

决胜高考——2025 届高三年级大联考

物理

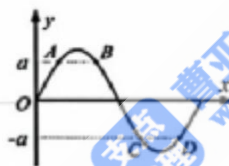
注意事项

考生在答题前请认真阅读本注意事项及各题答题要求

1. 本试卷共 6 页，满分为 100 分，考试时间为 75 分钟。考试结束后，请将本试卷和答题卡一并交回。
2. 答题前，请务必将自己的姓名、准考证号用 0.5 毫米黑色墨水的签字笔填写在试卷及答题卡的规定位置。
3. 请将考试证号用 2B 铅笔将答题卡上考试证号相应的数字涂黑。
4. 作答选择题，必须用 2B 铅笔把答题卡上对应选项的方框涂满、涂黑；如需改动，请用橡皮擦干净后，再选涂其他答案。作答非选择题，必须用 0.5 毫米黑色墨水的签字笔在答题卡上的指定位置作答，在其它位置作答一律无效。
5. 如需作图，必须用 2B 铅笔绘、写清楚，线条、符号等须加黑、加粗。

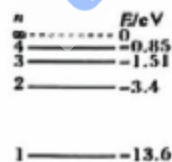
一、单项选择题：共 11 题，每题 4 分，共 44 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. “舞龙贺新春”巡游活动中，“龙”左右摆动形成的波看作沿 x 轴负方向传播的简谐波。某时刻的波形图如图所示， A 、 B 、 C 、 D 为波形上的四点，则



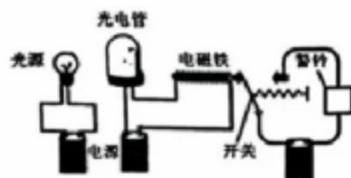
- A. 此刻 A 、 B 振动的方向相同
- B. 此刻 B 、 D 振动的方向相同
- C. A 、 C 能同时回到平衡位置
- D. B 、 C 能同时回到平衡位置

2. 大连相干光源是我国第一台高增益自由电子激光用户装置，其激光辐射所应用的玻尔原子理论很好地解释了氢原子的光谱特征。如图为氢原子的能级示意图，已知紫外光的光子能量大于 3.11 eV ，当大量处于 $n=4$ 能级的氢原子向低能级跃迁时，辐射不同频率的紫外光有



- A. 1 种
- B. 2 种
- C. 3 种
- D. 4 种

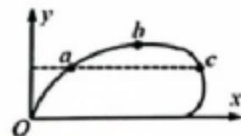
3. 光电效应在自动化控制领域有着广泛的应用。如图所示的光电控制报警电路中，某一频率的光束照射到光电管，光电管产生光电效应，与光电管连接的电路有电流，电磁铁产生磁场，会吸引报警电路中的开关断开，从而实现自动控制。则



光电控制报警电路示意图

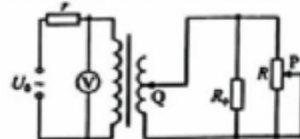
- A. 当物体从光源和光电管间通过时，挡住光束使报警电路中的开关闭合
- B. 任意频率的光照射到光电管上，只要光照时间足够长就能产生光电流
- C. 对于光电管来说，入射光波长必须大于某一极限值，才能产生光电效应
- D. 该频率的光照射光电管，光的强度越强，单位时间内逸出的电子数越少

4. 如图所示，2024 珠海航空展上，飞行员驾驶飞机沿实线轨迹在竖直面内匀速率飞行， a 、 b 、 c 为飞行轨迹上的三点， a 、 c 为飞行过程中距离地面高度相等的两点。关于此飞机，下列说法中正确的是



- A. 各点的加速度方向竖直向下
- B. 在 a 点所受的合力比在 c 点小
- C. a 、 c 两点的重力功率相等
- D. a 、 b 、 c 三点的机械能相等

5. 一同学设计了一个稳压的电路如图所示，理想变压器的原线圈通过输电导线与电压为 U_0 的正弦式交流电源相连，输电导线有一定阻值 r ，在副线圈上并联了用电器 R_0 、滑动变阻器 R ， P 为滑动变阻器的滑片。通过调节滑片 P 模拟电网负载变化，副线圈接入电路的匝数可通过滑动触头 Q 调节，根据负载的变化调节 Q 改变副线圈接入电路的匝数，实现用电器的电压稳定，电源电压有效值不变。当只将负载滑动变阻器的滑片 P 向上移动时，下列说法正确的是



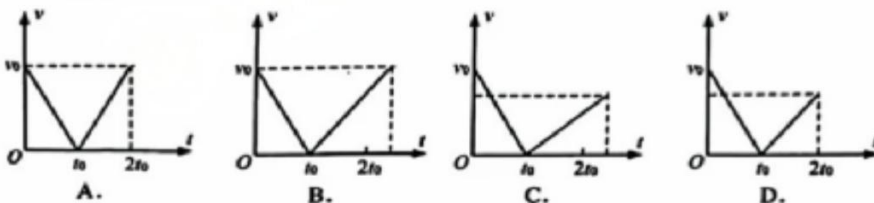
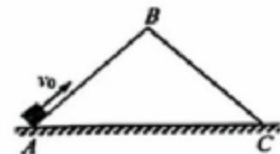
- A. 电压表 V 示数变大
- B. 输电线路输送的效率减小
- C. 变压器铁芯中磁通量变化的频率变大
- D. 为保证用电器 R_0 两端电压不变，可以将副线圈上的触头 Q 下移

6. 利用光的干涉可以检查工件表面的平整度，其装置如图甲所示，将一块标准平板玻璃放置在待检测平板玻璃之上，在一端夹入两张纸片，从而在两片玻璃表面之间形成一个劈形空气薄膜，当光垂直入射后，从上往下看看到的干涉条纹可能如图乙、丙所示。以下说法正确的是



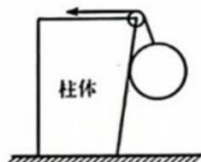
- A. 图丙条纹弯曲处对应着待检测平板玻璃有凹陷
- B. 若要使干涉条纹变密，可以减少垫的纸张数量
- C. 若要使干涉条纹变密，可以使用波长更长的单色光
- D. 若要使干涉条纹变疏，可以向右移动纸片

7. 如图所示，截面为等腰三角形的楔形木块 ABC 固定在水平地面上， AB 面和 BC 面的粗糙程度处处相同。一小物块以初速度 v_0 沿斜面 AB 向上运动，经时间 t_0 到达顶点 B ，速度恰好减为零；紧接着小物块由静止开始沿斜面 BC 下滑。在小物块从 A 运动到 C 的过程中，其速度大小 v 与时间 t 的关系图像可能正确的是



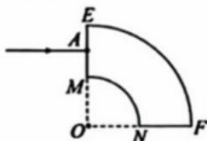
8. 如图所示, 用细绳系一均匀的光滑球, 细绳跨过定滑轮使球靠在柱体的斜面上. 设柱体对球的弹力为 F_N , 细绳对球的拉力为 F_T . 现用水平力拉绳使球缓慢下移一小段距离, 在此过程中, 下列说法中正确的是

- A. F_N 逐渐减小
B. F_N 保持不变
C. F_T 逐渐增大
D. F_T 保持不变



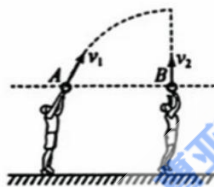
9. 如图所示, 一段弯成四分之一圆形状的粗均匀透明体截面图, $ME=MO$, 一束蓝光由 ME 端面的中点 A 垂直射入, 恰好能在弧面 EF 上发生全反射. 下列说法正确的是

- A. 透明体的折射率小于 $\sqrt{2}$
B. 发生全反射的临界角小于 45°
C. 若只将蓝光换成红光, 在弧面 EF 上发生全反射
D. 若只将入射光向 E 端平移, 在弧面 EF 上不发生全反射



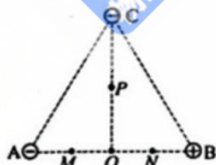
10. 如图所示, 在相同高度处甲同学以速度 v_1 将篮球 A 斜向上抛出, 乙同学以速度 v_2 将篮球 B 竖直向上抛出, B 到达最高点时恰被 A 水平击中. 两球均可视为质点, 不计空气阻力, 则

- A. 两球抛出的初速度大小相等
B. A 球比 B 球抛出时刻要早
C. A 球速度变化率大于 B 球速度变化率
D. 只增大甲、乙间距离, B 仍可能被击中



11. 如图所示, 正三角形的三个顶点固定三个等量电荷, 其中 B 带正电, A 、 C 带负电, O 、 M 、 N 为 AB 边的四等分点, 下列说法中正确的是

- A. 电场强度 $E_M > E_N$
B. O 、 N 两点电势 $\varphi_O < \varphi_N$
C. M 、 N 两点电势 $\varphi_M > \varphi_N$
D. 同一负电荷在 P 点电势能比在 O 点时要小

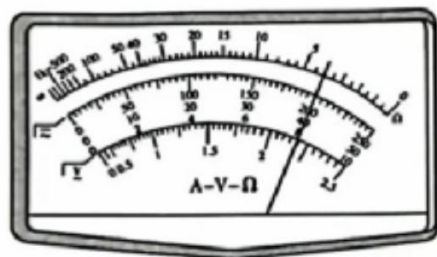


二、非选择题: 共5题, 共56分. 其中第13题~第16题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分; 有数值计算时, 答案中必须明确写出数值和单位.

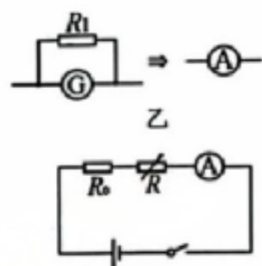
12. (15分) 为了测量某电池的电动势和内电阻, 实验室提供了下列器材:

- A. 待测电池
B. 电流表 G (量程 50mA , 内阻 $R_g=18\Omega$)
C. 电阻箱 R 、 R_1 (阻值均为 $0-999.9\Omega$)
D. 定值电阻 $R_0=15\Omega$
E. 开关 S 和导线若干

- (1) 为粗略测量电源的电动势, 小明先用多用电表直流电压 10V 挡与电源直接相连, 示数如图甲所示, 则电动势的读数为 $\underline{\hspace{1cm}}\text{V}$.



甲

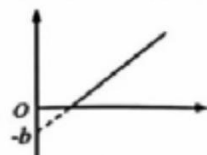


丙

第12题图

- (2) 将电阻箱 R_1 与电流表 G 并联, 如图乙所示, 将电流表量程扩大为原来的 10 倍, 应将电阻箱 R_1 的阻值调为 $\underline{\hspace{1cm}}\Omega$. 正确调整 R_1 的阻值后, 将电流表 G 的表头重新标度为电流表 A .
(3) 小明利用扩大量程后的电流表 A 设计了实验, 电路图如图丙所示. 定值电阻 R_0 在电路中的作用是 $\underline{\hspace{1cm}}$; 正确进行实验操作, 得到了多组电流表 A 的示数 I 和电阻箱的电阻 R 的数据, 并绘制出如图丁所示的 $\underline{\hspace{1cm}}$ (选填 " $I-R$ "、" $R-I$ "、" $R-\frac{1}{I}$ " 或 " $\frac{1}{I}-R$ ") 图像.

- (4) 若图丁中图像的斜率为 k , 纵截距为 $-b$, 根据图像得出电池的电动势 $E=\underline{\hspace{1cm}}$, 内阻 $r=\underline{\hspace{1cm}}$. (结果用 k 、 $-b$ 、 R_0 、 R_g 的形式表示).
(5) 若定值电阻 R_0 的实际阻值略大于 15Ω , 考虑到此因素的影响, 电动势 E 的测量值 $\underline{\hspace{1cm}}$ (选填 "大于"、"小于" 或 "等于") 真实值.



第12题丁图

13. (6分) 某同学非常适合当一名宇航员, 心中也一直憧憬着航天梦, 设想着若干年后, 登上另一星球. 在该星球表面做单摆实验, 已知该星球半径为 R , 单摆的摆长为 L , 实验时用累积法测得单摆的周期为 T , 不计阻力, 引力常量为 G , 忽略该星球的自转.

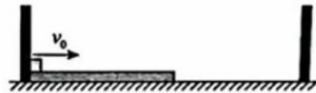
- (1) 求该星球的质量 M ;
(2) 在该星球表面发射卫星时, 需要的最小发射速度 v .

14. (8分) 某汽车上装有胎压监测系统, 车外温度为 $t_1=27^\circ\text{C}$ 时, 胎压监测系统在仪表盘上显示为 240kpa, 车辆使用两个多月后, 发现仪表盘上显示为 216kpa, 此时, 车外温度为 $t_2=7^\circ\text{C}$, 车胎内气体可看作理想气体, 车胎内体积可视为不变.

- (1) 试分析车胎是否有漏气;
- (2) 若要使温度为 t_2 时该车胎压恢复到 240kpa, 需要充入一定量的同种气体, 充气过程中车胎内温度可视为不变, 求充入气体质量和车胎内已有气体质量之比.

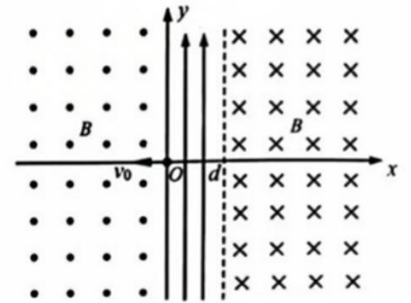
15. (12分) 如图所示, 光滑水平面上有一质量为 $M=4\text{kg}$ 的木板, 木板的左端放有一质量为 $m=2\text{kg}$ 的小木块, 木块与木板间的动摩擦因数 $\mu=0.1$. 在木板两侧地面上各有一竖直固定墙壁, 起初木板靠左侧墙壁静止放置. 现给木块向右的水平初速度 $v_0=3\text{m/s}$, 在此后运动过程中木板与墙壁碰撞前木块和木板均已相对静止, 木块始终没有从木板上掉下, 木块与墙壁不发生碰撞. 设木板与墙壁碰撞时间极短且均无机械能损失, 取 $g=10\text{m/s}^2$, 求:

- (1) 第一次碰撞墙壁后瞬间, 小木块和木板的加速度;
- (2) 木板第一次与左侧墙碰撞前, 木块相对木板滑动的距离 L ;
- (3) 木块与木板发生相对滑动过程的总时间 t .



16. (15分) 如图所示的 xOy 平面内, 在 $0 \leq x \leq d$ 区域存在沿 y 轴正方向的匀强电场; 在 $x < 0$ 区域存在垂直纸面向外的匀强磁场, 在 $x > d$ 区域存在垂直纸面向里的匀强磁场, 两个磁场的磁感应强度大小均为 B . 质量为 m , 电荷量为 $-q$ 的带电粒子, 在 $t=0$ 时刻从坐标原点 O , 以 $v_0 = \frac{Bqd}{4m}$ 的初速度沿 x 轴负方向射入匀强磁场, 并从 $(d, -\frac{7d}{8})$ 点第一次飞出电场. 不计粒子的重力, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 求带电粒子

- (1) 第一次进入磁场做圆周运动的半径 r_0 和电场的电场强度大小 E ;
- (2) 第二次离开电场的时刻;
- (3) 从电场进入磁场时的位置坐标.



1. 【答案】C

波沿 x 轴负方向传播, 根据平移法可知 A 向上运动, B 向下运动, C 向下运动, D 向上运动, 故此刻 A 、 B 舞动的方向不同, B 、 D 舞动的方向不同; B 比 C 先回到平衡位置, A 、 C 能同时回到平衡位置, 故 ABD 错误, C 正确。

2. 【答案】C

根据能级的跃迁特点可知, 大量处于 $n = 4$ 能级的氢原子向低能级跃迁时, 总共有 6 种不同频率的光, 其能量大小分别为: ε_1

$$= -0.85\text{eV} - (-1.51)\text{eV} = 0.64\text{eV}, \quad \varepsilon_2 = -1.51\text{eV} - (-3.4)\text{eV} = 1.89\text{eV}, \quad \varepsilon_3$$

$$= -1.51\text{eV} - (-13.6)\text{eV} = 12.09\text{eV}, \quad \varepsilon_4 = -0.85\text{eV} - (-3.4)\text{eV} = 2.55\text{eV}, \quad \varepsilon_5$$

$$= -3.4\text{eV} - (-13.6)\text{eV} = 10.2\text{eV}, \quad \varepsilon_6 = -0.85\text{eV} - (-13.6)\text{eV} = 12.75\text{eV},$$

紫外光的光子能量大于 3.11eV , 则辐射出的不同频率的紫外光有 3 种, 故 C 正确, ABD 错误。

故选: C 。

3. 【答案】A

解: A 、当物体从光源和光电管间通过时, 挡住光束, 光电效应现象消失, 与光电管连接的电路没有电流, 电磁铁不产生磁场, 报警电路中的开关闭合, 故 A 正确。

BC 、入射光的频率大于金属的截止频率或入射光的波长小于极限波长时才能发生光电效应, 并不需要时间积累能量, 故 BC 错误;

D 、光的强度越强, 单位时间内的光子数越多, 单位时间内逸出的电子数也越多, 故 D 错误;

故选: A 。

4. 【答案】B

AB 、质点在小段的运动都可以看作圆周运动的一部份, 在竖直面内匀速率飞行, 合力方向指向各自圆心, 加速度方向也指向各自圆心, 明显 ac 两点加速度方向不向下, a 点对应的圆周半径更大, c 点对应半径更小, 合力提供向心力,

根据向心力公式 $F = m\frac{v^2}{r}$, 可知 a 点所受的合力小于 c 点, 故 A 错误, B 正确;

C 、 a 、 c 两点的速度大小相等, 但速度方向不同, 速度与重力夹角不同, 根据 $P = mgvcos\alpha$, 所以重力功率不相等, 故 C 错误;

D 、 a 、 b 、 c 三点的动能相等, a 、 c 为飞行过程中距离地面高度相等的两点, 但 b 与 a 、 c 的高度不一样, 故机械能 a 、 c 两点相等, 且与 b 点不相等, 故 D 错误。

5. 【答案】B

AB 、若滑动触头 Q 位置不变, 当负载滑动变阻器的滑片 P 向上移动时, 负载电阻变小, 通过变压器副线圈的电流变大; 根据理想变压器电流与匝数比的关系, 变压器原线圈中的电流 $I_1 = \frac{n_2}{n_1}I_2$ 变大; 根据欧姆定律结合串联电路的特点, 变

压器原线圈两端电压 $U_1 = U_0 - I_1 r$, 由于原线圈中的电流 I_1 增大, 因此变压器原线圈两端电压减小, 电压表的示数减小, 输电线路输送的效率减小; 根据理想变压器电压与匝数比的关系, 副线圈两端电压 $U_2 = \frac{n_2}{n_1}U_1$ 减小, 综上分析, 故 A

错误, B 正确;

C 、变压器原线圈两端电压减小, 变压器铁芯中的磁通量变化率变小, 故 C 错误;

D 、根据理想变压器电压与匝数比的关系, 副线圈两端电压 $U_2 = \frac{n_2}{n_1}U_1$, 由于 U_1 减小, 因此 U_2 减小, 为了使 U_2 不变, 应增大 n_2 , 即 Q 上移, 因此为保证用电器 R_c

两端电压不变，可以将副线圈上的触头 Q 上移，故 D 错误。

故选：B。

6. 【答案】D

A. 空气劈尖干涉是等厚干涉，即同一条纹对应的劈尖厚度相同，故该亮纹所对应的下方空气膜厚度不变，则图丙条纹弯曲处对应着待检测平板玻璃有凸起，故 A 错误；

B. 经空气薄膜上下表面分别反射的两列光是相干光源，设此处的空气层厚度为 d ，其光程差 $\Delta x = 2d$ ，即光程差是空气层厚度的 2 倍，当光程差 $\Delta x = n\lambda$ 此处出现亮条纹，因此相邻亮条纹之间的空气层厚度差一定为 $\frac{\lambda}{2}$ ，减小纸张数量后，空气层的倾角变小，则相邻亮纹(或暗纹)之间的间距变大，因此干涉条纹变疏，故 B 错误；

C. 使用波长更长的单色光，相邻亮纹(或暗纹)之间的间距变大，因此干涉条纹变疏，故 C 错误；

D. 向右移动纸片，空气层的倾角变小，则相邻亮纹(或暗纹)之间的间距变大，因此干涉条纹变疏，故 D 正确。

故选：D。

7. 【答案】C

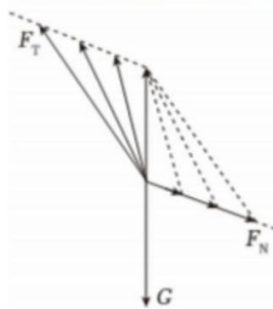
设物块上滑与下滑的加速度大小分别为 a_1 和 a_2 ，等腰三角形的底角为 α 。根据牛顿第二定律得： $mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha = ma_1$ ， $mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma_2$ ，解得： $a_1 = g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha$ ， $a_2 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$ ，则知： $a_1 > a_2$ 而 $v-t$ 图象的斜率等于加速度，所以上滑段图线的斜率绝对值大于下滑段图线斜率的绝对值。

上滑过程的位移大小等于下滑过程的位移大小，上滑的加速度较大，由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 知，上滑过程时间较短。因上滑过程中，物块做匀减速运动，下滑过程做匀加速直线运动，两段图象都是直线。由于小物块运动过程中受到滑动摩擦力的作用，所以小物块到达 C 点的速度小于 v_0 ，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

8. 【答案】A

球受三个力，重力、柱体对小球的弹力 F_N 和细绳对小球的拉力 F_T ，如图所示：



根据平衡条件，结合图象可以看出，拉力一直减小，支持力也一直减小，故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

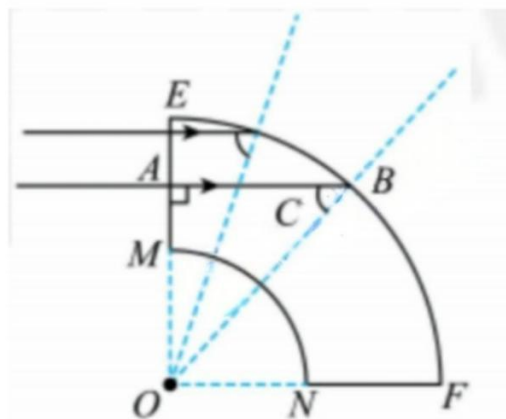
9. 【答案】A

A. 如图所示，玻璃的折射率 $n = \frac{1}{\sin C} = \frac{BO}{AO} = \frac{4}{3} < \sqrt{2}$ ，故 A 正确；

B. 因 $\sin C = \frac{AO}{BO} = \frac{3}{4} > \frac{\sqrt{2}}{2} = \sin 45^\circ$ ，所以临界角 $C > 45^\circ$ ，故 B 错误；

C. 蓝光的折射率大于红光的折射率，所以蓝光临界角小于红光临界角，蓝光在弧面 EF 上恰好发生全反射，则红光在弧面 EF 上不能发生全反射，故 C 错误；

D. 入射光向 E 端平移，在弧面 EF 上入射角大于临界角，发生全反射，故 D 错误。



10. 【答案】D

A. 根据题意 B 到达最高点时恰被 A 水平击，则在最高点，二者竖直方向的速度均为零，因二者抛出时，在同一高度，所以在抛出时，二者竖直方向的速度大小相等，因 A 做斜抛运动，具有水平方向的速度，故两球抛出时的初速度大小不相等，故 A 错误；

B. 两球竖直方向运动的高度相等，竖直方向的初速度大小相等，所以二者运动时间相等，故 B 错误；

C. 两球在运动过程中，只受重力作用，而两球速度的变化率为重力加速度，故 C 错误；

D. B 到达最高点时恰被 A 水平击中，两者竖直方向上相对静止，因此，以 B 为参考系， A 向 B 做匀速直线运动，所以若 AB 之间距离变大， B 也可能被击中，故 D 正确。

11. 【答案】B

A. 由等量异种电荷电场分布可知， M 、 N 两点的电场强度大小相等，方向相同，由对称性可知，点电荷 C 在 M 、 N 两点的电场大小相等，方向不同，根据矢量运算法则可得 M 点的电场强度小于 N 点的电场强度，故 A 错误；

BC. 由等量异种电荷电势分布可知，点电荷 A 、 B 在 M 、 O 、 N 三点的电势关系为 $\varphi_N > \varphi_O > \varphi_M$ ，由于等量异种电荷连线的中垂线为等势线，且无穷远处电势为零，则点电荷 A 、 B 在 O 点的电势为 0，由对称性可知，点电荷 C 在 M 、 N 两点的电势相等，在 O 点的电势小于零，综上所述可知 $\varphi_N > \varphi_M$ ， $\varphi_O < \varphi_N$ ，故 B 正确， C 错误；

D. 由于等量异种电荷连线的中垂线为等势线，负电荷沿着电场线方向电势降低，故 $\varphi_O > \varphi_P$ ，由 $E_p = \varphi q$ 可知，负电荷在 P 点的电势能比在 O 点大，故 D 错误。

12. 【答案】8.0

2.0

限制电流，保护电路

$$R - \frac{1}{I}$$

k

$$b - R_0 - \frac{R_g}{10}$$

等于

(1) 根据图甲可知，电动势的读数为 $8.0V$ 。

(2) 电流表量程扩大为原来的 10 倍，则根据串并联电路关系有 $I_g R_g = (10I_g - I_g) R_1$ ，其中 $R_g = 18\Omega$ ，解得 $R_1 = 2\Omega$ 。

(3) 定值电阻 R_0 串联在电路中，则其作用为限制电流，保护电路；

根据闭合电路欧姆定律有 $E = I(R + R_0 + R_A + r)$ ，整理得 $R = \frac{E}{I} - R_0 - R_A - r$ ，所以绘制的是 $R - \frac{1}{I}$ 图像。

(4) 结合图丁可知电池的电动势 $E = k$ ， $b = R_0 + R_A + r$ ，其中 $R_A = \frac{R_g}{10}$ ，解得 $r = b - R_0 - \frac{R_g}{10}$ 。

(5) 结合以上分析可知，定值电阻 R_0 的阻值对电动势的测量没有影响，所以电动势的测量值等于真实值。

13. 【答案】(1) 单摆周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

忽略自转时，表面质量为 m_0 的物体有 $\frac{GMm_0}{R^2} = m_0g$

$$\text{解得 } M = \frac{4\pi^2 LR^2}{GT^2};$$

(2) 卫星贴近星球表面做匀速圆周运动，则 $G\frac{mM}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$

$$\text{解得 } v = \frac{2\pi}{T} \sqrt{LR}.$$

详细解答和解析过程见【答案】

14. 【答案】(1) 假设不漏气，气体做等容变化，温度 t_2 时压强为 p_2' ，则有 $\frac{p_1}{T_1} =$

$$\frac{p_2'}{T_2}$$

代入数据解得 $p_2' = 224kPa$

(2) 设充入的气体体积为 ΔV , 充气过程中车胎内温度不变 $p_2(V + \Delta V) = p_1V$

$$\text{代入数据解得 } \frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{9}$$

所以充入气体质量和车胎内已有气体质量之比为 1:9。

详细解答和解析过程见【答案】

15. 【答案】(1) 木板的加速度大小 $a_M = \frac{\mu mg}{M}$

代入数据得 $a_M = 0.5 \text{ m/s}^2$, 方向水平向右

木块的加速度大小 $a_m = \frac{\mu mg}{m} = 1 \text{ m/s}^2$

方向水平向左

(2) 设木块、木板第一、二次达到的共同速度分别为 v_1 、 v_2 , 由动量守恒定律有

$$mv_0 = (M + m)v_1$$

$$Mv_1 - mv_1 = (m + M)v_2$$

代入数据解得 $v_1 = 1 \text{ m/s}$, $v_2 = \frac{1}{3} \text{ m/s}$

由能量守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(M + m)v_2^2 = \mu mgL$

代入数据解得 $L = \frac{13}{3} \text{ m} \approx 4.3 \text{ m}$

(3) 木块与木板第一次共速后, 两者相对运动过程中木板始终在做减速运动, 可以将木板所有相对减速阶段连成一个完整的减速过程, 其初速度为 $v_1 = 1 \text{ m/s}$, 末速度为零

第一次共速前木板加速的时间 $t_1 = \frac{v_1}{a_M} = 2 \text{ s}$

此后所有相对滑动时间 $t' = \frac{0 - v_1}{-a_M} = 2 \text{ s}$

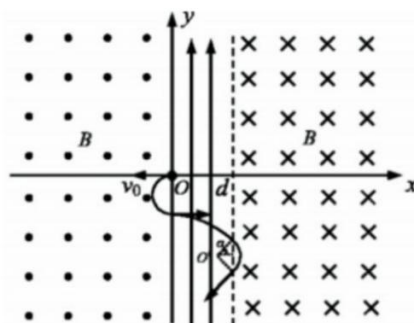
则木块与木板相对滑动的总时间 $t = t_1 + t' = 4 \text{ s}$

详细解答和解析过程见【答案】

16. 【答案】(1) 由向心力公式有 $Bqv_0 = \frac{mv_0^2}{r_0}$, 解得 $r_0 = \frac{d}{4}$

带电粒子第一次进入匀强电场做类平抛运动

运动加速度 $a = \frac{qE}{m}$



沿 x 方向有 $d = v_0 t$

沿 y 方向有 $\frac{7d}{8} - 2r_0 = \frac{1}{2}at^2$

解得 $E = \frac{3dqB^2}{64m}$;

(2) 粒子在电场中运动的时间 $t_1 = \frac{2d}{v_0}$

设粒子第一次进入电场中偏转的角度为 θ , 则有 $\frac{7d}{8} - 2r_0 = \frac{d}{2} \tan \theta$

解得 $\theta = 37^\circ$

粒子在磁场中运动的周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$

则粒子在磁场中运动的时间 $t_2 = \frac{1}{2}T + \frac{2(90^\circ - 37^\circ)}{360^\circ}T$

解得 $t = t_1 + t_2 = \frac{8m}{Bq} + \frac{143\pi m}{90qB}$;

(3) 设带电粒子在磁场中做圆周运动半径为 r 、速度为 v , 则 $Bqv = \frac{mv^2}{r}$

在磁场中沿 y 轴负方向偏转的距离 $s = 2r \cos \theta$

解得 $s = 2 \frac{mv}{qB} \cos \theta = \frac{2mv_0}{qB} = \frac{d}{2}$ (与 θ 角无关)

带电粒子每次在电场中沿 y 轴负方向偏转的距离 $s' = \frac{3d}{8}, \frac{9d}{8}, \frac{15d}{8}, \dots (2n-1)$

$$\frac{3d}{8}$$

所以第 n 次回到磁场时沿 y 轴方向偏转的距离 $y = \frac{nd}{2} + [\frac{3d}{8} + \frac{9d}{8} + \dots + (2n-1)$

$$\frac{3d}{8}] = \frac{1}{8}d(3n^2 + 4n)$$

其中 $n = 1, 2, 3, \dots$

故当 n 为偶数时, 坐标为 $(0, -\frac{1}{8}(3n^2 + 4n)d)$