

宁波市 2024 学年第二学期高考与选考模拟考试

物理试卷

本试题卷分选择题和非选择题两部分，共 8 页，满分 100 分，考试时间 90 分钟。

考生注意：

1. 答题前，请务必将自己的姓名、准考证号用黑色字迹的签字笔或钢笔分别填写在试题卷和答题卡规定的位置上。
2. 答题时，请按照答题卡上“注意事项”的要求，在答题卡相应的位置上规范作答，在试题卷上的作答一律无效。
3. 非选择题的答案必须使用黑色字迹的签字笔或钢笔写在答题卡上相应区域内。作图时，先使用 2B 铅笔，确定后必须使用黑色字迹的签字笔或钢笔描黑。
4. 可能用到的相关参数：重力加速度 g 均取 10m/s^2 。

选择题部分

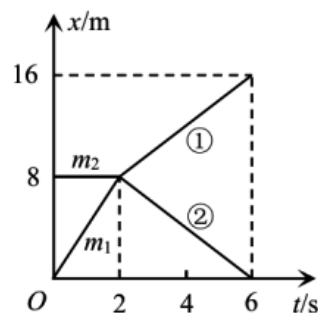
一、选择题 I（本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，不选、多选、错选均不得分）

1. 气体分子的平均平动动能 E_k 与热力学温度 T 之间的关系为 $E_k = \frac{3}{2}kT$ ，式中 k 是玻尔兹曼常数，是一个关于温度及能量的常数。用国际单位制中的基本单位表示 k 的单位是
A. $\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{K}\cdot\text{s}^2)$ B. $\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{K}\cdot\text{s})$ C. $\text{J}/^\circ\text{C}$ D. $\text{N}\cdot\text{m}/\text{K}$
2. 习近平总书记在 2025 年新年贺词中提到“嫦娥六号首次月背采样，梦想号探秘大洋，深中通道踏浪海天，南极秦岭站崛起冰原，展现了中国人追梦星辰大海的豪情壮志”，下列说法正确的是
A. 嫦娥六号在月背起飞上升时，处于完全失重状态
B. 研究“梦想”号大洋钻探船在海底的钻探轨迹时，钻头可以看作质点
C. 港珠澳大桥全长约 55km，一汽车过桥用时 45min，则全程平均速度约为 73km/h
D. 南极秦岭站充分利用风能和太阳能发电，其中太阳能是来自太阳内部的核裂变
3. 如图所示是 2025 年春晚的《笔走龙蛇》节目。演员甲的一只脚踩在转盘边缘，另一只脚悬空，身体重心在转盘外。演员乙站在转盘上，与演员甲手拉手沿转盘半径方向摆出造型并随转盘一起转动。已知转盘以角速度 ω 做匀速圆周运动，演员甲、乙与转盘间均不发生相对滑动，下列说法正确的是
A. 演员甲受到重力、支持力和向心力的作用
B. 演员甲对乙的拉力与乙对甲的拉力是一对平衡力
C. 转盘对演员甲和乙的静摩擦力的合力提供他们所需的向心力
D. 当 ω 逐渐增大到某一值时，演员甲和乙将沿转盘的切线方向飞出



第 3 题图

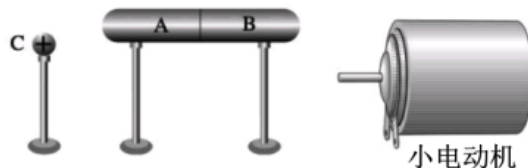
4. 质量分别为 m_1 和 m_2 的两物体在光滑的水平面上发生正碰，碰撞时间极短，两物体的位移—时间图像如图所示， $m_1=1\text{kg}$ ，下列说法正确的是



第4题图

- A. $m_2=1\text{kg}$
- B. 图线①为碰撞后 m_1 的图线
- C. 碰撞后两物体的速度相同
- D. 两物体的碰撞为弹性碰撞

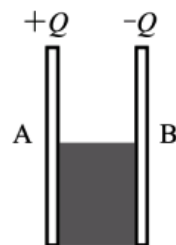
5. 如图所示，在带电体 C 附近，把与地面绝缘的导体 A、B 相碰一下后分开，然后分别接触一个小电动机的两个接线柱，小电动机便开始转动（假设小电动机非常灵敏）。关于以上过程，



第5题图

- A. A、B 相碰后，A 的电势高于 B 的电势
- B. A、B 相碰后分开，A、B 均不带电
- C. 把 A、B 分开的过程要克服 A、B 之间的静电力做功
- D. A、B 分别接触小电动机的两个接线柱时，电流从 A 经电动机流向 B

6. 如图为一平行板电容器，电容为 C ，A、B 两极板的正对面积为 S ，上半部分正对面积为 $\frac{S}{2}$ 且内部为空气，下半部分充满相对介电常数为 ϵ_r 的均匀介质，上、下两半部分可分别看成两个电容器，其电容分别为 C_1 和 C_2 。现给电容器充电，使 A、B 两极板带上等量异种电荷 $+Q$ 和 $-Q$ 。下列说法正确的是



第6题图

- A. 上、下两个电容器的电容 C_1 和 C_2 一定相等
- B. 上、下两个电容器两极板间的电势差 U_1 和 U_2 一定相等
- C. 上、下两个电容器两极板所带的电荷量 Q_1 和 Q_2 一定相等
- D. 若电容器 A、B 两极板间均为空气，其电容 C 一定变大

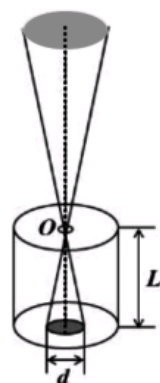
7. 将一根黄色筷子竖直插入装有水的圆柱形玻璃杯中心轴的右侧，观察到筷子在水中的像向右发生了侧移，如图所示。若保持观察位置不变，下列判断正确的是



第7题图

- A. 将筷子竖直插入玻璃杯的中心轴，也能看到筷子的像向右侧移
- B. 将筷子竖直插入玻璃杯中心轴的左侧，也能看到筷子的像向右侧移
- C. 若换成红色筷子，仍在原位置竖直插入，筷子在水中的像会向玻璃杯中心靠近一点
- D. 若将水换成折射率更大的液体，仍在原位置竖直插入，筷子在水中的像会向玻璃杯中心靠近一点

8. 某同学想利用小孔成像实验估测太阳的平均密度。设计如图所示的装置，不透明的圆桶上底密封，但中央有一小孔 O ，下底为半透明纸。将圆桶轴线正对太阳，可在半透明纸上观察到太阳的像的直径 $d=1\text{cm}$ 。已知圆桶长 $L=1\text{m}$ ，引力常量 $G=6.67\times 10^{-11}\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ 。根据以上信息可得到太阳的平均密度的数量级为



第 8 题图

- A. 10^1 kg/m^3 B. 10^3 kg/m^3
 C. 10^5 kg/m^3 D. 10^6 kg/m^3

9. 如图是某城市广场喷泉喷出水柱的场景，每个喷管的直径约为 2cm ，喷出的水柱高度约为 5m 。则空中一个水柱的质量和电动机给单个喷管提供的输出功率分别约为



第 9 题图

- A. 3.1kg , 80W
 B. 3.1kg , 160W
 C. 6.3kg , 80W
 D. 6.3kg , 160W

10. 如图甲为利用电磁驱动原理制作的交流感应电动机。三个线圈连接到三相电源上，电流形成的磁场可等效为以角速度 ω_0 转动的辐向磁场。边长为 l 、总电阻为 R 的单匝正方形线框 $ABCD$ 可绕其中心轴 OO' 旋转，图乙为这种驱动装置的俯视图，线框的两条边 AB 、 CD 所处位置的磁感应强度大小均为 B 。当线框由静止开始转动时， AB 、 CD 两条边受到的阻力均为 $F_f=kv$ ，其中比例系数 $k=\frac{2B^2l^2}{R}$ ， v 为 AB 、 CD 两条边的线速度大小。不计

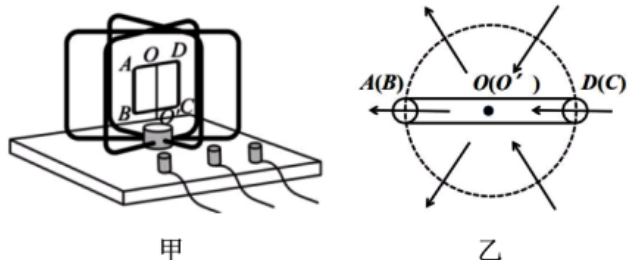
其他阻力。则当线框达到稳定转动时

- A. 线框的转动方向与辐向磁场的转动方向相反

- B. 线框的角速度大小为 $\frac{\omega_0}{3}$

- C. 线框的感应电动势大小为 $\frac{Bl^2\omega_0}{2}$

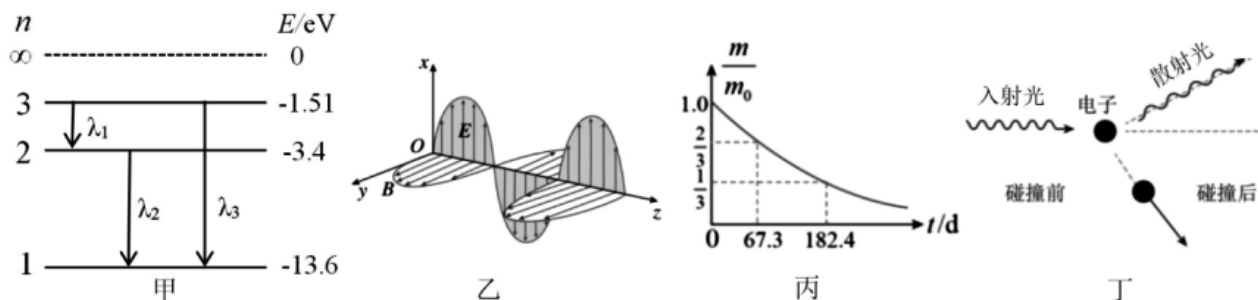
- D. 线框 AB 边所受安培力大小为 $\frac{B^2l^3\omega_0}{R}$



第 10 题图

二、选择题 II (本题共 3 小题, 每小题 4 分, 共 12 分。每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

11. 下列四幅图涉及不同的物理知识, 其中说法正确的是



第 11 题图

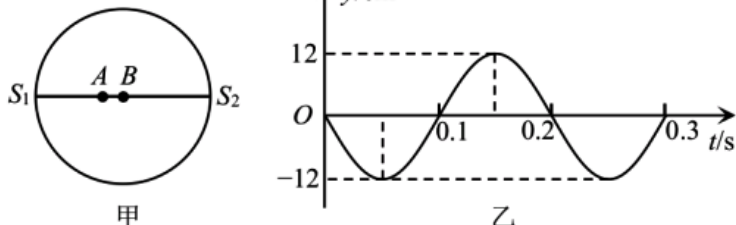
- A. 图甲: 氢原子跃迁时发出波长分别为 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 三条谱线, 满足 $\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda_3$
 - B. 图乙: 电磁波在传播过程中电场变化的周期和电场能变化的周期相等
 - C. 图丙: 从图中可以得到该放射性元素的半衰期为 115.1d
 - D. 图丁: 康普顿效应中光子散射后的波长变大, 该现象是光具有粒子性的重要例证
12. 如图所示, 我国首次使用核电池随“嫦娥三号”软着陆月球, 该核电池是将放射性同位素衰变过程中释放出来的核能转变为电能。“嫦娥三号”采用放射性同位素钚核 ${}_{94}^{239}\text{Pu}$, 静止的 ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ 衰变为铀核 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 和 α 粒子, 并放出 γ 光子。已知 ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ 、 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 和 α 粒子的质量分别为 m_{Pu} 、 m_{U} 和 m_{α} , ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ 和 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 的比结合能分别为 E_1 和 E_2 , 光在真空中的传播速度为 c 。下列说法正确的是



第 12 题图

- A. γ 光子是由钚原子的内层电子跃迁产生的
- B. ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ 的衰变方程为 ${}_{94}^{239}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{235}\text{U} + {}_2^4\text{He}$
- C. 衰变产生的 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 和 ${}_2^4\text{He}$ 的动能之比为 235:4
- D. α 粒子的结合能为 $(m_{\text{Pu}} - m_{\text{U}} - m_{\alpha})c^2 + 239E_1 - 235E_2$

13. 如图所示, 在同一均匀介质中有两个相距 4m 的波源 S_1 和 S_2 , 两波源的连线上有相距 0.5m 的 A 、 B 两点, 其中 B 点位于两波源连线的中点处。 $t=0$ 时两波源同时开始上下振动, 其中 S_2 的振动图像如图乙所示。经过一段时间, 观察到 B 点振动始终减弱, A 点振动始终加强, 两者振幅之差为 16cm, 且 A 、 B 之间没有其他的振动加强点和减弱点。下列说法正确的是



第 13 题图

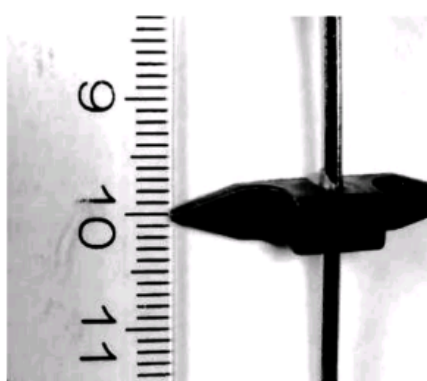
- A. S_1 的起振方向向下
- B. S_1 的波速为 10m/s
- C. 整个圆周上 (S_1 和 S_2 除外) 有 5 个振动减弱点
- D. 0~0.45s 内, A 点通过的路程为 96cm

非选择题部分

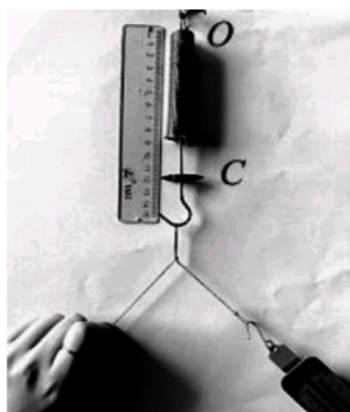
三、非选择题（本题共 5 小题，共 58 分）

14. 实验题（I、II、III 三题共 14 分）

14-I. (6 分) 实验室里有一根弹簧，某同学用刻度尺测量了弹簧的原长，然后用手拉弹簧使其伸长到如图 1 所示的位置，该同学想知道此时弹簧的弹力大小。他找了一个测力计去拉该弹簧，却发现该测力计的量程不够。于是他设计了一个测量弹簧拉力大小的方法：通过用细绳套让测力计和手同时以一定角度拉弹簧的方法来增大对弹簧的拉力，其设计的实验装置如图 2 所示。实验中保持弹簧伸长沿 OC 方向不变。

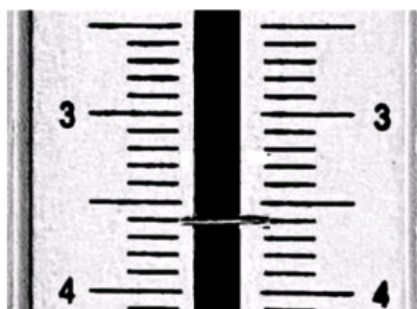


第 14-I 题图 1

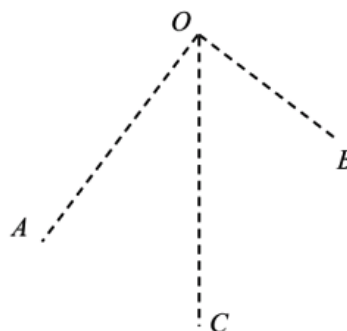


第 14-I 题图 2

- (1) 图 1 中弹簧指针位置的读数为 ▲ cm；
 (2) 图 2 实验中测力计的示数如图 3 所示，其读数为 ▲ N；



第 14-I 题图 3



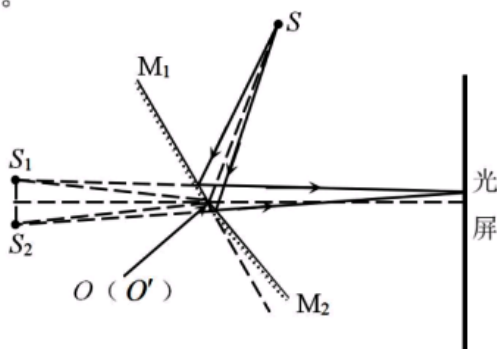
第 14-I 题图 4

- (3) 如图 4 所示，该同学已在白纸上画出了绳套拉力的方向 OA 、被测弹簧受到的拉力方向 OC 和测力计拉绳的方向 OB （大小如图 3 所示）。请你用力的图示法在答卷上作出弹簧所受的拉力，并从图中得出弹簧此时所受拉力的大小为 ▲ N（结果保留两位有效数字）。

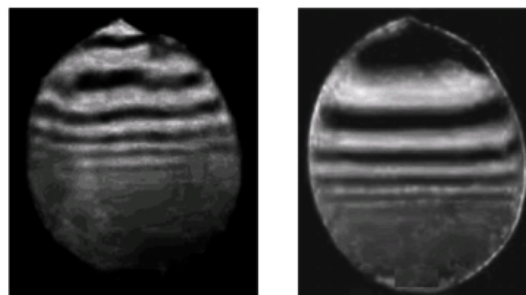
14—II. (3分) (1) 某物理小组同学尝试用两个平面镜做类似双缝干涉测量光的波长实验。两平面镜 M_1 、 M_2 的放置如图 1 所示，两镜面相交于垂直于纸面的 $O(O')$ 线，且夹角接近 180° 。垂直纸面的线光源 S 发出单色光照射两平面镜，能在光屏上观察到明暗相间的条纹。关于本实验，下列说法正确的是 ▲ (多选)；

- A. 光屏上观察到的条纹是等间距的
- B. 光源 S 关于两平面镜的虚像 S_1 、 S_2 可视为两个相干光源
- C. 其他条件不变，仅把光屏右移，光屏上的条纹间距会变大
- D. 若把两镜面间的夹角增大到 180° ，光屏上仍可观察到明暗相间的条纹

(2) 另一组同学在做“薄膜干涉”实验时，分别用红光和蓝光照射薄膜，形成的干涉图样如图 2 中 A 和 B 所示，其中图 ▲ (选填“ A ”或“ B ”) 是红光形成的干涉图样。



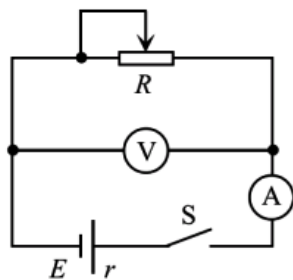
第 14—II 题图 1



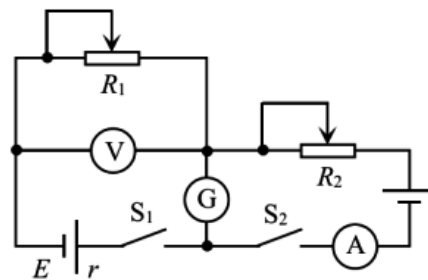
第 14—II 题图 2

14—III. (5分) 某同学为了测量一节干电池的电动势和内阻，设计了如图 1 所示的电路。

(1) 用该方案测得的电源电动势与真实值相比：▲ (选填“偏大”、“偏小”或“等大”)，测得的内阻与真实值相比：▲ (选填“偏大”、“偏小”或“等大”)。



第 14—III 题图 1



第 14—III 题图 2

(2) 为了提高实验的精度，该同学设计了另一个实验方案如图 2 所示，正确连线后，实验操作如下：

- ① 将滑动变阻器 R_1 和 R_2 的滑片移到最左端，闭合开关 S_1 和 S_2 ；
- ② 调节滑动变阻器 R_2 的滑片，使得灵敏电流计 G 的指针指向 0，记录此时电压表的示数为 U_1 、电流表的示数为 I_1 ；
- ③ 接着，改变滑动变阻器 R_1 的滑片位置后，再重复步骤②，记录另一组数据 U_2 、 I_2 。

(i) 图 2 设计的方案，消除了图 1 测量中哪个因素对实验结果的影响 ▲。

- A. 电压表内阻
- B. 电流表内阻

(ii) 待测电源电动势 $E = \underline{\quad \quad \quad}$ ，内阻 $r = \underline{\quad \quad \quad}$ (用题中所给的物理量符号表示)。

15. (8分) 如图所示, 在一绝热性能良好的封闭气缸内, 有一装有小阀门K (不计K的大小) 的绝热活塞。在气缸的A端装有电热丝, 用于加热气体。刚开始, 活塞紧贴气缸B端的内壁, 阀门K关闭; 整个气缸内盛有一定质量的某种理想气体, 其温度为 T_1 。已知该理想气体的内能 U 与热力学温度 T 成正比, 即 $U=aT$, 式中 a 是与物质的量成正比的已知量。忽略活塞与气缸内壁之间的摩擦。

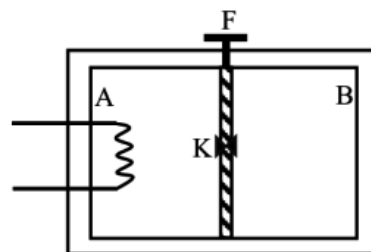
①现用外力把活塞从气缸的B端压至气缸中央, 并用销钉F把活塞固定, 从而把气缸分成体积相等的左右两室。上述压缩过程中, 气体的温度上升到 T_2 。

②然后开启阀门K, 经过足够长的时间后再将它关闭, 再拔除销钉F, 让活塞可自由移动。用电热丝加热气体, 加热完毕并经过一定时间后, 活塞再次静止。此时左室内气体的压强变为K关闭后的2.5倍, 右室内气体的体积变为K关闭后的0.5倍。

(1) ①中气体分子的平均速率 ▲ (选填“增大”、“减小”或“不变”), 外力对气体做功大小为 ▲;

(2) 活塞再次静止时, 左、右两室内气体的温度分别是多少;

(3) 电热丝加热过程共传给气体的热量是多少。



第15题图

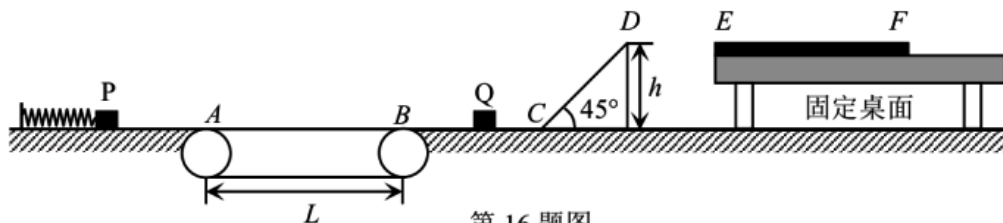
16. (11分) 某游戏装置如图所示, 水平传送带左端A点和右端B点分别与两个光滑水平台面平滑对接, A、B两点间的距离 $L=0.5\text{m}$ 。左侧水平台面上有一被压缩的弹簧, 弹簧的左端固定, 右端与一质量 $m=0.1\text{kg}$ 的滑块P接触 (P与弹簧不栓接, 且滑上传送带前已经脱离弹簧), P与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.4$ 。右侧水平台面上有一倾角为 45° , 高 $h=0.2\text{m}$ 的固定光滑斜面 (水平台面与斜面底端用平滑小圆弧连接), 在斜面左侧水平台面上放置一质量也为 m 的相同滑块Q, 右侧固定一上表面光滑且很大的水平桌面。桌面上放置一质量 $M=0.1\text{kg}$, 长 $s=0.6\text{m}$ 的薄木板EF (厚度不计), 木板左端E点与桌面左端相齐、并与斜面顶端D点等高, 且DE间距 $L_{DE}=0.2\text{m}$ 。游戏开始, 将P从压缩弹簧的右端由静止释放, 与静止在水平台面上的Q发生碰撞后粘在一起组成滑块W, W离开斜面后将在木板EF的上表面与木板发生弹性碰撞 (碰撞时间极短), W沿竖直方向的分速度大小不变、方向反向。P、Q、W均可视为质点, 不计空气阻力。在某次游戏中, W恰好击中木板EF的中点。

(1) 求W离开D点时的速度大小;

(2) 若传送带不动, 求弹簧最初储存的弹性势能; 若传送带转动, 则弹簧最初储存的弹性势能的大小范围;

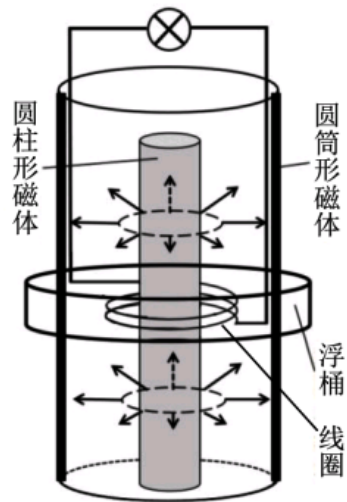
(3) W击中木板EF中点后瞬间, W和木板的速度分别为多大;

(4) 若W落在桌面上时不反弹, 则W在桌面上的落点与桌面左端间的距离为多少。



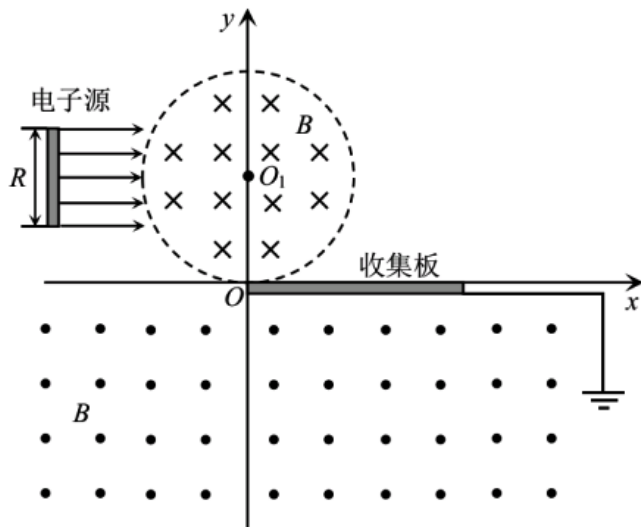
第16题图

17. (12分) 海浪蕴含着丰富的能量, 某科技小组设计了一种把海浪能转化为电能的装置。示意图如图所示, 足够长的圆柱形磁体和圆筒形磁体通过缆绳锚定于海底礁石上, 两者之间存在沿水平方向的径向磁场。线圈与浮桶相连套在圆柱形磁体上, 并可随海浪沿竖直方向运动。一额定功率 $P=25\text{W}$ 的灯泡通过导线与浮桶中的线圈相连, 线圈所在处的磁感应强度大小均为 $B=1\text{T}$ 。某段时间内, 浮桶和线圈随海浪上下做简谐运动, 周期 $T=2\text{s}$, 振幅 $A=\frac{5}{\pi}\text{m}$, 通过平衡位置时的速率 $v_m=5\text{m/s}$, 此过程中灯泡恰好正常发光。浮桶和线圈的总质量 $m=20\text{kg}$, 在浮桶和线圈上下运动过程中, 沿竖直方向受到的作用力有重力、浮力、安培力 $F_{\text{安}}$ 、海水阻力 F_f 和海浪对浮桶和线圈的作用力 F , 其中重力和浮力大小相等, 海水阻力大小 $F_f=kv$ ($k=10\text{kg/s}$), v 为线圈的瞬时速率。已知每匝线圈周长 $L=0.4\text{m}$, 每匝线圈电阻 $r=0.2\Omega$, 线圈匝数 $N=10$ 。 $t=0$ 时刻浮桶和线圈正通过平衡位置向上运动。不计其他电阻。



第 17 题图

- (1) $t=0$ 时刻线圈中的电流方向为顺时针还是逆时针 (俯视);
 - (2) 求灯泡电阻 R , 并写出灯泡两端电压 u 随时间 t 的变化关系;
 - (3) $t=0.5\text{s}$ 到 $t=1\text{s}$ 内海浪对浮桶和线圈的冲量大小 I_F 和所做的功 W_F 。
18. (13分) 如图所示, 在 xOy 平面内有一平行于 y 轴宽为 R 的线状电子源, 每秒沿 x 轴正方向均匀发射 n 个速度相同的电子。电子源中心与半径为 R 、磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向里的圆形匀强磁场区域圆心 O_1 等高。射入圆形磁场区域的电子汇聚到磁场的最低点 O 后, 进入 x 轴正下方足够大的、磁感应强度大小也为 B 、方向垂直纸面向外的匀强磁场区域。在 x 轴上有一左端置于原点 O 点, 长为 $s=\frac{(\sqrt{6}+\sqrt{2})R}{2}$ 的电子收集板 (不计收集板的厚度)。打到收集板上的电子被收集板吸收后全部导入大地。已知电子质量为 m , 电荷量为 e , 忽略电子重力和电子间的相互作用。



第 18 题图

- (1) 求从电子源发射出来的电子的速度大小;
- (2) 求电子从 O 点射出时与负 y 轴方向的夹角 θ 的范围;
- (3) 电子源发射一段时间后, 求收集板接地导线中的电流大小;
- (4) 若收集板平行于 y 轴放置, 且足够长, 其上端位于原点 O , 则在收集板向右平移的过程中, 试求收集板上能接收到电子的区域长度 l 与收集板所处位置横坐标 x 之间的关系。

宁波市 2024 学年第二学期选考模拟考试

物理参考答案

一、选择题I (本题共 10 小题, 每小题 3 分, 共 30 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的, 不选、多选、错选均不得分)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	B	C	D	C	B	C	B	D	C

二、选择题II (本题共 3 小题, 每小题 4 分, 共 12 分。每小题列出四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

11	12	13
CD	BD	BD

三、非选择题 (58 分)

14-I (1) 10.00cm (9.98~10.02 范围内均对) (1 分)

(2) 3.60N (3.58~3.62 范围内均对) (1 分)

(3) 作图正确 (2 分。要求标度合理、力的图示和平行四边形规范), 6.0N (5.5~6.5 范围内均对) (2 分)

14-II (1) ABC (2 分, 漏选得 1 分) (2) B (1 分)

14-III (1) 等大 (1 分) 偏大 (1 分)

(2) (i) B (1 分) (ii) $\frac{I_2 U_1 - I_1 U_2}{I_2 - I_1}$ (1 分) $\frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}$ (1 分)

15. (8 分)

(1) 增大 (1 分), $W = \Delta U = a(T_2 - T_1)$ (1 分)

(2) 由于对于一定质量的理想气体, 有 $\frac{pV}{T} = C$

由题意可知, 加热前左右两边压强相等, 设为 p ; 体积也相等, 设为 V 。加热后左右两室气体温度分别为 T_A 、 T_B 。

则有 $\frac{pV}{T_2} = \frac{2.5p \times 1.5V}{T_A}$ (1 分)

$\frac{pV}{T_2} = \frac{2.5p \times 0.5V}{T_B}$ (1 分)

得 $T_A = \frac{15}{4}T_2$, $T_B = \frac{5}{4}T_2$ (1 分)

(3) 对气缸内气体整体而言，气体不对外做功，加热前经绝热膨胀后左右两室气体物质的量相同，气体吸收的热量等于内能的变化量。

则有 $\Delta Q = \Delta U_A + \Delta U_B$ (1分)

$$\Delta Q = \frac{1}{2} aT_A - \frac{1}{2} aT_2 + \frac{1}{2} aT_B - \frac{1}{2} aT_2$$
 (1分)

得 $\Delta Q = \frac{3}{2} aT_1$ (1分)

16. (11分)

(1) 滑块 W 在离开 D 点后做斜抛运动，水平位移为 0.5m，且光滑斜面倾角为 45°，滑块 W

离开 D 点后水平和竖直方向的速度分别为 v_x 、 v_y ，则 $v_x = v_y = \frac{\sqrt{2}}{2} v_D$ 。

根据斜抛运动特点，有： $v_y = gt$ ， $v_x \times 2t = L_{DE} + \frac{1}{2} s$ ，得 $v_x = \frac{\sqrt{10}}{2} \text{m/s}$ (1分)

则 W 离开 D 点时的速度大小为 $v_D = \sqrt{2} v_x = \sqrt{5} \text{m/s}$ (1分)

(2) 设 P、Q 碰前 P 的速度 v_P ，碰后 W 的速度为 v_W 。根据机械能和动量守恒，有

$$mv_P = m_W v_W, \quad \frac{1}{2} m_W v_W^2 = m_W gh + \frac{1}{2} m_W v_D^2$$
 (1分)

代入数据得 $v_P = 6\text{m/s}$

①传送带不动

由动能定理得 $E_p - \mu mgL = \frac{1}{2} m v_P^2$ (1分)

代入数据得 $E_p = 2\text{J}$ (1分)

②传送带转动

若是逆时针转动，由于 P 的运动与上小题相同，则弹簧最初储存的弹性势能也为 2J。

若是顺时针转动，P 被加速，当在传送带上全程被加速时，对应的弹簧最初储存的弹性势能最小。

由动能定理得 $E_p + \mu mgL = \frac{1}{2} m v_P^2$ ，代入数据得， $E_p = 1.6\text{J}$ (1分)

所以，传送带转动时，弹簧最初储存的弹性势能至少为 1.6J。

(3) W 击中木板 EF 中点后瞬间，W 和木板的速度分别为 v_{W1} 和 $v_{板}$ ， v_{W1} 的水平、竖直分速度为 v_{W1x} 、 v_{W1y} 。

由斜抛运动规律、水平方向动量守恒及碰撞前后动能不变，可知：

$$m_W v_x = m_W v_{W1x} + M v_{板}, \quad \frac{1}{2} m_W v_x^2 = \frac{1}{2} m_W v_{W1x}^2 + \frac{1}{2} M v_{板}^2$$
 (1分)

得 $v_{W1x} = \frac{m_W - M}{m_W + M} v_x = \frac{1}{3} v_x = \frac{\sqrt{10}}{6} \text{m/s}$

板的速度 $v_{\text{板}} = \frac{2m_W}{m_W + M} v_x = \frac{4}{3} v_x = \frac{2\sqrt{10}}{3} \text{ m/s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

W 的速度为 $v_{W1} = \sqrt{v_y^2 + v_{W1x}^2} = \frac{5}{3} \text{ m/s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

(4) 当滑块 W 落在木板中点碰后上升到最大高度的时间为: $t = \frac{v_y}{g} = \frac{\sqrt{10}}{20} \text{ s}$

则, 滑块 W 与木板碰撞后反弹再落到碰前高度时, 与木板的水平位移差为,

$$\frac{4}{3} v_x \times 2t - \frac{1}{3} v_x \times 2t = 0.5 \text{ m} > \frac{1}{2} s = 0.3 \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

落点距 E 点距离为: $x = \frac{1}{3} v_x \times 2t + \frac{1}{2} s = \frac{7}{15} \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

17. (12 分)

(1) 逆时针..... (1 分)

(2) 线圈做简谐运动, 故产生正弦式交流电, 其最大值为 $E_m = NBLv_m = 20\text{V}$

此时小灯泡恰好正常发光, 由 $P = (\frac{E_m}{R + Nr})^2 R$, 得 $R = 2\Omega \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$

因为 $t=0$ 时刻浮桶和线圈正通过平衡位置, 故线圈中瞬时电压 $e = NBLv_m \cos \frac{2\pi}{T} t$,

得 $e = 20 \cos \pi t \text{ (V)}$

则灯泡两端电压 $u = \frac{e}{R + Nr} R$, 得 $u = 10 \cos \pi t \text{ (V)} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$

(3) $t=0.5$ 到 $t=1\text{s}$ 内, 线圈和浮桶速率从 0 增加到 $v_m = 5\text{m/s}$,

由动量定理得 $I_F - \sum F_{\text{安}} \Delta t - \sum F_f \Delta t = mv_m$ (或 $I_F - F_{\text{安}} \Delta t - F_f \Delta t = mv_m$) (1 分)

其中电流 $I = \frac{NBLv}{R + Nr} = v$, $F_{\text{安}} = NBIL = 4v \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

得 $I_F = \sum F_{\text{安}} \Delta t + \sum F_f \Delta t + mv_m$

$$I_F = (\sum 14v \Delta t + 100) \text{ N} \cdot \text{s} = (14A + 100) \text{ N} \cdot \text{s} = (\frac{70}{\pi} + 100) \text{ N} \cdot \text{s} = 122.3 \text{ N} \cdot \text{s} \quad (1 \text{ 分})$$

由动能定理 $W_F - W_{F_f} - Q = \frac{1}{2} mv_m^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

其中 $Q = \frac{1}{4} (\frac{E_m}{R + Nr})^2 (R + Nr) T = 25\text{J} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

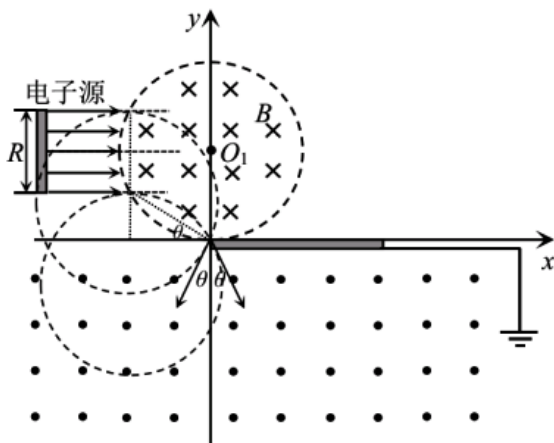
因为 $F_{\text{安}} = 4v$, 类比 $F_f = 10v$, 由 $\frac{Q}{W_{F_f}} = \frac{F_{\text{安}} \Delta x}{F_f \Delta x} = \frac{F_{\text{安}}}{F_f} = \frac{2}{5}$, 得 $W_{F_f} = 62.5\text{J} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

综上得 $W_F = W_{F_f} + Q + \frac{1}{2} m v_m^2 = 337.5\text{J} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

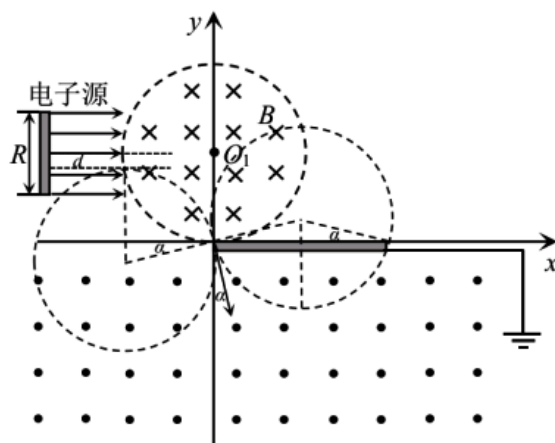
18. (13分)

(1) 电子只受到洛伦兹力，在匀强磁场中圆周运动的半径 R_1 为： $R_1 = \frac{mv}{qB}$ (1分)

本题中的磁聚焦要求电子运动半径等于圆形磁场的半径，则： $v = \frac{qBR_1}{m} = \frac{eBR}{m}$ (1分)



第18题答图1



第18题答图2

(2) 如图1，由对称性，可设离电子源中心线上、下距离 $R/2$ 的电子经过磁场偏转后与负 y 轴夹角为 $\pm\theta$ 。..... (1分)

由三角函数，得 $\sin \theta = \frac{R - \frac{1}{2}R}{R} = \frac{1}{2}$ (1分)

所以， θ 的范围为： $-\frac{\pi}{6} \leq \theta \leq \frac{\pi}{6}$ (1分)

(3) 如图2，计算能打到收集板上的电子在运动到 O 点时与负 y 轴夹的角，设为 $\pm\alpha$ 。在下方区域内做匀速圆周运动也为 R 。

由三角函数得 $\cos \alpha = \frac{\frac{s}{2}}{R} = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4}$ (1分)

由对称性，设离电子源中心线上、下距离 d 的电子经过磁场偏转后与负 y 轴夹角恰为 $\pm\alpha$ 。

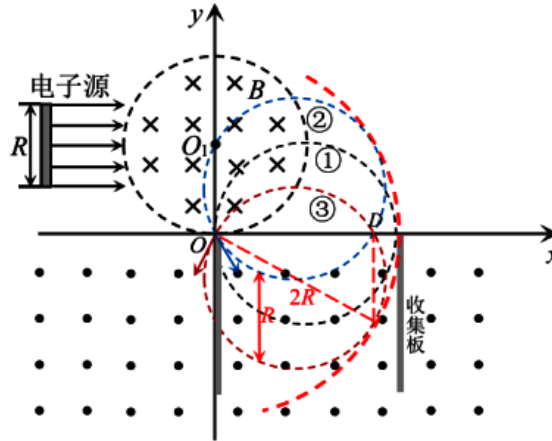
由三角函数得 $\sin \alpha = \frac{R - (R - d)}{R} = \frac{d}{R}$

$d = R \sin \alpha = \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4} R$ (1分)

所以，能到达收集板的电子离电子源中心线的距离为： $\frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4} R \leq d \leq \frac{R}{2}$

则，接地导线中的电流大小为 $I = ne \frac{2(\frac{R}{2} - \frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4}R)}{R} = \frac{2+\sqrt{2}-\sqrt{6}}{2} ne \dots (1 \text{分})$

- (4) 电子在下方区域内做匀速圆周运动的半径为 R 。作出电子在下方区域圆周运动轨的三位关键位置①（直径在 x 轴上）、②和③，如图 3。



第 18 题答图 3

由几何关系可知， $OD = \sqrt{3}R \dots (1 \text{分})$

①当 $0 \leq x \leq \sqrt{3}R$ 时，由于②和③两个圆轨迹关于 x 轴对称，圆心距离为 R ，②向下平移 R 与③重合，则， $l = R \dots (1 \text{分})$

②当 $\sqrt{3}R < x \leq 2R$ 时，电子圆轨迹与收集板交点的最高点在 x 轴上，最低点是某个圆的直径与收集板的交点，可以作以 O 为圆心， $2R$ 为半径的圆弧，得到：

$$l = \sqrt{4R^2 - x^2} \dots (2 \text{分})$$

③ $x > 2R$ 时，电子轨道不会碰到收集板， $l = 0 \dots (1 \text{分})$