 v 。
(2) 绳能承受拉力的最大值 F_m 。
(3) 小球落地点到 B 点的水平距离 x 。

18. 如图所示，宽为 L 的固定光滑平行金属导轨与水平面成 α 角，金属杆 ab 水平放置在导轨上，且与导轨垂直，处于磁感应强度大小为 B 、方向竖直向上的匀强磁场中。电源电动势为 E ，当电阻箱接入电路的阻值为 R_0 时，金属杆恰好保持静止。不计电源内阻、导轨和金属杆的电阻，重力加速度为 g 。



- (1) 求金属杆所受安培力的大小 F 。
(2) 求金属杆的质量 m 。
(3) 保持磁感应强度大小不变，改变其方向，同时调整电阻箱接入电路的阻值 R 以保持金属杆静止，求 R 的最大值。

19. 热气球的飞行原理是通过改变热气球内气体的温度以改变热气球内气体的质量，从而控制热气球的升降，可认为热气球在空中运动过程中体积及形状保持不变。

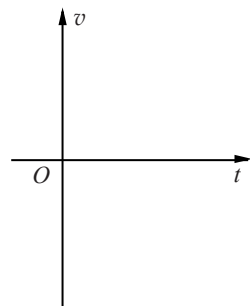
设热气球在体积、形状不变的条件下受到的空气阻力 $f=kv^2$ ，其方向与热气球相对空气的速度 v 相反， k 为已知常量。已知热气球的质量（含载重及热气球内的热空气）为 m 时，可悬浮在无风的空中，重力加速度为 g 。不考虑热气球所处环境中空气密度的变化。

- (1) 若热气球初始时悬浮在无风的空中，现将热气球的质量调整为 $0.9m$ （忽略调整时间），设向上为正，请在图中定性画出此后热气球的速度 v 随时间 t 变化的图像。

- (2) 若热气球初始时处在速度为 v_0 的水平气流中，且相对气流静止。将热气球质量调整为 $1.1m$ （忽略调整时间），热气球下降距离 h 时趋近平衡（可视为达到平衡状态）。

①求热气球平衡时的速率 v_1 及下降距离 h 过程中空气对热气球做的功 W 。

②热气球达到平衡速率 v_1 后，若水平气流速度突然变为 0，经过时间 t 热气球再次达到平衡状态，求该过程中空气对热气球的冲量大小 I 。



20. 分析电路中的电势变化是研究电路规律的重要方法。比如闭合电路欧姆定律可以通过分析电势的变化得出：在电源内部，电流 I 从负极流向正极，非静电力的作用使电势升高 E （电动势），电流流过电源内阻 r 时电势降低 Ir ，因此电源两端电压 $U=E-Ir$ 。

- (1) 如图 1 所示，100 匝的线圈（图中只画了 2 匝）两端 A、K 与一个电阻相连，线圈的电阻 $r=5\Omega$ 。

线圈内有垂直纸面向里的匀强磁场，线圈中的磁通量随时间均匀变化，产生的感应电流 $I=1A$ ，

A、K 两点间的电势差 $U_{AK}=45V$ 。求：

①线圈中产生的感应电动势 E 。

②磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。

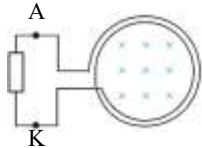


图 1

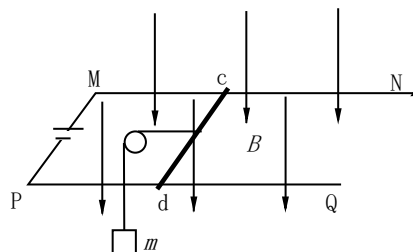


图 2

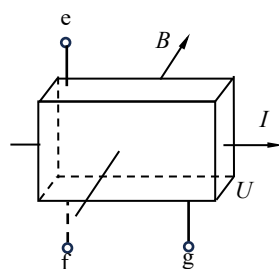


图 3

- (2) 电动机的模型示意图如图 2 所示，MN、PQ 是间距为 L 的固定平行金属导轨，置于磁感应强度大小为 B 、方向垂直导轨所在平面向下的匀强磁场中，M、P 间接有电源。一根与导轨接触良好、长度也为 L 、阻值为 R 、质量为 m 的金属棒 cd 垂直导轨放置，通过轻滑轮以速率 v 匀速提升质量为 m 的重物。摩擦阻力、导轨电阻均不计，重力加速度为 g 。当电动机稳定工作时，求 cd 两端的电势差 U_{cd} 。

- (3) 如图 3 所示，将一长方体金属薄片垂直置于匀强磁场中，在薄片的左右两个侧面间通以向右的电

流时，上下两侧面间产生电势差，这一现象称为霍尔效应，在垂直上下表面的连线上 e、f 两点间电势差的绝对值通常称为霍尔电压。实际测量霍尔电压时的测量点往往不在垂直上下表面的连线上（如 e、g 两点），从而导致测量出现偏差，但仍可以采用一定的办法推测出准确的霍尔电压。某次测量，先测得 e、g 两点间的电势差为 U_{eg} ，仅将磁场反向，磁感应强度的大小不变，再测得 e、g 两点间的电势差为 U_{eg}' ，求上述情况中该金属薄片产生的霍尔电压 U_H 。

参考答案

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B	C	C	A	A	C	D	C	D	B	B	B	D	D

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (8 分)

(1) $\frac{dx}{7L}$

9.15 或 9.20

(2) ① $m_1x_2 = m_1x_1 + m_2x_3$

② 根据动量守恒定律有 $m_1v_2 = m_1v_1 + m_2v_3$

若机械能守恒，有 $\frac{1}{2}m_1v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_3^2$

解得 $v_2 = v_3 - v_1$

有 $x_2 = x_3 - x_1$ ，即 $\frac{x_2}{x_3 - x_1} = 1$

题目中 $\frac{x_2}{x_3 - x_1} = 1.5 \neq 1$ ，可知两球碰撞过程机械能不守恒

16. (10 分)

(1) AB

(2) $\frac{4\pi^2 n^2 L}{t^2}$

(3) ① $\frac{4\pi^2 (L_2 - L_1)}{T_2^2 - T_1^2}$

② 等于

(4) B

17. (9 分)

(1) 根据动能定理有 $mgr = \frac{1}{2}mv^2$

解得小球飞出时的速率 $v = \sqrt{2gr}$

(2) 设绳对小球的拉力为 T

依据牛顿第二定律有 $T - mg = m \frac{v^2}{r}$

$$T = 3mg$$

根据牛顿第三定律，绳受到的拉力大小 $F_m = T = 3mg$

(3) 设平抛运动的时间为 t ，则 $h - r = \frac{1}{2}gt^2$

$$\text{解得 } t = \sqrt{\frac{2(h-r)}{g}}$$

$$\text{抛出的水平距离 } x = vt = \sqrt{2gr} \cdot \sqrt{\frac{2(h-r)}{g}} = 2\sqrt{r(h-r)}$$

18. (9分)

(1) 电路中的电流 $I = \frac{E}{R_0}$

$$\text{金属杆受到的安培力 } F = BIL = \frac{BLE}{R_0}$$

(2) 金属杆受力平衡，有 $F = mg \tan \alpha$

$$\text{解得 } m = \frac{BLE}{R_0 g \tan \alpha}$$

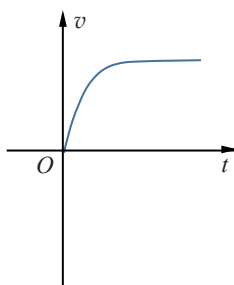
(3) 当磁感应强度垂直斜面向上时，安培力最小，电路中的电流最小

依据平衡条件有 $BI_{\min}L = mg \sin \alpha$

$$I_{\min} = \frac{E}{R}$$

$$\text{解得 } R = \frac{R_0}{\cos \alpha}$$

19. (10分)



(1)

(2) ① 热气球在无风空中悬浮时，有 $F_{\text{浮}} = mg$

设热气球在水平气流中平衡时水平方向速度为 v_x 、竖直方向速度为 v_y 。

水平方向有 $v_x = v_0$

竖直方向，依据平衡有 $F_{\text{浮}} + kv_y^2 = 1.1mg$

$$\text{解得 } v_y = \sqrt{\frac{mg}{10k}}$$

$$\text{热气球平衡时的速率 } v_1 = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + \frac{mg}{10k}}$$

$$\text{对热气球下降过程, 依据动能定理有 } 1.1mgh + W = \frac{1}{2} \times 1.1mv_1^2 - \frac{1}{2} \times 1.1mv_0^2$$

$$\text{解得空气对热气球做功 } W = -1.1mg \left(h - \frac{m}{20k} \right)$$

②热气球再次平衡后

$$\text{水平方向 } v'_x = 0$$

$$\text{竖直方向 } v'_y = v_y = \sqrt{\frac{mg}{10k}}$$

设空气对气球在水平方向的冲量为 I_x , 竖直方向的冲量大小为 I_y

$$\text{由动量定理, 水平方向 } I_x = 0 - 1.1m v_0$$

$$\text{竖直方向 } I_y - 1.1mgt = 0$$

$$\text{空气对气球冲量大小 } I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 1.1m\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

20. (12分)

(1) ①路端电压 $U_{AK} = E - Ir$, 带入数据得 $E = 50V$

$$\text{②由法拉第电磁感应定律 } E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}, \text{ 得 } \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0.5 \text{ Wb/s}$$

(2) 设电路中的电流为 I , 金属棒中电流从 c 到 d

非静电力 (洛伦兹力) 做负功, 电势降低 BLv

静电力做正功, 电势降低 IR

$$\text{金属棒 cd 两端的电势差 } U_{cd} = IR + BLv$$

物体匀速上升, 有 $BIL = mg$

$$\text{解得 } U_{cd} = \frac{mgR}{BL} + BLv$$

(3) 设 f、g 间的电阻为 R , 通过金属薄片的电流为 I

$$\text{金属薄片上 e、g 两点的电势差 } U_{eg} = \varphi_e - \varphi_g = (\varphi_e - \varphi_f) + (\varphi_f - \varphi_g)$$

磁场方向、通过金属薄片中的电流方向如题中图 3 所示时, 金属片薄上表面的电势低, 可得

$$U_{eg} = -U_H + IR$$

仅磁场方向反向时, 金属片上表面的电势高, 同理可得 $U'_{eg} = U_H + IR$

$$\text{解得霍尔电压 } U_H = \frac{U'_{eg} - U_{eg}}{2}$$