

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. 下列现象中，揭示了光的粒子性的是

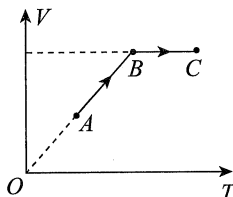
- A. 光电效应 B. 光的干涉 C. 光的偏振 D. 光的衍射

2. 处于 $n=4$ 能级的氢原子，向 $n=2$ 能级跃迁时

- A. 吸收光子，能量增加 B. 吸收光子，能量减少
C. 放出光子，能量增加 D. 放出光子，能量减少

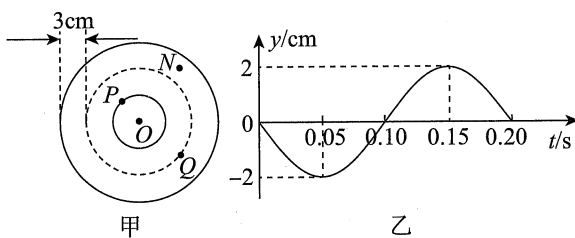
3. 一定质量的理想气体的体积 V 随热力学温度 T 变化的情况如图所示。气体先后经历状态 A 、 B 和 C ，下列说法正确的是

- A. 从状态 A 到状态 B ，气体压强保持不变
B. 从状态 A 到状态 B ，气体内能保持不变
C. 从状态 B 到状态 C ，气体对外做功
D. 从状态 B 到状态 C ，气体向外放热



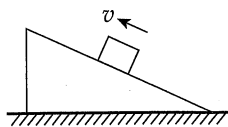
4. 波源 O 垂直于纸面做简谐运动，所激发的横波在均匀介质中沿纸面向四周传播。图甲为该简谐波在 $t=0.10\text{s}$ 时的俯视图，实线圆表示波峰，虚线圆表示波谷，相邻两个实线圆之间仅有 1 个虚线圆。该介质中某质点的振动图像如图乙所示，取垂直纸面向外为正方向。下列说法正确的是

- A. 该波的波速为 15cm/s
B. 图甲中质点 P 和 Q 的相位差为 π
C. 图甲中质点 N 在该时刻速度方向垂直纸面向外
D. 图乙可能是质点 N 的振动图像



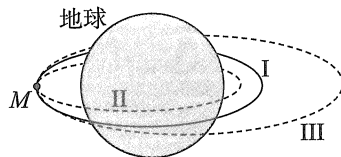
5. 如图所示，水平面上有一上表面光滑的斜面体，一小物块沿其上表面匀减速上滑，此过程中斜面体始终保持静止，下列说法正确的是

- A. 斜面体受到地面的摩擦力水平向左
B. 斜面体受到地面的摩擦力为零
C. 斜面体对地面的压力小于斜面体与物块的重力之和
D. 斜面体对地面的压力等于斜面体与物块的重力之和



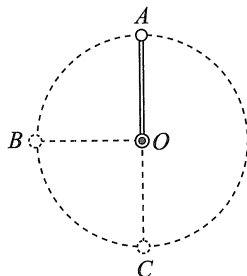
6. 如图所示，卫星沿圆形轨道 I 环绕地球运动。当其运动到 M 点时采取了一次减速制动措施，进入椭圆轨道 II 或 III。轨道 I、II 和 III 均与地球赤道面共面。变更轨道后

- A. 卫星沿轨道 III 运动
 B. 卫星经过 M 点时的速度小于 7.9km/s
 C. 卫星经过 M 点时的加速度变大
 D. 卫星环绕地球运动的周期变大



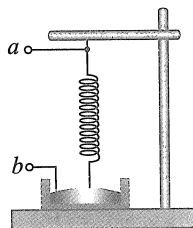
7. 如图所示，轻杆的一端固定在通过 O 点的水平转轴上，另一端固定一小球，轻杆绕 O 点在竖直面内沿顺时针方向做匀速圆周运动，其中 A 点为最高点、 C 点为最低点， B 点与 O 点等高，下列说法正确的是

- A. 小球经过 A 点时，所受杆的作用力一定竖直向下
 B. 小球经过 B 点时，所受杆的作用力沿着 BO 方向
 C. 从 A 点到 C 点的过程，小球重力的功率保持不变
 D. 从 A 点到 C 点的过程，杆对小球的作用力做负功



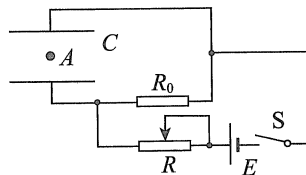
8. 如图所示，把一根柔软的铜制弹簧悬挂起来，使它的下端刚好跟槽中的水银接触。用导线连接弹簧上端作为接线端 a ，另一根导线浸在水银槽中作为另一个接线端 b ，再将 a 、 b 端分别与一直流电源两极相连，发现弹簧开始竖直上下振动，电路交替通断。关于该实验，下列说法正确的是

- A. 通入电流时，弹簧各相邻线圈之间相互排斥
 B. 将 a 、 b 端的极性对调，弹簧将不再上下振动
 C. 增大电流，弹簧下端离开水银液面的最大高度一定变小
 D. 用频率合适的交流电，也可使弹簧上下振动



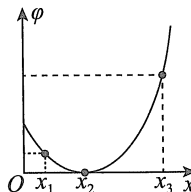
9. 将水平放置的平行板电容器 C 、定值电阻 R_0 、滑动变阻器 R 、电源 E 和开关 S 等元件组成如图所示电路，闭合 S 待稳定后，电容器两极板间的带电油滴 A 恰好保持静止。不考虑空气阻力和浮力，下列说法正确的是

- A. 当 R 接入电路中的阻值变大时，电容器将放电
 B. 当 R 接入电路中的阻值变小时，油滴 A 将向下运动
 C. 仅换用阻值更大的 R_0 ，油滴 A 将向下运动
 D. 仅换用阻值更小的 R_0 ，油滴 A 依旧可以保持悬浮状态

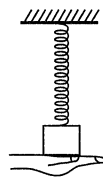


10. 一电子只在静电力作用下沿 $+x$ 方向运动，其所在位置处的电势 φ 随位置 x 变化的图线如图中抛物线所示，下列说法正确的是

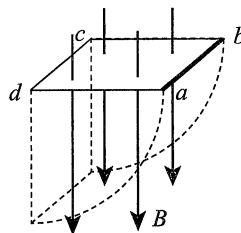
- A. x_1 与 x_3 处的电场方向相同
 B. 从 x_1 运动到 x_2 ，电场力对电子做正功
 C. 电子在 x_1 处的速率小于在 x_3 处的速率
 D. 电子从 x_2 运动到 x_3 ，加速度逐渐减小



11. 如图所示，轻弹簧下端连接一重物，用手托住重物并使弹簧处于压缩状态。然后手与重物一同缓慢下降，直至重物与手分离并保持静止。在此过程中，下列说法正确的是



- A. 弹簧的弹性势能与物体的重力势能之和先减少再增加
 B. 弹簧对重物做的功等于重物机械能的变化量
 C. 重物对手的压力随下降的距离均匀变化
 D. 手对重物做的功一定等于重物重力势能的变化量
12. 如图所示，空间中存在竖直向下、磁感应强度为 B 的匀强磁场。边长为 L 的正方形线框 $abcd$ 的总电阻为 R 。除 ab 边为硬质金属杆外，其它边均为不可伸长的轻质金属细线，并且 cd 边保持不动，杆 ab 的质量为 m 。将线框拉至水平后由静止释放，杆 ab 第一次摆到最低位置时的速率为 v 。重力加速度为 g ，忽略空气阻力。关于该过程，下列说法正确的是



- A. a 端电势始终低于 b 端电势
 B. 杆 ab 中电流的大小、方向均保持不变
 C. 安培力对杆 ab 的冲量大小为 $\frac{B^2 L^3}{R}$
 D. 安培力对杆 ab 做的功为 $mgL - \frac{1}{2}mv^2$
13. 只利用下列选项中的器材，不能测量出当地重力加速度的是
- A. 1 根长度已知的直杆、1 个质量未知的小物块、1 块停表
 B. 1 根长度已知的轻绳、2 个质量已知的小物块、1 个滑轮、1 个铁架台
 C. 1 个发射初速度已知的抛射器、1 个质量未知的抛射物、1 把直尺
 D. 1 个质量已知的小物块、1 根长度未知的轻绳、1 把直尺、1 块停表
14. 2022 年 10 月 31 日“梦天”实验舱成功发射，其上配置了世界领先的微重力超冷原子物理实验平台，利用太空中的微重力环境和冷却技术，可获得地面无法制备的超冷原子。

超冷原子是指温度接近 0K 状态下的原子（质量约 10^{-27}kg ），其运动速度约为室温下原子速度（约 500m/s ）的 5×10^{-5} 倍。超冷原子的制备要先利用激光冷却技术，使用方向相反的两束激光照射原子，原子会吸收激光的光子然后再向四周随机辐射光子，经过多次吸收和辐射后，原子的速度减小。同时施加磁场将原子束缚在一定区域内，避免原子逃逸，以延长原子与激光作用的时间。再用蒸发冷却技术，将速度较大的原子从该区域中排除，进一步降低温度。取普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ 。下列说法错误的是

- A. 太空中的微重力环境可使实验舱中的原子长时间处于悬浮状态，利于获得超冷原子
 B. 超冷原子的物质波波长约为 10^{-5}m 量级
 C. 原子减速是通过原子向四周随机辐射光子实现的
 D. 超冷原子的蒸发冷却的机制，与室温下水杯中的水蒸发冷却的机制类似

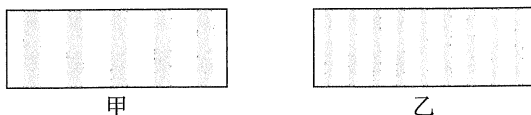
第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

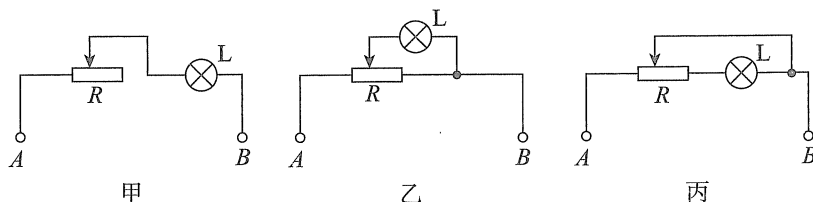
15. (8 分)

物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。

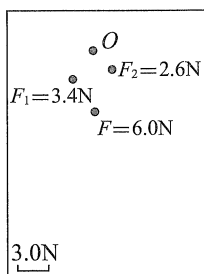
- (1) 某同学在做杨氏双缝干涉实验时，分别用波长 λ_1 和 λ_2 的单色光，经同一干涉装置得到如图甲和乙所示的干涉条纹，可知 λ_1 _____ λ_2 (选填 “>” “=” 或 “<”)。



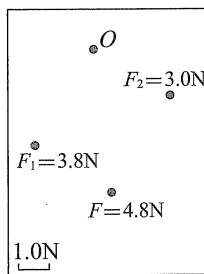
- (2) 图中 A、B 端之间电压恒为 U ，灯泡 L 的电阻恒为 R_1 ，滑动变阻器 R 的最大阻值为 R_2 ，在保证安全的情况下，为使灯泡两端电压的变化范围尽量大，应选择 _____ (选填 “甲” “乙” 或 “丙”) 电路，灯泡两端电压最大变化范围是 _____。



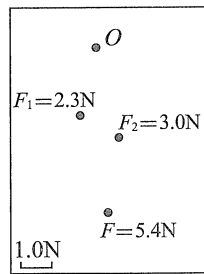
- (3) 在探究两个互成角度的力的合成规律的实验中，橡皮条的一端连接轻质小圆环，另一端固定，通过两个弹簧测力计共同拉动小圆环。小圆环受到拉力 F_1 、 F_2 的共同作用静止于 O 点。撤去 F_1 、 F_2 ，改用一个拉力 F 单独拉住小圆环，仍使它静止于 O 点。甲、乙、丙三位同学在白纸上记录的 F_1 、 F_2 和 F 的大小以及表示作用线方向的点如下图所示，其中最有助于得到正确的实验结论的是 _____ 同学的实验结果 (选填 “甲” “乙” 或 “丙”)。



甲同学的实验结果



乙同学的实验结果



丙同学的实验结果

16. (10分)

某同学探究平抛运动的特点。

- (1) 用如图 1 所示装置探究平抛运动竖直分运动的特点。用小锤打击弹性金属片后, A 球沿水平方向飞出, 同时 B 球被松开并自由下落, 比较两球的落地时间。

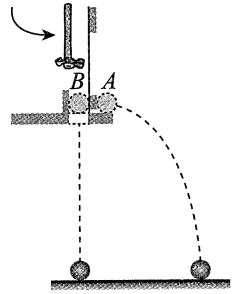


图 1

- ①关于该实验, 下列说法正确的是_____ (选填选项前的字母)。

- A. A 、 B 两球应选用体积小、质量大的小球
- B. 打击弹性金属片后两球需要落在同一水平面上
- C. 比较两球落地时间必须要测量两球下落的高度

- ②多次改变 A 、 B 两球释放的高度和小锤敲击弹性金属片的力度, 发现每一次实验时都只会听到一下小球落地的声响, 由此_____说明 A 球竖直方向分运动为自由落体运动, _____说明 A 球水平方向分运动为匀速直线运动。(选填“能”或“不能”)

- (2) 用如图 2 所示装置研究平抛运动水平分运动的特点。

将白纸和复写纸对齐重叠并固定在竖直硬板上。 A 球沿斜槽轨道 PQ 滑下后从斜槽末端 Q 飞出, 落在水平挡板 MN 上。由于挡板靠近硬板一侧较低, 钢球落在挡板上时, A 球会在白纸上挤压出一个痕迹点。移动挡板, 依次重复上述操作, 白纸上将留下一系列痕迹点。

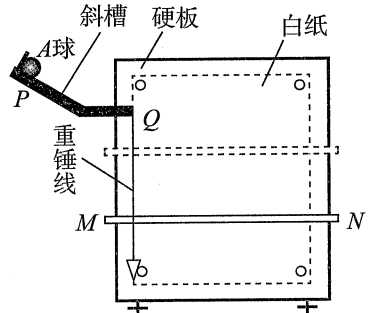


图 2

- ①下列操作中, 必要的是_____ (选填选项前的字母)。

- A. 通过调节使斜槽末段保持水平
- B. 每次需要从不同位置静止释放 A 球
- C. 通过调节使硬板保持竖直
- D. 尽可能减小 A 球与斜槽之间的摩擦

- ②某同学用图 2 的实验装置得到的痕迹点如图 3 所示, 其中一个偏差较大的点产生的原因, 可能是该次实验时_____ (选填选项前的字母)。

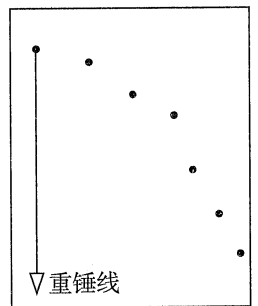


图 3

- A. A 球释放的高度偏高
- B. A 球释放的高度偏低
- C. A 球没有被静止释放
- D. 挡板 MN 未水平放置

- (3) 某同学用平滑曲线连接这些痕迹点, 得到图 4 所示 A 球做平抛运动的轨迹。请利用该轨迹和 (1) 中得出的平抛运动竖直方向分运动的特点, 说明怎样确定平抛运动水平分运动是匀速直线运动。

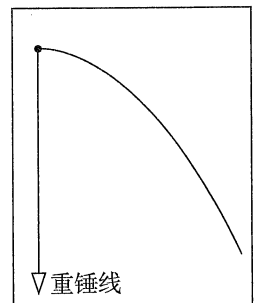


图 4

17. (9分)

图1中过山车可抽象为图2所示模型：弧形轨道下端与半径为 R 的竖直圆轨道平滑相接， B 点和 C 点分别为圆轨道的最低点和最高点。质量为 m 的小球（可视为质点）从弧形轨道上距 B 点高 $4R$ 的 A 点静止释放，先后经过 B 点和 C 点，而后沿圆轨道滑下。忽略一切摩擦，已知重力加速度 g 。

- (1) 求小球通过 B 点时的速度大小 v_B 。
- (2) 求小球通过 C 点时，轨道对小球作用力的大小 F 和方向。
- (3) 请分析比较小球通过 B 点和 C 点时加速度的大小关系。

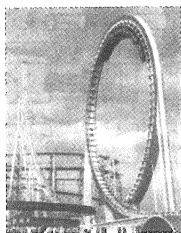


图1

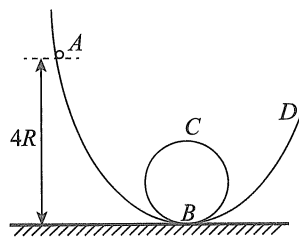
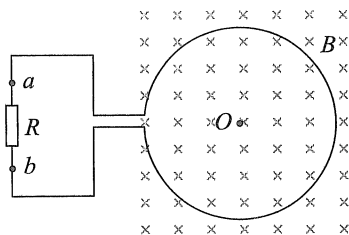


图2

18. (9分)

如图所示，一个电阻 $r=2\Omega$ 、匝数 $N=100$ （图中只画了1匝）的圆形金属线圈与 $R=8\Omega$ 的定值电阻连成闭合回路。线圈所围面积 $S=0.2\text{m}^2$ ，线圈处在垂直于线圈平面的匀强磁场中，取垂直线圈平面向里为磁场正方向，磁感应强度 B 随时间 t 变化的关系为 $B=(0.4-0.2t)\text{T}$ 。求

- (1) 通过电阻 R 的电流大小 I 和方向；
- (2) 4s 内
 - a. 通过电阻 R 的电荷量 q ；
 - b. 电路中产生的焦耳热 Q 。



19. (10分)

反冲是常见的现象。

(1) 静止的铀核 (${}_{92}^{238}\text{U}$) 放出 1 个动能为 E 的未知粒子后, 衰变为 1 个钍核 (${}_{90}^{234}\text{Th}$)。

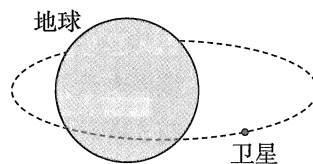
a. 请写出上述衰变过程的核反应方程;

b. 求反冲的钍核的动能 E_k 。(计算中可忽略质子和中子质量的差异, 不考虑相对论效应)

(2) 如图所示, 用轻绳连接的滑块 A 和 B (均可视为质点) 静止在光滑水平面上, 其间有一被轻绳束缚而处于压缩状态的轻质弹簧, 已知滑块 A 的质量为 m , 弹簧的弹性势能为 E_p 。请证明: 滑块 B 的质量 M 越大, 剪断轻绳, 当弹簧恢复原长时, 滑块 A 获得的动能就越大。



(3) 如图所示, 以地心为参考系, 质量为 M 的卫星只在地球引力的作用下沿与赤道面共面的椭圆轨道运动。卫星的发动机短暂点火可使卫星变更轨道: 将质量为 Δm 的气体在极短时间内一次性向后喷出。假设无论发动机在什么位置短暂点火, 点火后喷出气体相对点火后卫星的速度大小 u 都相同。如果想使点火后卫星的动能尽可能大, 请通过分析, 指出最佳的点火位置。



20. (12分)

电容是物理学中重要的物理量。

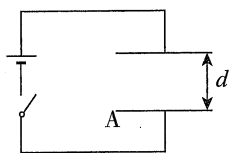


图 1

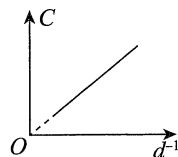


图 2

如图 1 所示，空气中水平放置的平行板电容器 A 充满电后，仅改变电容器 A 两极板间的距离 d ，电容器 A 的电容 C 也随之变化。多次实验后，作出一条斜率为 p 的直线，如图 2 所示。不考虑边缘效应。

(1) 回答下列问题。

- a. 若开关保持断开状态，分析当板间距 d 变化时，两极板间电场强度的大小 E 如何变化。
- b. 根据电场强度的定义、电场强度可叠加的性质，证明当电容器 A 所带电荷量为 q 时，

$$\text{下极板对上极板电场力的大小 } F = \frac{q^2}{2p}.$$

(2) 用电容器 A 制成静电天平，其原理如图 3 所示：空气中，平行板电容器的下极板固定不动，上极板接到等臂天平的左端。当电容器不带电时，天平恰好保持水平平衡，两极板间的距离为 d 。当天平右端放一个质量为 m 的砝码时，需要在电容器的两极板间加上电压 U ，使天平重新水平平衡。

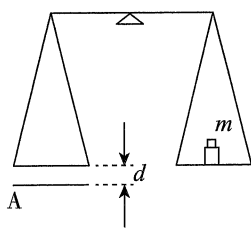


图 3

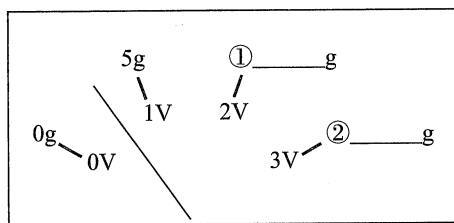


图 4

某同学提出若用电压表（可视为理想表）读出上述电压，则可推知所加砝码的质量。因此，他准备将图 4 中该电压表表盘（示意图）上的电压值转换为相应的质量值。他已经完成了部分测量，请在图 4 的表盘上标上 2V 和 3V 对应的质量值，并给出一种扩大该静电天平量程的方法。

(3) 如图 5 所示，将电容器 A 的下极板固定不动，上极板由一劲度系数为 k 的轻质绝缘弹簧悬挂住。当两极板均不带电时，极板间的距离为 d_0 。保持两极板始终水平正对且不发生转动，当两极板间所加电压为 U 时，讨论上极板平衡位置的个数 N 的情况。

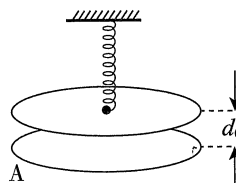


图 5