



## 物理 试 卷

2024. 5

本试卷共 8 页，共 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，将答题卡交回。

## 第一部分 选择题（共 42 分）

本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的，全部选对得 3 分，选错或不答的得 0 分。

- 下列说法正确的是
  - 水凝结成冰后，水分子的热运动停止
  - 一定质量的气体被压缩后，内能一定增加
  - 给自行车胎打气，越打越费力是因为分子间存在斥力
  - 显微镜下观察到悬浮在水中的花粉颗粒的无规则运动是布朗运动
- 将两支铅笔并排放在一起，通过中间狭缝看与其平行的日光灯，观察到彩色条纹的现象属于光的
  - 偏振现象
  - 衍射现象
  - 干涉现象
  - 全反射现象

- 如图 1 所示，粗细均匀的一根木筷，下端绕几圈铁丝，竖直浮在水杯中。将木筷竖直提起一段距离，然后由静止释放并开始计时，木筷就在水中上下振动，在一段时间内木筷在竖直方向可近似看做简谐运动。若取竖直向上为正方向，图 2 中描述木筷振动的图像正确的是

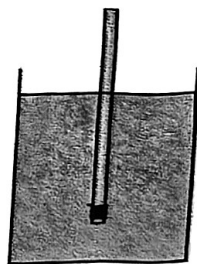


图 1

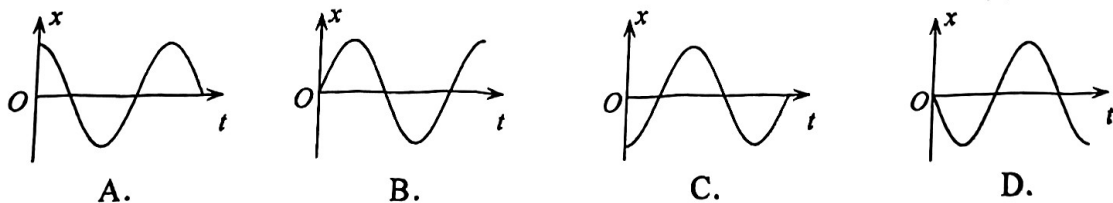


图 2

- 如图 3 所示，一交变电流通过理想变压器变压后对用电器供电，用电器铭牌上标有“220 V，880 W”字样，该用电器正常工作，输电线电阻忽略不计。已知交变电流的电压随时间变化关系为  $u = 1100\sqrt{2}\sin 100\pi t$  (V)，下列说法正确的是

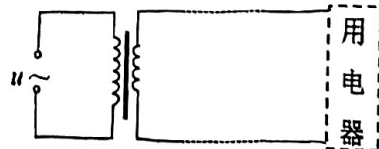


图 3

- 原、副线圈的匝数比为 1:5
- 原线圈的输入功率为 880 W
- 原线圈中电流的有效值为 20 A
- 副线圈输出交流电的频率为 100 Hz



5. 图4为氢原子的能级示意图。若使处于基态的氢原子被激发后，可辐射能量为2.55 eV的光，则激发氢原子的光子能量可能为

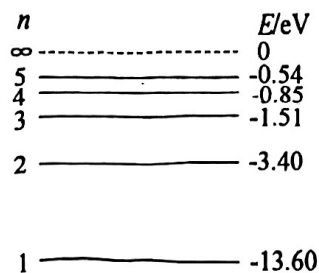


图4

- A. 12.75 eV      B. 12.09 eV  
C. 10.20 eV      D. 2.55 eV
6. 研究表明，2000年来地球自转周期累计慢了2个多小时。假设这种趋势持续下去，地球其他条件不变，未来人类发射的地球同步卫星与现在相比

A. 距地面的高度变小    B. 向心加速度变大    C. 线速度变小    D. 角速度变大

7. 如图5所示是一种电容式键盘，键盘上每个键子下面都连有一块小金属片，与该金属片隔有一定空气间隙的是另一块固定的小金属片，这样两块金属片就组成一个小电容器。该电容器的电容可用公式  $C = \epsilon \frac{S}{d}$  计算，其中  $\epsilon$  为一常量， $S$  表示金属片的正对面积， $d$  表示两金属片间的距离。连接电源，按下某个键时，与之相连的电子线路就给出与该键相关的信号，此时该电容器的

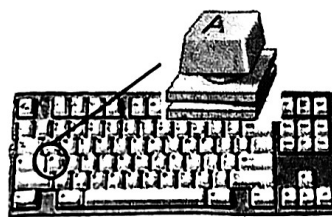


图5

- A. 电容不变      B. 极板所带的电荷量变大  
C. 极板间的电压变小      D. 极板间的场强不变

8. 如图6所示，两个质量均为  $m$  的小木块A、B（可视为质点）放在水平圆盘上，A、B到转轴  $OO'$  的距离分别为  $l$ 、 $2l$ 。小木块与圆盘之间的动摩擦因数均为  $\mu$ ，可以认为小木块最大静摩擦力等于滑动摩擦力。若圆盘从静止开始绕轴转动，并缓慢地加速，用  $\omega$  表示圆盘转动的角速度，用  $g$  表示重力加速度的大小，下列说法正确的是
- A. 圆盘对A的作用力大小大于A对圆盘的作用力大小

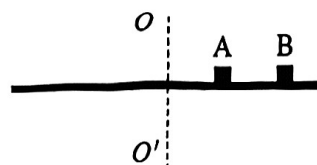


图6

B. 当  $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{2l}}$  时，A所受摩擦力的大小为  $\mu mg$

- C. A、B所受摩擦力的大小始终相等  
D. B一定比A先开始滑动

9. 在做“用油膜法估测油酸分子的大小”实验时，每1000 mL油酸酒精溶液中有纯油酸2 mL，用量筒测得1 mL上述溶液为100滴。在浅盘里盛上水，将爽身粉均匀地撒在水面上。把1滴上述溶液滴入浅盘里，等油膜形状稳定后，把带有坐标方格的玻璃板放在浅盘上，并描画出油膜的轮廓，油膜所占正方形方格数为75个，每个方格边长为2 cm。下列说法正确的是

- A. 1滴油酸酒精溶液中含有的纯油酸的体积约为  $2 \times 10^{-11} \text{ m}^3$   
B. 油酸分子的直径约为  $6.7 \times 10^{-9} \text{ m}$   
C. 若所撒爽身粉过厚，会导致估测出的分子直径偏小  
D. 若描画油膜轮廓时油酸未完全散开，会导致估测出的分子直径偏小



10. 如图 7 所示，水平放置的两平行金属板间存在着相互垂直的匀强电场和匀强磁场。一带电粒子（重力不计）从  $M$  点沿水平方向射入到两板之间，恰好沿直线从  $N$  点射出。电场强度为  $E$ ，磁感应强度为  $B$ 。下列说法正确的是

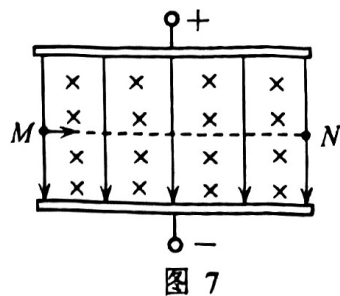


图 7

- A. 粒子一定带正电  
 B. 粒子射入的速度大小  $v = \frac{B}{E}$   
 C. 若只改变粒子射入速度的大小，其运动轨迹为曲线  
 D. 若粒子从  $N$  点沿水平方向射入，其运动轨迹为直线

11. 某种力做功只与物体的起始和终点位置有关，而与物体运动所经过的具体路径无关，物理学中把这种力称为保守力。保守力做功所改变的是与系统的相对位置有关的能量，这种能量称为势能，用  $E_p$  来表示。图 8 为某物体的势能随位置变化的曲线，该物体

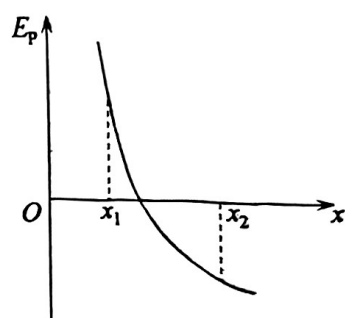


图 8

- A. 在势能为 0 的位置时，受到的保守力也一定为零  
 B. 在  $x_1$  位置时，受到保守力的方向沿  $x$  轴的负方向  
 C. 从  $x_1$  位置运动到  $x_2$  位置的过程中保守力做正功  
 D. 在  $x_1$  位置受到保守力的大小小于在  $x_2$  位置受到保守力的大小

12. 如图 9 所示，在水平向右且场强大小为  $E$  的匀强电场中，两个半径相同、质量均为  $m$  的小球 A、B 静止放置在光滑的水平面上，且 A、B 所在直线与电场线平行。A 带电量为  $q$  ( $q > 0$ )，B 不带电，A、B 之间的距离为  $L$ 。  $t = 0$  时刻开始，A 在电场力的作用下开始沿直线运动，并与 B 发生弹性碰撞。碰撞过程中 A、B 之间没有电量转移，仅碰撞时才考虑 A、B 之间的相互作用。下列说法正确的是

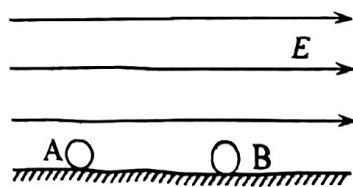


图 9

- A. 两球第一次碰撞到发生第二次碰撞的时间间隔为  $\sqrt{\frac{2mL}{qE}}$   
 B. 两球第  $n$  次碰撞到发生第  $n+1$  次碰撞的时间间隔为  $2n \sqrt{\frac{2mL}{qE}}$   
 C. 两球连续两次碰撞的时间间隔均为  $\sqrt{\frac{2mL}{qE}}$   
 D. 两球连续两次碰撞的时间间隔均为  $2 \sqrt{\frac{2mL}{qE}}$





13. 将某物体沿与水平方向成一定角度斜向上抛出，经过一段时间，物体落回与抛出点等高处。在忽略空气阻力情况下，其运动轨迹如图 10 中虚线所示，在考虑空气阻力情况下，其运动轨迹如图 10 中实线所示。在考虑空气阻力的情况下，

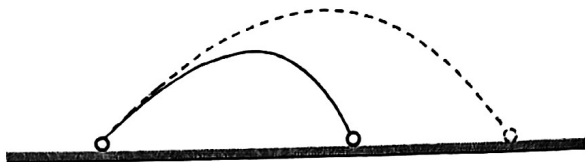


图 10

- A. 上升的时间一定小于下降的时间  
 B. 在最高点时的加速度等于重力加速度  
 C. 落回抛出点时的动能等于抛出时的动能  
 D. 上升阶段损失的机械能等于下降阶段损失的机械能
14. 图 11 为用于电真空器件的一种磁聚焦装置示意图。螺线管中存在磁感应强度为  $B$ 、方向平行于管轴的匀强磁场。电子枪可以射出速度大小均为  $v$ ，方向不同的电子，且电子速度  $v$  与磁场方向的夹角非常小。电子电荷量为  $e$ 、质量为  $m$ 。电子间的相互作用和电子的重力不计。这些电子通过磁场汇聚在荧光屏上  $P$  点。下列说法错误的是

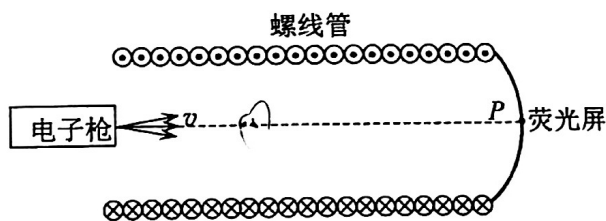


图 11

- A. 电子在磁场中运动的时间可能为  $\frac{2\pi m}{eB}$   
 B. 荧光屏到电子入射点的距离可能为  $\frac{2\pi mv}{eB}$   
 C. 若将电子入射速度变为  $\frac{1}{2}v$ ，这些电子一定能汇聚在  $P$  点  
 D. 若将电子入射速度变为  $2v$ ，这些电子一定能汇聚在  $P$  点



## 第二部分 非选择题 (共 58 分)



本部分共 6 小题，共 58 分。

15. (8 分)

甲、乙两同学分别用不同的方案做“验证动量守恒定律”实验。

(1) 甲同学用如图 12 所示的装置研究小球在斜槽末端碰撞时动量是否守恒。 $O$  点是小球抛出点在地面上的垂直投影，实验时先让质量为  $m_1$  的入射小球多次从斜槽上位置  $S$  由静止释放，通过白纸和复写纸找到其平均落地点的位置  $P$ ，测出平抛射程  $OP$  (称为第一次操作)。然后，把半径相同质量为  $m_2$  的被碰小球静置于斜槽末端，仍将入射小球从斜槽上位置  $S$  由静止释放，与被碰小球发生正碰，并多次重复该操作，两小球平均落地点位置分别为  $M$ 、 $N$ ，测出  $OM$ 、 $ON$  (称为第二次操作)。在实验误差允许范围内，若满足关系式  $m_1|OP| = m_1|OM| + m_2|ON|$ ，则可以认为两球碰撞前后的动量守恒。

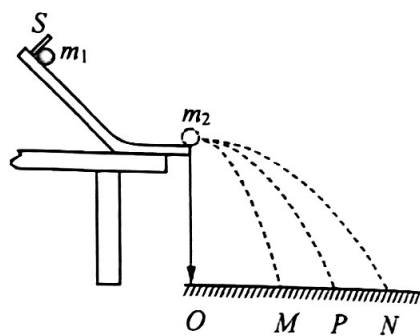


图 12

① 下列关于本实验条件的叙述，正确的是\_\_\_\_\_。(选填选项前的字母)

- A. 同一组实验中，入射小球必须从同一位置由静止释放
- B. 入射小球的质量必须大于被碰小球的质量
- C. 斜槽倾斜部分必须光滑
- D. 斜槽末端必须水平

② 若第二次操作时，入射小球从斜槽上静止释放的位置低于  $S$ ，其他操作都正确的情况下，实验结果为  $m_1|OP|$  \_\_\_\_\_  $m_1|OM| + m_2|ON|$  (选填“>”、“<”或“=”)。

(2) 乙同学用如图 13 所示实验装置进行实验，两个带有等宽遮光条的滑块 A、B 间放置轻质弹簧，挤压两个滑块使弹簧压缩，并用一根细线将两个滑块固定，将其置于气垫导轨上。接通充气开关，烧断细线，A、B 由静止向相反方向运动。利用光电计时器可记录下两遮光条通过光电门 C、D 的时间分别为  $t_1$ 、 $t_2$ 。A、B 的质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ 。

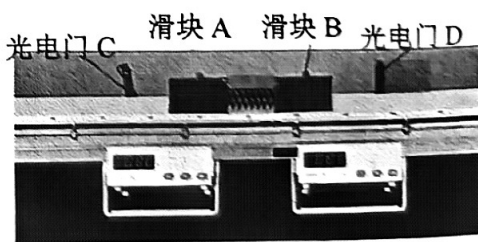


图 13

① 在实验操作正确的前提下，若满足\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_近似相等 (用所测物理量的字母表示)，则可以认为两滑块被弹簧弹开前后动量守恒。

② 本实验\_\_\_\_\_ (选填“需要”或者“不需要”) 调节气垫导轨水平，判断气垫导轨水平的依据是\_\_\_\_\_。



16. (10分)

某同学分别用图 14 甲和乙的电路测量同一节干电池的电动势和内阻。

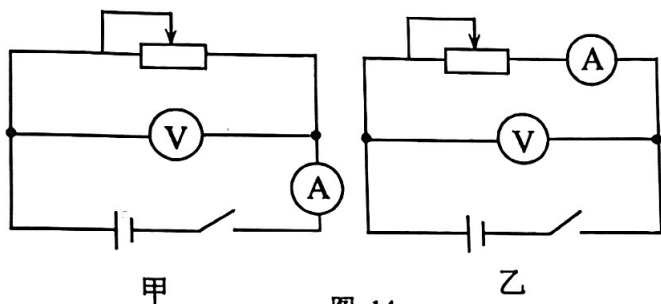


图 14

- (1) 利用图 14 甲实验电路测电池的电动势  $E$  和内阻  $r$ ，所测量的实际是图 15 中虚线框所示“等效电源”的电动势  $E'$  和内阻  $r'$ 。若电流表内阻用  $R_A$  表示，用  $E$ 、 $r$  和  $R_A$  表示  $E' =$  \_\_\_\_\_； $r' =$  \_\_\_\_\_。

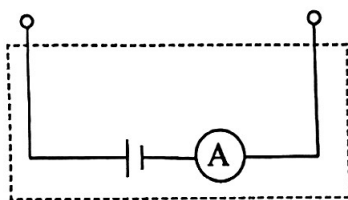


图 15

- (2) 根据实验记录的数据得到如图 16 所示的两条直线，图中直线 I 对应电路是图 14 \_\_\_\_\_ (选填“甲”或“乙”)。

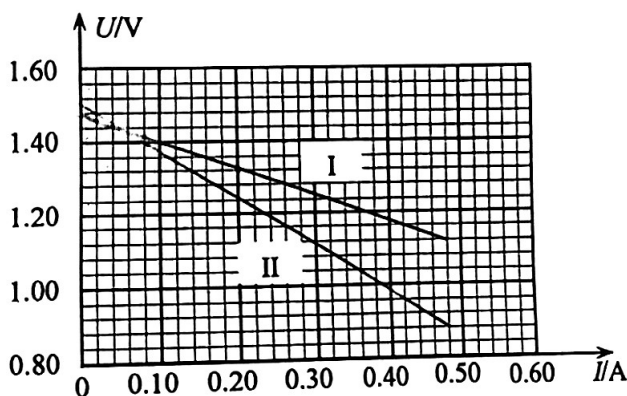


图 16

- (3) 选择误差较小的实验电路，根据图 16 中对应的数据，该电池的电动势  $E =$  \_\_\_\_\_ V (结果保留 3 位有效数字)，内阻  $r =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$  (结果保留 2 位有效数字)。

17. (9分)

质量为 1 kg 的物体在水平拉力的作用下，由静止开始在水平地面上沿  $x$  轴运动，出发位置为  $x = 0$ 。拉力做的功  $W$  与物体坐标  $x$  的关系如图 17 所示。物体与水平地面间的动摩擦因数为 0.4，重力加速度大小取  $10 \text{ m/s}^2$ 。求：

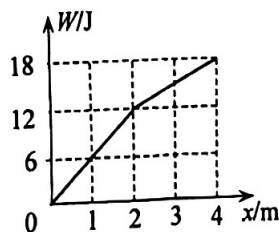


图 17

- (1) 物体在  $x = 1 \text{ m}$  位置时，拉力的大小  $F$ ；
- (2) 物体在  $x = 1 \text{ m}$  位置时，拉力的功率  $P$ ；
- (3) 物体从  $x = 0$  运动到  $x = 4 \text{ m}$  过程中，速度的最大值  $v_m$ 。

18. (9分)

如图 18 所示, 一单摆的摆长为  $l$ , 摆球质量为  $m$ , 固定在悬点  $O$ 。将摆球向右拉至  $N$  点, 由静止释放, 摆球将在竖直面内来回摆动, 其中  $P$  点为摆动过程中的最低位置。摆球运动到  $N$  点时, 摆线与竖直方向的夹角为  $\theta$  (约为  $5^\circ$ ),  $\theta$  很小时可近似认为  $\sin\theta \approx \theta$ 、 $\widehat{PN} \approx \overline{PN}$ 。重力加速度为  $g$ , 空气阻力不计。

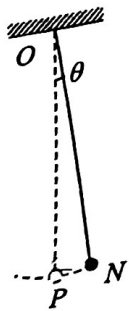


图 18

(1) 请证明摆球的运动为简谐运动。

(2) 如图 19 甲所示, 若在  $O$  点正下方  $\frac{3}{4}l$  的  $O'$  处放置一细铁钉, 当摆球摆至  $P$  点时, 摆线会受到铁钉的阻挡, 继续在竖直面内摆动。

球摆至  $P$  点时, 摆线会受到铁钉的阻挡, 继续在竖直面内摆动。

a. 求摆球摆动一个周期的时间  $T$ ;

b. 摆球向右运动到  $P$  点时, 开始计时, 设摆球相对于  $P$  点的水平位移为  $x$ , 且向右为正方向。

在图 19 乙中定性画出摆球在开始一个周期内的  $x-t$  关系图线。

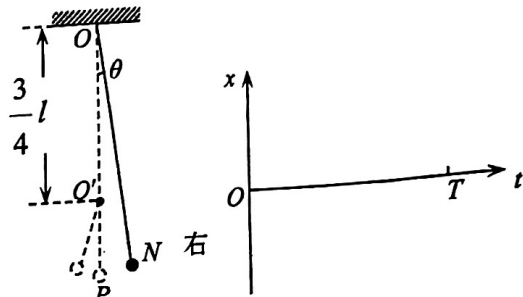


图 19

19. (10分)

磁悬浮列车是一种高速运载的交通工具, 它利用磁力使列车在轨道上悬浮起来从而减少阻力, 同时利用磁场与固定在列车下方的金属线圈相互作用, 使列车获得牵引力。图 20 为某种磁悬浮列车驱动原理的示意图。水平面上有两根平行直轨道, 轨道间有垂直于轨道平面、方向相反的两种匀强磁场, 两种磁场沿轨道方向的宽度均为  $L$ , 且相间排列。车厢下方固定着  $N$  匝边长为  $L$  的闭合正方形金属线圈  $abcd$ , 车厢与线圈绝缘。当所有磁场同时沿轨道方向运动时, 线圈会带动车厢沿轨道运动。已知: 轨道宽度为  $L$ , 两种磁场的磁感应强度大小均为  $B$ , 车厢运动中受到的阻力恒为  $f$ , 车厢及线圈的总质量为  $m$ , 线圈的总电阻为  $R$ 。

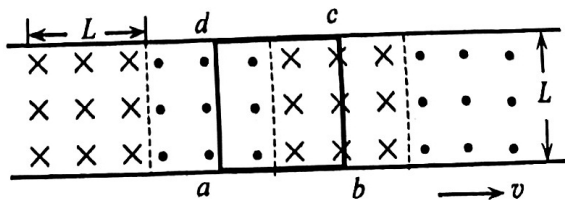


图 20





- (1) 若所有磁场同时沿轨道方向以速度  $v$  做匀速运动, 求:
- 线圈中感应电流的最大值  $I_m$ ;
  - 车厢速度的最大值  $v_m$ 。
- (2) 若所有磁场同时沿轨道方向由静止做加速度为  $a$  的匀加速运动, 当磁场运动时间为  $t$  时, 车厢正在沿轨道做匀加速运动, 求此时车厢的速度大小  $v_{\text{车}}$ 。

20. (12 分)

对同一个物理问题, 常常可以从宏观与微观两个不同角度研究, 从而更加深刻地理解其物理本质。如图 21 所示, 在竖直向下磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中, 光滑 U 型金属导轨  $abcd$  固定放置在绝缘水平面内, 导轨间距为  $L$ , 电阻不计。长度为  $L$  的导体棒  $MN$  与平行导轨垂直, 且始终与导轨接触良好。导体棒  $MN$  在水平向右拉力的作用下, 以速度  $v$  做匀速运动, 运动过程中导体棒未滑出导轨。

- 利用法拉第电磁感应定律, 推导导体棒  $MN$  产生的感应电动势  $E = BLv$ ;
- 利用电动势的定义  $E = \frac{W_{\text{非}}}{q}$ , 推导导体棒  $MN$  产生的感应电动势  $E = BLv$ ;
- 利用拉力对导体棒  $MN$  所做的功等于电路获得的电能, 推导导体棒  $MN$  产生的感应电动势  $E = BLv$ ;
- 若  $bc$  端断开, 依然保持导体棒  $MN$  以速度  $v$  做匀速运动, 利用导体棒  $MN$  中的自由电子的受力情况, 推导导体棒  $MN$  产生的感应电动势  $E = BLv$ 。

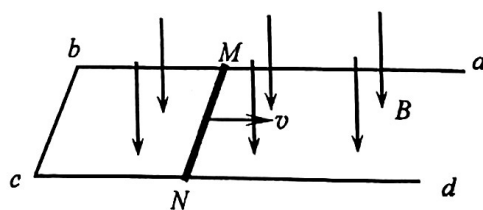


图 21