

物 理

本试卷共 8 页。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

注意事项：1.答题前，考生先将自己的姓名、准考证号码填写清楚，将条形码准确粘贴在考生信息条形码粘贴区。

2.选择题必须使用 **2B** 铅笔填涂；非选择题必须使用 **0.5** 毫米黑色字迹的签字笔书写，字体工整、笔迹清楚。

3.请按照题号顺序在答题卡各题目的答题区域内作答，超出答题区域书写的答案无效；在草稿纸、试卷上答题无效。

4.作图可先使用铅笔画出，确定后必须用黑色字迹的签字笔描黑。

5.保持卡面清洁，不要折叠，不要弄破、弄皱，不准使用涂改液、修正带、刮纸刀。

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. 以下物理量的正负值表示大小的是

- A. 功 B. 力 C. 电荷量 D. 分子势能

2. “烛龙一号”核电池是通过放射性同位素碳 14 衰变 ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + \text{X}$ ，利用换能器件将射线粒子的动能转化为电能。已知碳 14 的半衰期为 5730 年，下列说法正确的是

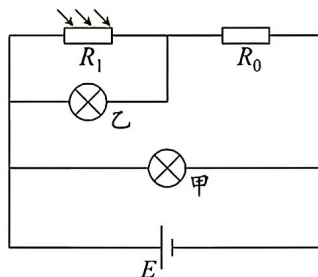
- A. 该衰变为 α 衰变
B. 衰变释放的射线粒子来源于核外电子
C. 碳 14 的半衰期不受温度与压力的影响
D. 100 个碳 14 原子核经过 5730 年还剩余 50 个

3. 在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中，下列说法正确的是

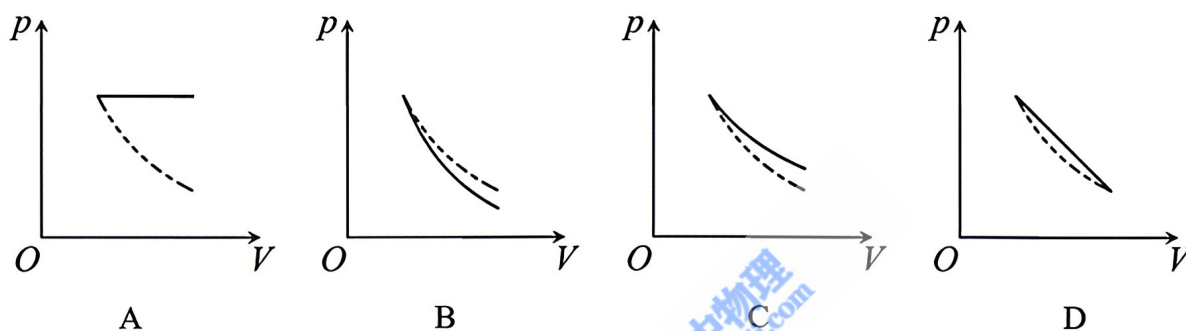
- A. 油膜看作单层分子薄膜，且不考虑油酸分子间的空隙
B. 分子直径等于油酸酒精溶液的体积与油膜面积之比
C. 若油酸未完全散开，会使测出的分子直径偏小
D. 根据画有油膜轮廓的坐标方格计算油膜面积时，不足一格的方格均舍去

4. 如图为某节能路灯的简化电路，电源电动势为 E （不计内阻）， R_1 为光敏电阻（光照减弱时阻值增大）， R_0 为定值电阻，忽略灯泡电阻变化。当光照减弱时

- A. 电路的总电阻减小
- B. 甲灯变亮
- C. 乙灯变亮
- D. 流过 R_0 的电流变大



5. 一定质量的理想气体从同一状态分别经历等温膨胀过程和绝热膨胀过程，下列 $p-V$ 图中虚线为等温线，公众号悦爱学堂实线描绘的可能是绝热过程的是



6. 智能停车位地面埋有自感线圈 L 和电容器 C 构成的 LC 振荡电路如图 (a) 所示，车辆进入车位时，相当于在线圈中插入铁芯（自感系数增大），使振荡电流的周期发生变化并启动计时。某次振荡电路中的电流随时间变化如图 (b) 所示，下列说法正确的是

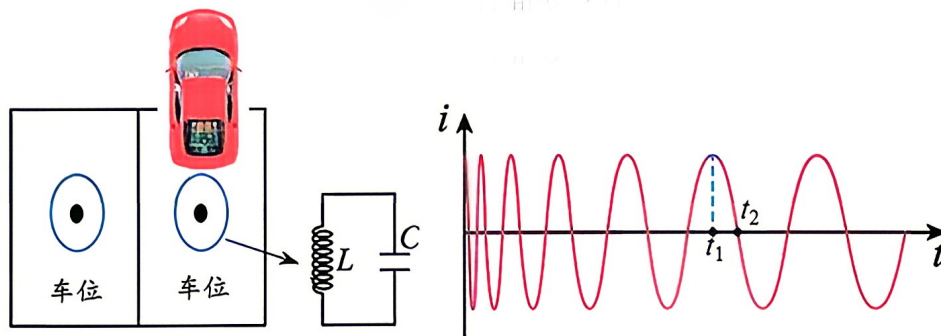
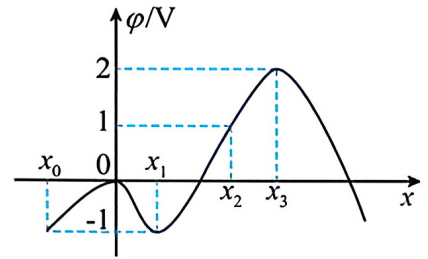


图 (a)

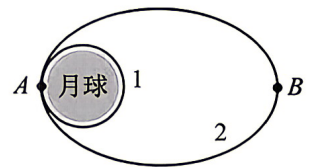
图 (b)

- A. LC 振荡电路的频率正在变大
- B. 汽车正驶出停车位
- C. $t_1 \sim t_2$ 过程，电路中电场能向磁场能转化
- D. t_1 时刻线圈中自感电动势为零

7. 真空中存在沿 x 轴方向的静电场，电势 φ 随位置 x 变化的图像如图所示。一电荷量为 e 的负电粒子，仅在电场力作用下以 1.5 eV 的动能沿 x 轴正方向经过 x_2 点，下列说法正确的是

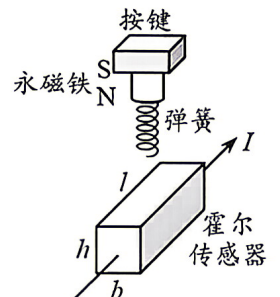


- A. x_3 点的电场强度大于 x_2 点的电场强度
 B. 粒子在 x_3 点的电势能为 2 eV
 C. 粒子在 x_3 点两侧往复运动
 D. 粒子在 x_1 点两侧往复运动
8. 嫦娥六号探测器首次实现月球背面采样返回。如图所示，探测器在圆形轨道 1 上绕月球飞行，在 A 点变轨后进入椭圆轨道 2， B 为远月点。忽略探测器质量的变化，下列说法正确的是



- A. 探测器沿轨道 2 从 A 向 B 运动过程中动量逐渐减小
 B. 探测器沿轨道 2 从 A 向 B 运动过程中加速度逐渐增大
 C. 探测器在轨道 2 的机械能大于在轨道 1 的机械能
 D. 利用引力常量和轨道 1 的周期，可求出月球的质量

9. 磁轴键盘的结构简图如图所示，永磁铁（N 极在下）固定在按键上，长、宽、高分别为 l 、 b 、 h 的霍尔传感器（载流子为自由电子）通有由前向后的恒定电流 I 。按下按键时霍尔电压变化，开始输入信号，下列说法正确的是



- A. 按下按键后，传感器左表面的电势比右表面低
 B. 按下按键后，传感器的霍尔电压变小
 C. 仅增加 b 可以使该磁轴键盘更加灵敏
 D. 仅减小 h 可以使该磁轴键盘更加灵敏

10. 图 (a) 为机场行李传送装置，其直线段部分 PQ 简化如图 (b) 所示，长度 $L=8 \text{ m}$ ，传送装置为带有挡板的传送带，挡板与传送带上表面垂直，行李在传送带上运动时的剖面图如图 (c) 所示。传送带运行速度 $v=0.5 \text{ m/s}$ ，其上表面与水平面的夹角 $\theta=37^\circ$ 。

旅客将一质量为 20 kg 的正方体行李（棱长远小于传送带长度）从 P 处由静止释放，释放时行李与挡板紧密接触。已知行李与传送带及挡板

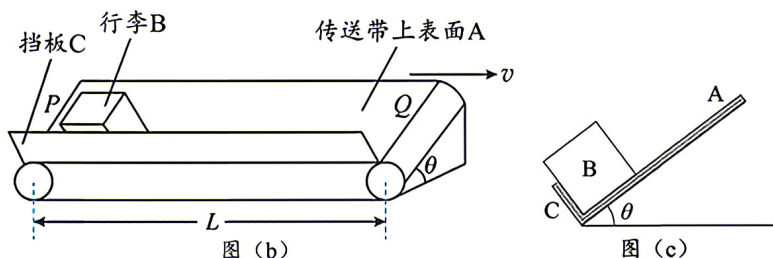


图 (a)

间的动摩擦因数均为 $\mu=\frac{5}{14}$ ，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，

$\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。关于行李在 PQ 段的运动过程，

- 下列说法正确的是

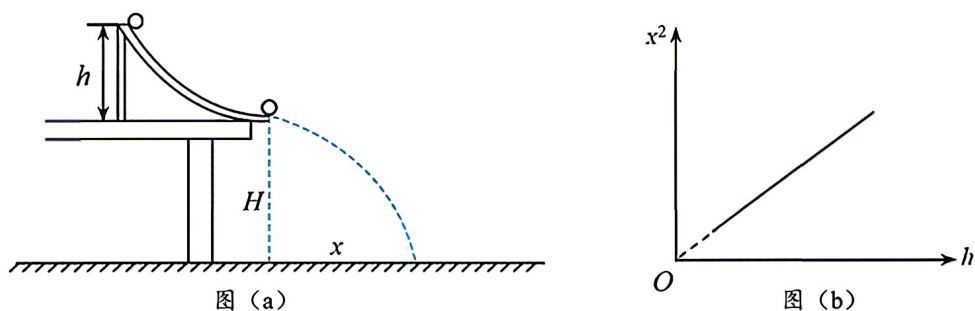


- A. 图 (b) 中挡板对行李的作用力水平向左
- B. 行李在传送带上加速运动的时间为 0.1 s
- C. 行李在传送带上运动的时间为 16.05 s
- D. 行李在传送带上运动过程中因摩擦产生的热量约为 1.4 J

二、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。

11. (6 分)

利用如图 (a) 的实验装置验证“机械能守恒定律”。在实验台上固定一个圆弧形轨道，轨道末端距离地面高为 H 。实验时多次将可视为质点的小球从轨道上不同位置由静止释放，记录每次释放时小球距桌面的高度 h ，以及小球做平抛运动的水平位移 x 。不计空气阻力，重力加速度为 g 。



(1) 对于该实验，下列说法正确的是

- A. 圆弧轨道需尽量打磨光滑
- B. 需调节圆弧轨道末端水平
- C. 实验中需要测量小球质量
- D. 小球每次释放位置必须等高度变化

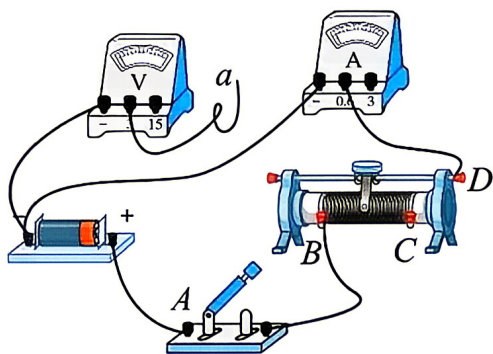
(2) 根据平抛运动的规律，小球在轨道末端的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 H 、 x 、 g 表示)。

(3) 为验证小球沿圆弧轨道下滑过程机械能守恒，绘制 x^2-h 图像如图 (b) 所示，图像斜率为 k 。在误差范允许的范围 k 与 H 满足关系 $\underline{\hspace{2cm}}$ 时，即可证明小球在该过程中机械能守恒。

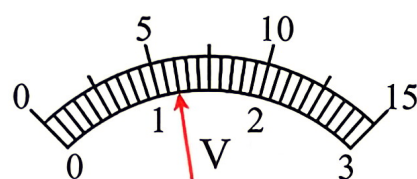
12. (8分)

在“测量干电池的电动势和内阻”实验中：

(1) 部分连线如图(a)所示，导线 a 端应连接到_____ (选填“ A ”、“ B ”、“ C ”或“ D ”) 接线柱上。正确连接后，某次测量中电压表指针位置如图(b)所示，其示数为_____ V。

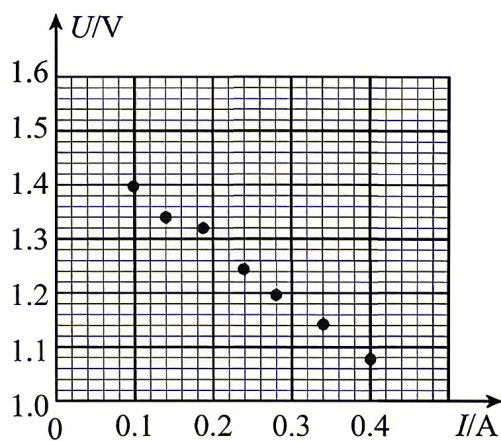


图(a)



图(b)

(2) 测得的数据已标在如图(c)所示的 $U-I$ 坐标系上，则干电池的电动势 $E=$ _____ V 和内阻 $r=$ _____ Ω 。(结果均保留两位小数)

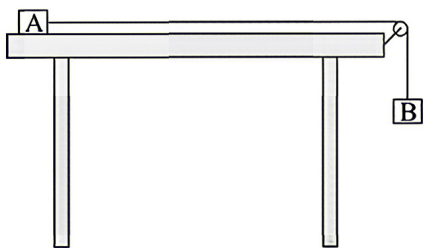


图(c)

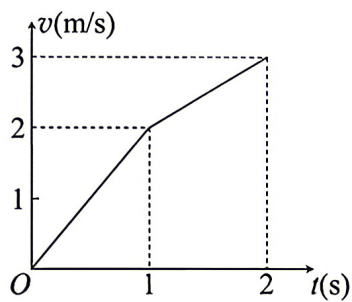
13. (10分)

如图(a)，足够高的水平长桌面，其左侧光滑右侧粗糙。物块A(尺寸足够小)在物块B的拉动下从桌面左端开始运动，其 $v-t$ 图像如图(b)所示。已知B的质量为 0.1 kg ，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，不计滑轮的质量及摩擦，忽略空气阻力。求：

- (1) 物块A的质量。
- (2) 物块A与右侧桌面间的动摩擦因数。



图(a)

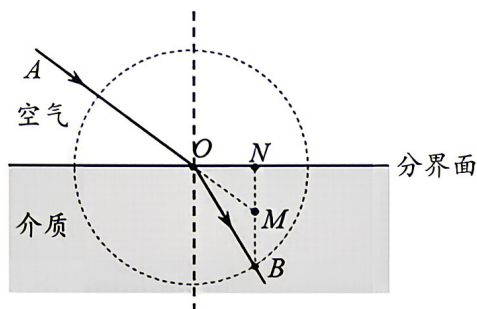


图(b)

14. (12 分)

光具有波粒二象性。

(1) 利用光的折射可以测介质的折射率。如图所示，在竖直面内光沿 AO 从空气（折射率为 1）射入折射率为 n 的介质中，以入射点 O 为圆心画圆，与折射光线的交点为 B 。过 B 点向分界面作垂线，交点为 N ， BN 与 AO 延长线的交点为 M ，连接 OM 。证明折射率 $n = \frac{OB}{OM}$ 。

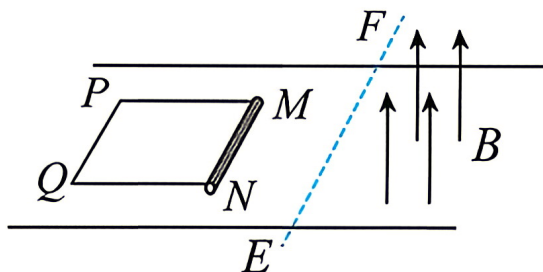


(2) 光子具有能量和动量。光照射到物体表面并被反射时会对物体产生持续均匀的压力，这种压力会对物体表面产生压强，称为“光压”。设质量为 $m = 60 \text{ kg}$ 的探测器在轨道上运行时，太阳光垂直照射面积 $S = 6.0 \times 10^2 \text{ m}^2$ 的探测器光帆并全部反射。已知每秒射向光帆每平方米的太阳能 $E = 1.5 \times 10^4 \text{ J}$ ，光子动量的表达式 $p = \frac{h}{\lambda}$ ，真空中光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，求探测器由于光压获得的加速度大小。

15. (18分)

如图所示，光滑水平面上有一质量为 $2m$ 的“C”形导体框 $MPQN$ ， $MN=PQ=L$ ，导体框电阻忽略不计。一质量为 m 、电阻为 R 的铜棒静置于导体框上的最右端 MN 处，与导体框构成矩形回路 $MNQP$ 。右侧有一足够大的区域分布有匀强磁场，磁场方向竖直向上，磁感应强度大小为 B ， EF 为磁场左侧边界且与 MN 平行。初始时，导体框与铜棒均静止，现仅给导体框一个与 PQ 垂直的水平向右的初速度 v_0 ，一段时间后铜棒进入磁场中刚好做匀速直线运动，直至 PQ 进入磁场。已知 PQ 刚进入磁场时导体框速度为 $\frac{v_0}{2}$ ，又经时间 t 导体框与铜棒速度相同。已知导体框与铜棒之间的动摩擦因数 $\mu = \frac{B^2 L^2 v_0}{4mgR}$ ， g 为重力加速度，导体框与铜棒之间始终接触良好，铜棒始终未到达 PQ 位置，其中 m 、 R 、 L 、 B 、 v_0 、 t 、 g 均为已知量，求：

- (1) 铜棒进入磁场时匀速运动的速度大小。
- (2) 初始时刻铜棒 MN 距磁场边界 EF 的距离。
- (3) 导体框的 PQ 边进入磁场后，回路产生的焦耳热。



物理参考答案

一、选择题

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

二、非选择题

11. (1) AB (2) $x\sqrt{\frac{g}{2H}}$ (3) $k=4H$

12. (1) B 1.20 (2) 1.50 (1.48~1.52 均正确) 1.04 (1.00~1.08 均正确)

13. 【答案】(1) 0.4 kg (2) 0.125

【解析】(1) 物块 A 在左侧运动时，由图 (b) 可知： $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{2-0}{1-0} = 2 \text{ m/s}^2$

由牛顿第二定律得： $m_B g - F_{T_1} = m_B a_1$ ， $F_{T_1} = m_A a_1$

解得： $m_A = 0.4 \text{ kg}$

(2) 物块 A 在右侧运动时，由图 (b) 可知： $a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{3-2}{2-1} = 1 \text{ m/s}^2$

由牛顿第二定律得： $m_B g - F_{T_2} = m_B a_2$ ， $F_{T_2} - \mu m_A g = m_A a_2$

解得： $\mu = 0.125$

14. 【答案】(1) 略 (2) $1.0 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$

【解析】(1) 设入射角、折射角分别为 θ_1 、 θ_2 ，由折射定律得 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$

由几何关系： $\theta_1 = \angle OMN$ 、 $\theta_2 = \angle OBN$ 、 $\sin \theta_1 = \frac{ON}{OM}$ 、 $\sin \theta_2 = \frac{ON}{OB}$

所以 $n = \frac{OB}{OM}$

(2) 设 Δt 时间内，射向光帆的光子数为 N ，每个光子的能量为 ε ，则 $ES\Delta t = N\varepsilon$ ，

其中 $\varepsilon = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ ，

光子被全部反射的过程中，由动量定理： $F\Delta t = N \cdot 2p = 2N\frac{h}{\lambda}$

公众号悦爱学堂由牛顿第二定律： $F=ma$

解得： $a = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$

15. 【答案】 (1) $\frac{v_0}{4}$ (2) $\frac{mv_0R}{8B^2L^2}$ (3) $\frac{B^2L^2v_0^2t}{16R} - \frac{mv_0^2}{48}$

【详解】 (1) 铜棒进入磁场做匀速运动，受力分析得 $\mu mg = ILB$

$$I = \frac{E}{R}, \quad E = BLv_1$$

解得： $v_1 = \frac{v_0}{4}$

(2) 铜棒进入磁场前做匀加速直线运动，由牛顿第二定律： $\mu mg = ma$

$$v_1^2 = 2ad$$

解得： $d = \frac{mv_0R}{8B^2L^2}$

(3) PQ 边进入磁场后，导体框与铜棒动量守恒： $2m \cdot \frac{v_0}{2} + mv_1 = (2m + m)v_2$

对铜棒由动量定理有 $\mu mgt + \bar{I}Lbt = mv_2 - mv_1$

设从 PQ 边进入磁场到导体框与铜棒共速的过程中，导体框通过的位移为 x_1 ，铜棒通

过的位移为 x_2 ，时间为 t ，此过程中，产生的平均电动势 $\bar{E} = BL \frac{x_1}{t} - BL \frac{x_2}{t} = \frac{BL\Delta x}{t}$

产生的平均电流 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R}$

联立可得 $\Delta x = \frac{mv_0R}{6B^2L^2} - \frac{v_0t}{4}$

由能量守恒有 $\frac{1}{2} \cdot 2m \cdot \left(\frac{v_0}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}(2m + m)v_2^2 = Q + \mu mg\Delta x$

解得： $Q = \frac{B^2L^2v_0^2t}{16R} - \frac{mv_0^2}{48}$