

中华中学 2024-2025 学年度第一学期 9 月学情调研

高二物理

本卷调研时间：75 分钟总分：100 分

命题人： 审核人：

一、单项选择题：本题共 11 小题每小题 4 分，共 44 分，每小题只有一个选项符合题意。

1. 在电磁学发展过程中，许多科学家做出了贡献，下列说法正确的是（ ）
 - A. 法拉第最先引入“场”的概念，并最早发现了电流的磁效应现象
 - B. 库仑发现了点电荷的相互作用规律，并通过油滴实验测定了元电荷的数值
 - C. 安培在研究磁场与通电导线的相互作用方面做出了杰出的贡献，并提出分子电流假说
 - D. 奥斯特发现了磁场对电流的作用规律
2. A 、 B 为某点电荷电场中的两点，将一个带电粒子在 A 点由静止释放，仅在电场力作用下，运动到 B 点，若将该带电粒子由 A 点移到无穷远处，电场力做正功，取无限远处电势为 0，则下列判断正确的是（ ）
 - A. 场源电荷一定带正电
 - B. 带电粒子一定带正电
 - C. 粒子在 A 点的电势能比 B 点的电势能高
 - D. A 点场强比 B 点场强小
3. 某学生练习用头颠球。某一次足球由静止下落 45cm 被重新顶起，离开头部后竖直上升的最大高度仍为 45cm。已知足球与头部的作用时间为 0.1s，足球的质量为 0.4kg, g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力，取向下为正方向，下列说法正确的是（ ）
 - A. 足球与头部刚分离时速度为 3m/s
 - B. 足球从最高点下落至重新回到最高点的过程，重力的冲量为 0
 - C. 足球与头部作用过程中足球的动量变化量为 $-2.4\text{kg}\cdot\text{m/s}$
 - D. 头部对足球的平均作用力大小为 24N
4. 下列说法正确的是（ ）
 - A. 由 $\varphi = \frac{E_p}{q}$ 可知，电势 φ 升高，电荷 q 的电势能 E_p 变大
 - B. 由 $E = \frac{F}{q}$ 可知，电场强度 E 与电场力 F 成正比，与电荷量 q 成反比
 - C. 由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知，电容 C 变大，电容器的两极板所带电荷量 Q 增加
 - D. 由 $I = \frac{U}{R}$ 可知，电阻 R 两端电压 U 变大，通过电阻 R 的电流 I 变大
5. 坐过山车时，人体会分泌大量肾上腺素和多巴胺，让人感觉惊险刺激。如图所示，某车厢中游客通过环

形轨道攀升的一小段时间内速率不变，则该过程中（ ）



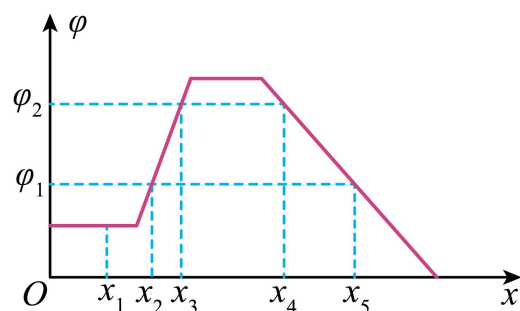
A. 该游客所受合力做功为零

B. 该游客所受合力的冲量为零

C. 该游客的机械能守恒

D. 该游客所受重力的瞬时功率一定变大

6. 假设某空间有一静电场的电势 φ 随 x 变化情况如图所示，且带电粒子的运动只考虑受电场力，根据图中信息可以确定下列说法中正确的是（ ）



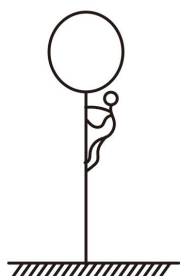
A. 从 x_2 到 x_3 ，场强的大小均匀增加

B. 正电荷沿 x 轴从 O 运动到 x_1 的过程中，做匀加速直线运动

C. 负电荷沿 x 轴从 x_4 移到 x_5 的过程中，电场力做正功，电势能减小

D. x_2 处场强大小为 E_2 ， x_4 处场强大小为 E_4 ，则 $E_2 > E_4$

7. 如图所示，一个质量为 $m_1=50\text{kg}$ 的人爬在一只大气球下方，气球下面有一根长绳。气球和长绳的总质量为 $m_2=20\text{kg}$ ，长绳的下端刚好和水平面接触。当静止时人离地面的高度为 $h=7\text{m}$ 。如果这个人开始沿绳向下滑，当他滑到绳下端时，他离地面高度是（可以把人看作质点）（ ）



A. 0

B. 2m

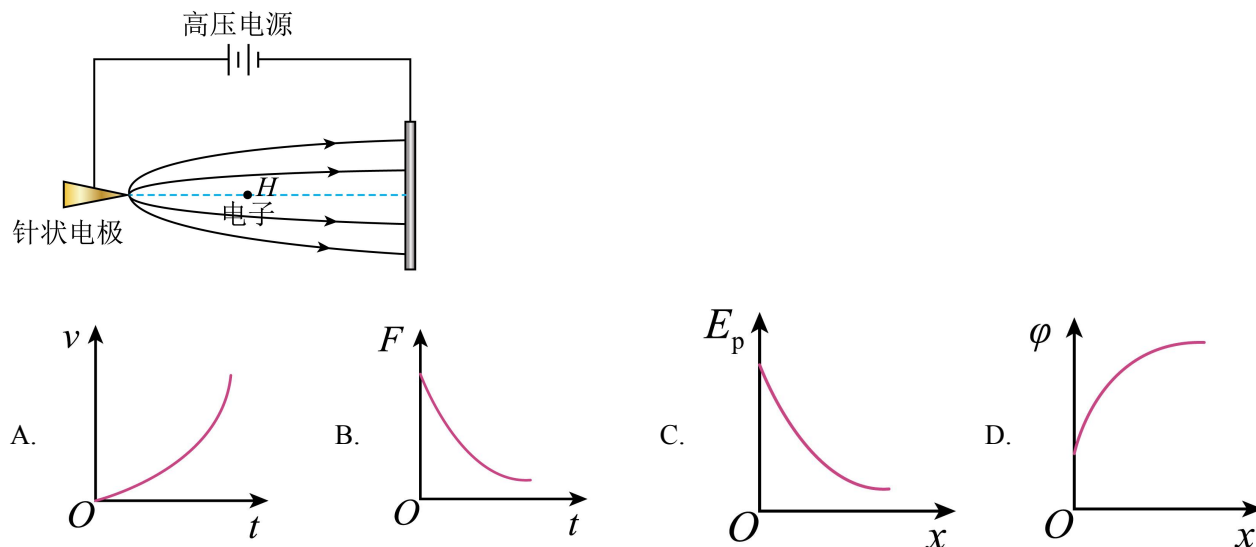
C. 5m

D. 7m

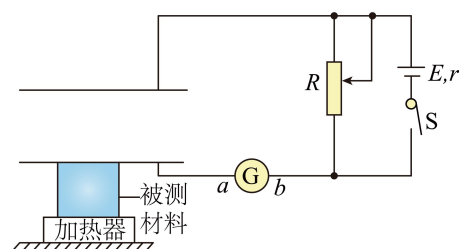
8. 前几日台风“贝碧嘉”来袭，给高层建筑物带来了不小的挑战。已知三级风速约为 4m/s ，十四级风速约为 44m/s ，则十四级风速作用在建筑物上的风力大约是三级风速作用在建筑物上的风力的多少倍（ ）

- A. 11 倍 B. 120 倍 C. 180 倍 D. 1900 倍

9. 高大建筑物的顶端都装有避雷针来预防雷击。老师给同学们在实验室模拟尖端放电现象，原理如图所示。假设一电子在图中 H 点从静止开始只在电场力的作用下沿着电场线做直线运动。设电子在该电场中的运动时间为 t ，位移为 x ，速度为 v ，受到的电场力为 F ，电势能为 E ，运动经过的各点电势为 φ ，则下列四个图像可能合理的是（ ）



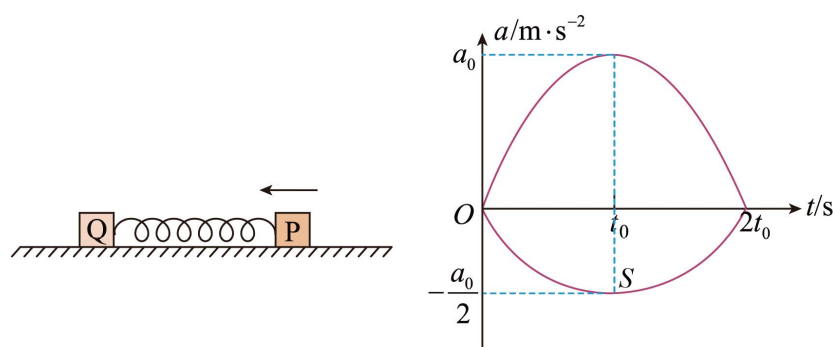
10. 热膨胀是很多材料的性质，对材料的热膨胀现象的研究一直是科技领域研究工作中的热点问题。但有些材料因热膨胀导致的尺寸变化很小，难以测量。某同学设计制作了电容热膨胀检测仪，原理如图所示。电容器上极板固定，下极板可随材料竖直方向的尺度变化而上下移动。现在测量某材料的热膨胀，将待测材料平放在加热器上进行加热使其温度升高，闭合开关 S ，下列说法中正确的是（ ）



- A. 极板所带电荷量降低
B. 检测到灵敏电流计的电流方向为从 b 到 a ，说明被测材料出现了反常膨胀（温度升高，高度变小）
C. 滑动变阻器滑片向上滑动少许可以检测到从 b 到 a 的电流
D. 检测结束，断开开关，灵敏电流计上有从 a 到 b 的短暂电流

11. 如图所示，质量为 m 的物块 P 与物块 Q （质量未知）之间拴接一轻弹簧，静止在光滑的水平地面上，弹簧恰好处于原长。现给 P 物体一瞬时初速度，并把此时记为 0 时刻，规定向右为正方向， $0 \sim 2t_0$ 内 P 、 Q

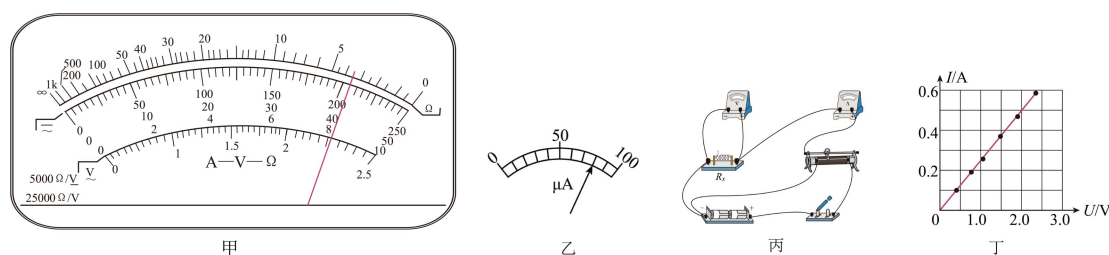
物块运动的 $a-t$ 图像如图所示, 已知 t_0 时刻 P、Q 的加速度最大, 其中 t 轴下方部分的面积大小为 S , 下列判断不正确 ()



- A. 物体 Q 的质量为 $\frac{1}{2}m$
- B. $2t_0$ 时刻 Q 物体的速度大小为 $v_Q = S$
- C. t_0 时刻弹簧的弹性势能为 $\frac{3mS^2}{4}$
- D. $t_0 \sim 2t_0$ 时间内弹簧对 P 物体做功为零

二、非选择题, 共 5 题, 共 56 分, 其中第 13 题~第 16 题解答时写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写最后答案的不能得分; 有计算数值时, 答案中明确写出数值和单位。

12. 某实验小组测未知电阻 R_x 的阻值时, 先用多用电表进行粗测, 再改装电表后采用“伏安法”较准确地测量未知电阻。



- (1) 先用多用电表的欧姆档 $\times 1$ 按正确的操作步骤粗测其电阻, 指针如图甲所示, 则读数应记为 20 Ω 。
- (2) 再改装电表, 将表盘刻度均匀、量程为 $100\mu\text{A}$ 、内阻为 100Ω 的电流表串联一个 29900Ω 的电阻将它改装成电压表, 则改装后的电压表的量程是 3.0 V 。用它来测量电压时, 表盘指针位置如图乙所示, 此时电压表的读数为 0.50 V 。
- (3) 某实验小组的同学按图丙所示的实验电路连接好了器材, 在闭合开关前, 滑动变阻器的滑片应该滑动到实物图中的 最左端 (“最左端”或“最右端”)。开始调节滑动变阻器, 记下电压表和电流表的多组示数, 并在坐标纸上建立 U 、 I 坐标系, 用测量数据描绘出 $U-I$ 图线如图丁所示。由图线得到未知电阻的阻值 $R_x =$ 2.0 Ω (保留两位有效数字), 若不考虑偶然误差, 该小组实验的主要误差来源是 电表读数。

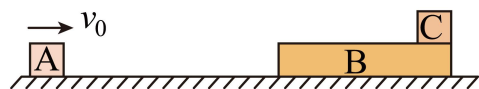
三、解答题

13. 如图所示，一只质量为 5.4kg 的保龄球，撞上一只原来静止，质量为 1.7kg 的球瓶。此后球瓶以 3.0m/s 的速度向前飞出，而保龄球以 1.5m/s 的速度继续向前运动，假设它们相互作用的时间为 0.05s 。求：



- (1) 碰撞后保龄球的动量；
- (2) 碰撞时保龄球与球瓶间相互作用力的大小。

14. 如图所示，物块 A 和上表面粗糙的长木板 B 放置在光滑水平面上，质量为 $3m$ 的物块 C 静止在长木板 B 的右端，物块 A 的质量为 $2m$ ，长木板 B 的质量为 m 。物块 A 以速度 v_0 向右运动，与长木板 B 发生碰撞（碰撞时间极短），物块 C 始终未滑离长木板 B，稳定后 A、B、C 恰好不再碰撞。求：

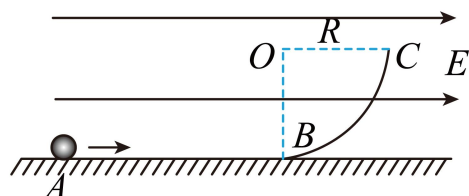


- (1) A、B 碰撞后瞬间 A 的速度；
- (2) B、C 间摩擦产生的热量。

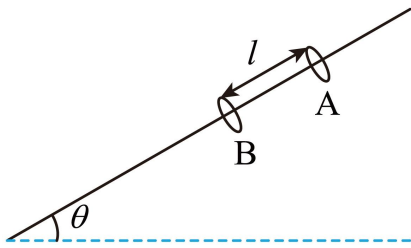
15. 如图所示，光滑水平面上竖直固定有一半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 光滑绝缘圆弧轨道 BC，水平面 AB 与圆弧 BC 相切于 B 点，O 为圆心，OB 竖直，OC 水平，空间有足够大水平向右的匀强电场。一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电绝缘小球自 A 点由静止释放，小球沿水平面向右运动，AB 间距离为 $2R$ ，匀强电场的电场强度

$E = \frac{mg}{q}$ ，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力。求：

- (1) 小球到达 B 点时的速度大小；
- (2) 小球在光滑绝缘圆弧轨道 BC 上运动时对轨道的最大压力值；
- (3) 小球离开圆弧轨道到落地前的最小速率。



16. 如图所示，一足够长的固定轻杆与水平方向夹角为 θ 。质量为 $3m$ 的 B 环套在轻杆上恰好不下滑，距离 B 环 l 的位置有一质量为 m 的光滑 A 环从静止释放。下滑过程中，A 环与 B 环的碰撞为弹性碰撞且碰撞时间极短。重力加速度为 g ，不计空气阻力。求：



- (1) 经历多长时间, A 环与 B 环第一次相碰;
- (2) A 环与 B 环第一次碰撞结束后两者的速度大小分别是多少;
- (3) A 环与 B 环第一次碰撞结束到第二次碰撞前两者间的最远距离。

中华中学 2024-2025 学年度第一学期 9 月学情调研

高二物理

本卷调研时间：75 分钟总分：100 分

命题人： 审核人：

一、单项选择题：本题共 11 小题每小题 4 分，共 44 分，每小题只有一个选项符合题意。

1. 在电磁学发展过程中，许多科学家做出了贡献，下列说法正确的是（ ）

- A. 法拉第最先引入“场”的概念，并最早发现了电流的磁效应现象
- B. 库仑发现了点电荷的相互作用规律，并通过油滴实验测定了元电荷的数值
- C. 安培在研究磁场与通电导线的相互作用方面做出了杰出的贡献，并提出分子电流假说
- D. 奥斯特发现了磁场对电流的作用规律

【答案】C

【解析】

- 【详解】A. 法拉第最先引入“场”的概念，奥斯特最早发现了电流的磁效应现象，选项 A 错误；
B. 库仑发现了点电荷的相互作用规律，密立根通过油滴实验测定了元电荷的数值，选项 B 错误；
C. 安培在研究磁场与通电导线的相互作用方面做出了杰出的贡献，并提出分子电流假说，选项 C 正确；
D. 奥斯特发现了电流的磁效应，安培发现了磁场对电流的作用规律，选项 D 错误。

故选 C。

2. A 、 B 为某点电荷电场中的两点，将一个带电粒子在 A 点由静止释放，仅在电场力作用下，运动到 B 点，若将该带电粒子由 A 点移到无穷远处，电场力做正功，取无限远处电势为 0，则下列判断正确的是（ ）

- A. 场源电荷一定带正电
- B. 带电粒子一定带正电
- C. 粒子在 A 点的电势能比 B 点的电势能高
- D. A 点场强比 B 点场强小

【答案】C

【解析】

- 【详解】AB. 由于粒子从 A 点移到无穷远处，电场力做正功，表明带电粒子与场源电荷带同种电性，不能确定场源电荷是带正电还是带负电，故 AB 错误；
C. 根据题意，带电粒子在 A 点由静止释放，仅在电场力作用下，运动到 B 点，电场力做正功，电势能减小，则粒子在 A 点的电势能比 B 点的电势能高，故 C 正确；
D. 带电粒子在 A 点由静止释放仅在电场力作用下运动到 B 点，表明 B 点离场源电荷远，因此 A 点场强比 B 点场强大，故 D 错误。

故选 C。

3. 某学生练习用头颠球。某一次足球由静止下落 45cm 被重新顶起，离开头部后竖直上升的最大高度仍为 45cm。已知足球与头部的作用时间为 0.1s，足球的质量为 0.4kg， g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力，取向向下为正方向，下列说法正确的是（ ）
- A. 足球与头部刚分离时速度为 3m/s
- B. 足球从最高点下落至重新回到最高点的过程，重力的冲量为 0
- C. 足球与头部作用过程中足球的动量变化量为 $-2.4\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- D. 头部对足球的平均作用力大小为 24N

【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据题意球离开头部后竖直上升的最大高度仍为 45cm，取向向下为正方向，由逆向思维法，则足球与头部刚分离时速度为

$$v' = -\sqrt{2gh} = -3\text{m/s}$$

故 A 错误；

B. 足球从最高点下落至重新回到最高点的过程，重力的冲量为

$$I_G = mgt \neq 0$$

故 B 错误；

CD. 足球由静止下落 45cm 时，取向向下为正方向，速度为

$$v = \sqrt{2gh} = 3\text{m/s}$$

足球与头部作用过程中足球动量变化量为

$$\Delta p = mv' - mv = -2.4\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

对足球列动量定理

$$(mg - F)t = \Delta p$$

解得

$$F = 28\text{N}$$

故 C 正确，D 错误。

故选 C。

4. 下列说法正确的是（ ）

- A. 由 $\varphi = \frac{E_p}{q}$ 可知, 电势 φ 升高, 电荷 q 的电势能 E_p 变大
- B. 由 $E = \frac{F}{q}$ 可知, 电场强度 E 与电场力 F 成正比, 与电荷量 q 成反比
- C. 由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知, 电容 C 变大, 电容器的两极板所带电荷量 Q 增加
- D. 由 $I = \frac{U}{R}$ 可知, 电阻 R 两端电压 U 变大, 通过电阻 R 的电流 I 变大

【答案】D

【解析】

【详解】A. 如果电荷为正电荷, 电势 φ 升高, 电荷 q 的电势能 E_p 变大; 如果电荷为负电荷, 电势 φ 升高, 电荷 q 的电势能 E_p 变小, 故 A 错误;

B. $E = \frac{F}{q}$ 为电场强度的定义式, 电场中某点的电场强度与电场力和试探电荷的电荷量无关, 故 B 错误;

C. 电容器的两极板所带电荷量由电容 C 和两板间电压 U 共同决定, 故 C 错误;

D. $I = \frac{U}{R}$ 为电流的决定式, 电阻 R 两端电压 U 变大, 通过电阻 R 的电流 I 变大, 故 D 正确。

故选 D。

5. 坐过山车时, 人体会分泌大量肾上腺素和多巴胺, 让人感觉惊险刺激。如图所示, 某车厢中游客通过环形轨道攀升的一小段时间内速率不变, 则该过程中 ()



- A. 该游客所受合力做功为零
- B. 该游客所受合力的冲量为零
- C. 该游客的机械能守恒
- D. 该游客所受重力的瞬时功率一定变大

【答案】A

【解析】

【详解】A. 根据题意可知, 由于游客速率不变, 则动能变化量为零, 由动能定理可知, 该游客所受合力做功为零。故 A 正确;

B. 由于游客速率不变，游客做匀速圆周运动，该游客所受合力不为零，指向圆心提供做圆周运动的向心力，根据

$$I = Ft$$

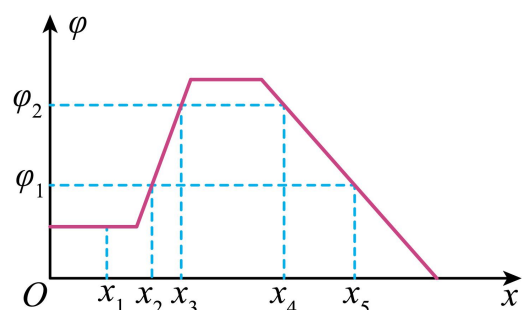
可知该游客所受合力的冲量不为零。故 B 错误；

C. 游客匀速率上升，动能不变，重力势能增加，则该游客的机械能增加。故 C 错误；

D. 若游客在环形轨道下半部分爬升，竖直分速度逐渐增大，重力的瞬时功率变大，若游客在环形轨道上半部分爬升，竖直分速度逐渐减小，重力的瞬时功率减小。故 D 错误。

故选 A。

6. 假设某空间有一静电场的电势 φ 随 x 变化情况如图所示，且带电粒子的运动只考虑受电场力，根据图中信息可以确定下列说法中正确的是（ ）



A. 从 x_2 到 x_3 ，场强的大小均匀增加

B. 正电荷沿 x 轴从 O 运动到 x_1 的过程中，做匀加速直线运动

C. 负电荷沿 x 轴从 x_4 移到 x_5 的过程中，电场力做正功，电势能减小

D. x_2 处场强大小为 E_2 ， x_4 处场强大小为 E_4 ，则 $E_2 > E_4$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 根据

$$E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta x}$$

可知 $\varphi-x$ 图像中图线的斜率表示静电场的电场强度，由图可知，沿 x 轴方向，从 x_2 到 x_3 ，场强的大小恒定。故 A 错误；

B. 同理可知 $O-x_1$ 沿 x 轴方向的电场强度为零，正电荷沿 x 轴从 O 运动到 x_1 的过程中，沿 x 轴方向的电场力为零，一定不做匀加速直线运动。故 B 错误；

C. 由图可知, x_4 移到 x_5 的过程中电势降低, 根据

$$E_p = q\varphi$$

可知负电荷沿 x 轴从 x_4 移到 x_5 的过程中, 电场力做负功, 电势能升高。故 C 错误;

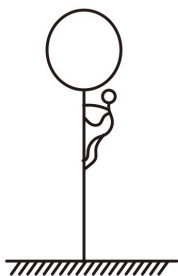
D. 根据 A 选项分析可知, x_2 处图线斜率绝对值大于 x_4 处图线斜率绝对值, 所以

$$E_2 > E_4$$

故 D 正确。

故选 D。

7. 如图所示, 一个质量为 $m_1=50\text{kg}$ 的人爬在一只大气球下方, 气球下面有一根长绳。气球和长绳的总质量为 $m_2=20\text{kg}$, 长绳的下端刚好和水平面接触。当静止时人离地面的高度为 $h=7\text{m}$ 。如果这个人开始沿绳向下滑, 当他滑到绳下端时, 他离地面高度是 (可以把人看作质点) ()



A. 0

B. 2m

C. 5m

D. 7m

【答案】C

【解析】

【详解】设人的速度 v_1 , 气球的速度 v_2 , 根据人和气球动量守恒得

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

则有

$$m_1 x_1 = m_2 x_2$$

所以

$$x_1 = \frac{2}{5} x_2$$

气球和人运动的路程之和为 7m, 则人下滑的距离为

$$x_1 = \frac{2}{7} h = 2\text{m}$$

气球上升的距离为

$$x_2 = \frac{5}{7}h = 5\text{m}$$

故选 C。

8. 前几日台风“贝碧嘉”来袭，给高层建筑物带来了不小的挑战。已知三级风速约为 4m/s ，十四级风速约为 44m/s ，则十四级风速作用在建筑物上的风力大约是三级风速作用在建筑物上的风力的多少倍（ ）

- A. 11 倍 B. 120 倍 C. 180 倍 D. 1900 倍

【答案】B

【解析】

【详解】设空气密度为 ρ ，空气吹到建筑物上后速度瞬间减为 0，建筑物的面积为 S ，那么 t 时间内吹到建筑物上的空气质量为 m ，则有

$$m = \rho Svt$$

以 t 时间内吹到建筑物上的空气为研究对象，根据动量定理有

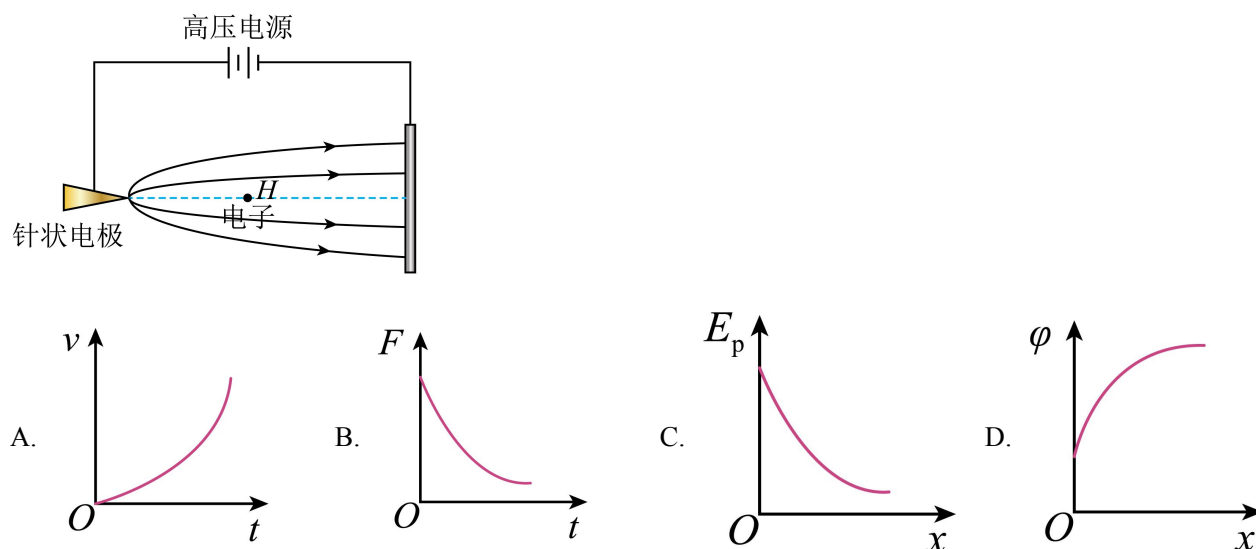
$$Ft = 0 - \rho S v^2 t$$

则有

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = 121$$

故选 B。

9. 高大建筑物的顶端都装有避雷针来预防雷击。老师给同学们在实验室模拟尖端放电现象，原理如图所示。假设一电子在图中 H 点从静止开始只在电场力的作用下沿着电场线做直线运动。设电子在该电场中的运动时间为 t ，位移为 x ，速度为 v ，受到的电场力为 F ，电势能为 E ，运动经过的各点电势为 φ ，则下列四个图像可能合理的是（ ）



【答案】A

【解析】

【详解】B. 电子所受的电场力的方向与电场强度方向相反，所以电子向针状电极运动，电场强度逐渐增大，电场力逐渐增大，故 B 错误；

A. 电子的加速度

$$a = \frac{eE}{m}$$

电场强度增大，电子的加速度增大，速度-时间图线的斜率增大，故 A 正确；

C. 根据

$$E_p = eEx$$

电场力做正功，电势能减小，电场强度增大，电势能-位移图线的斜率增大，C 错误；

D. 根据

$$\varphi = \frac{E_p}{e}, \quad E_p = eEx$$

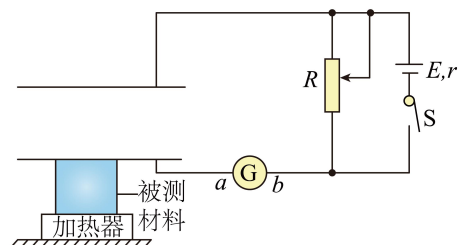
解得

$$\varphi = Ex$$

逆电场线运动电势升高；电场强度增大，电势-位移图线的斜率增大，故 D 错误。

故选 A。

10. 热膨胀是很多材料的性质，对材料的热膨胀现象的研究一直是科技领域研究工作中的热点问题。但有些材料因热膨胀导致的尺寸变化很小，难以测量。某同学设计制作了电容热膨胀检测仪，原理如图所示。电容器上极板固定，下极板可随材料竖直方向的尺度变化而上下移动。现在测量某材料的热膨胀，将待测材料平放在加热器上进行加热使其温度升高，闭合开关 S，下列说法中正确的是（ ）



A. 极板所带电荷量降低

B. 检测到灵敏电流计的电流方向为从 b 到 a，说明被测材料出现了反常膨胀（温度升高，高度变小）

C. 滑动变阻器滑片向上滑动少许可以检测到从 b 到 a 的电流

D. 检测结束，断开开关，灵敏电流计上有从 a 到 b 的短暂电流

【答案】B

【解析】

【详解】AB. 材料温度升高，材料膨胀，电容器两板间距减小，根据

$$C = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$$

电容增大。由于电容器两板电势差不变，根据

$$C = \frac{Q}{U}$$

极板所带电荷量增大；如检测到灵敏电流计的电流方向为从 b 到 a ，极板所带电荷量减小，电容变小，说明被测材料出现了反常膨胀（温度升高，高度变小），故 A 错误，B 正确；

C. 滑动变阻器滑片向上滑动，阻值增大，根据闭合电路欧姆定律

$$I = \frac{E}{R + r}$$

电流变小，由

$$U = E - Ir$$

可知检测仪的工作电压升高，由

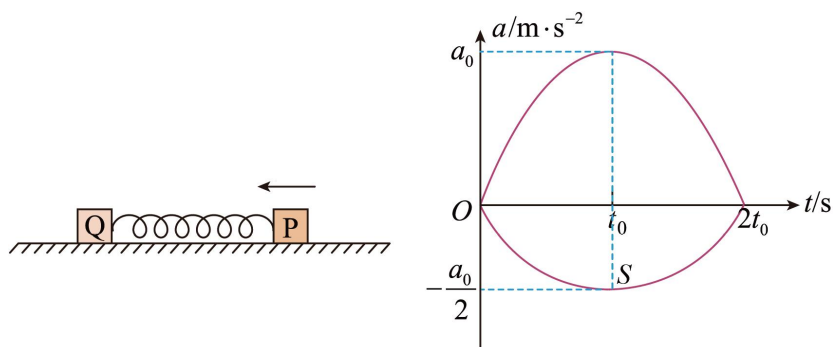
$$C = \frac{Q}{U}$$

得极板电荷量增大，电容充电，可以检测到从 a 到 b 的电流，故 C 错误；

D. 由于电容器上极板带正电，下极板带负电，断开开关，电容器放电，则灵敏电流计上有从 b 到 a 的短暂电流，故 D 错误。

故选 B。

11. 如图所示，质量为 m 的物块 P 与物块 Q（质量未知）之间拴接一轻弹簧，静止在光滑的水平地面上，弹簧恰好处于原长。现给 P 物体一瞬时初速度，并把此时记为 0 时刻，规定向右为正方向，0~ $2t_0$ 内 P、Q 物块运动的 $a-t$ 图像如图所示，已知 t_0 时刻 P、Q 的加速度最大，其中 t 轴下方部分的面积大小为 S ，下列判断不正确（ ）



- A. 物体 Q 的质量为 $\frac{1}{2}m$
- B. $2t_0$ 时刻 Q 物体的速度大小为 $v_Q = S$
- C. t_0 时刻弹簧的弹性势能为 $\frac{3mS^2}{4}$
- D. $t_0 \sim 2t_0$ 时间内弹簧对 P 物体做功为零

【答案】A

【解析】

【详解】A. $0 \sim 2t_0$ 时间内 Q 所受弹力方向向左，P 所受弹力方向始终向右； t_0 时刻，P、Q 所受弹力最大且大小相等，由牛顿第二定律可得

$$a_P = \frac{F_{\text{弹}}}{m} = a_0, \quad a_Q = \frac{F_{\text{弹}}}{m_Q} = \frac{a_0}{2}$$

解得物体 Q 的质量为

$$m_Q = 2m$$

故 A 错误；

B. 根据 $a-t$ 图像与横轴围成的面积表示速度变化量，可知 $0 \sim 2t_0$ 时间内，Q 物体的速度变化量大小为

$$\Delta v_Q = S = v_Q - 0$$

则时刻 Q 物体的速度大小为

$$v_Q = S$$

故 B 正确；

C. t_0 时刻两物体具有相同的速度 v ，根据对称性可知， t_0 时刻 P、Q 物体的速度大小为

$$v = \frac{S}{2}$$

设物体 P 的初速度为 v_0 ，根据动量守恒可得

$$mv_0 = (m + 2m)v$$

解得

$$v_0 = 3v = \frac{3}{2}S$$

设时刻弹簧的弹性势能为 E_p ，根据能量守恒可得

$$E_p = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2} \times 3mv^2 = \frac{3mS^2}{4}$$

故 C 正确；

D. 设 $2t_0$ 时刻 P 物体的速度为 v_p ，根据动量守恒可得

$$mv_0 = mv_p + 2mv_Q$$

解得

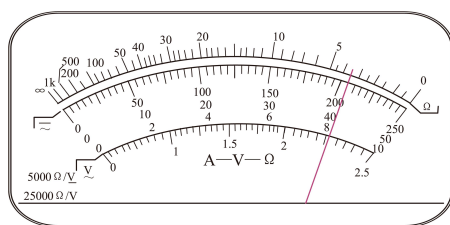
$$v_p = -\frac{S}{2} = -v$$

可知 $2t_0$ 时刻 P 物体的速度大小等于 t_0 时刻 P 物体的速度大小，则时刻 P 物体的动能等于时刻 P 物体的动能，根据动能定理， $t_0 \sim 2t_0$ 时间内弹簧对 P 物体做功为零，故 D 正确。

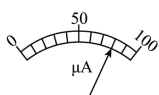
本题选错误的，故选 A。

二、非选择题，共 5 题，共 56 分，其中第 13 题～第 16 题解答时写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写最后答案的不能得分；有计算数值时，答案中明确写出数值和单位。

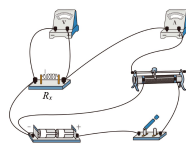
12. 某实验小组测未知电阻 R_x 的阻值时，先用多用电表进行粗测，再改装电表后采用“伏安法”较准确地测量未知电阻。



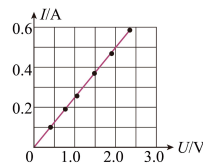
甲



乙



丙



丁

- (1) 先用多用表的欧姆档 $\times 1$ 按正确的操作步骤粗测其电阻，指针如图甲所示，则读数应记为 3500 Ω 。
- (2) 再改装电表，将表盘刻度均匀、量程为 $100\mu\text{A}$ 、内阻为 100Ω 的电流表串联一个 29900Ω 的电阻将它改装成电压表，则改装后的电压表的量程是 3.0 V。用它来测量电压时，表盘指针位置如图乙所示，此时电压表的读数为 2.4 V。
- (3) 某实验小组的同学按图丙所示的实验电路连接好了器材，在闭合开关前，滑动变阻器的滑片应该滑动到实物图中的 最左端 (“最左端”或“最右端”)。开始调节滑动变阻器，记下电压表和电流表的多组示数，并在坐标纸上建立 U 、 I 坐标系，用测量数据描绘出 U - I 图线如图丁所示。由图线得到未知电阻的阻值 $R_x =$ 4.0 Ω (保留两位有效数字)，若不考虑偶然误差，该小组实验的主要误差来源是 电压表的分流。

【答案】 (1) 3.5 (2) ①. 3 ②. 2.4

(3) ①. 最左端 ②. 4.0 ③. 电压表的分流

【解析】

【小问 1 详解】

多用电表的读数为指针所指刻度与倍率的乘积，所以

$$3.5 \times 1\Omega = 3.5\Omega$$

【小问 2 详解】

[1]改装后的电压表的量程为

$$U = I_g(R_g + R) = 100 \times 10^{-6} \times (100 + 29900)\text{V} = 3\text{V}$$

[2]此时表盘每格表示 0.3V，最小读数只能读到 0.1V，则所指示的电压为 2.4V。

【小问 3 详解】

[1]在闭合开关前，滑动变阻器的滑片应该滑动到实物图中的最左端；

[2]由图线得到未知电阻的阻值为

$$R_x = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{2.0}{0.5}\Omega = 4.0\Omega$$

[3]该实验电路采用的是电流表的“外接法”，电流表测量的是通过电压表和未知电阻的总电流，若不考虑偶然误差，该小组实验的主要误差来源是电压表的分流。

三、解答题

13. 如图所示，一只质量为 5.4kg 的保龄球，撞上一只原来静止，质量为 1.7kg 的球瓶。此后球瓶以 3.0m/s 的速度向前飞出，而保龄球以 1.5m/s 的速度继续向前运动，假设它们相互作用的时间为 0.05s。求：



- (1) 碰撞后保龄球的动量；
- (2) 碰撞时保龄球与球瓶间相互作用力的大小。

【答案】(1) 8.1kg·m/s 方向与初速度方向相同

(2) 102N

【解析】

【小问 1 详解】

碰撞后保龄球的速度为 1.5m/s，所以碰撞后保龄球的动量为

$$p_1 = Mv_1 = 8.1\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

即动量大小为 8.1kg·m/s，方向与初速度方向相同；

【小问 2 详解】

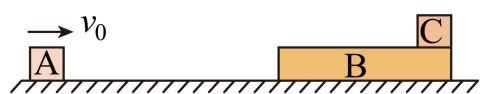
对球瓶，运用动量定理可得

$$Ft = mv_2$$

代入数据解得

$$F = 102\text{N}$$

14. 如图所示，物块 A 和上表面粗糙的长木板 B 放置在光滑水平面上，质量为 $3m$ 的物块 C 静止在长木板 B 的右端，物块 A 的质量为 $2m$ ，长木板 B 的质量为 m 。物块 A 以速度 v_0 向右运动，与长木板 B 发生碰撞（碰撞时间极短），物块 C 始终未滑离长木板 B，稳定后 A、B、C 恰好不再碰撞。求：



- (1) A、B 碰撞后瞬间 A 的速度；
- (2) B、C 间摩擦产生的热量。

【答案】(1) $\frac{1}{3}v_0$

(2) $\frac{2}{3}mv_0^2$

【解析】

【小问 1 详解】

根据题意 A 与 B 碰撞时间极短，则 A、B 之间的碰撞可视为弹性碰撞时，动量守恒，机械能守恒，有

$$2mv_0 = 2mv_A + mv_B$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 2mv_A^2 + \frac{1}{2} \cdot mv_B^2$$

联立解得

$$v_A = \frac{1}{3}v_0$$

$$v_B = \frac{4}{3}v_0$$

【小问 2 详解】

根据稳定后 A、B、C 恰好不再碰撞可知稳定后三者共速，B、C 到达共速的过程中动量守恒，类似于完全非弹性碰撞，再根据能量守恒定律，则有

$$mv_B = (m + m_C) v_A$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}(m + m_C) v_A^2 + Q$$

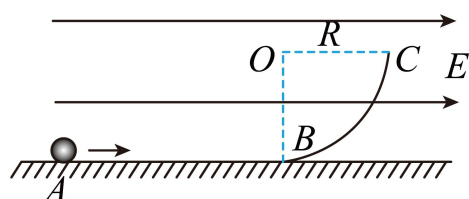
联立解得

$$Q = \frac{2}{3}mv_0^2$$

15. 如图所示，光滑水平面上竖直固定有一半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 光滑绝缘圆弧轨道 BC ，水平面 AB 与圆弧 BC 相切于 B 点， O 为圆心， OB 竖直， OC 水平，空间有足够大水平向右的匀强电场。一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电绝缘小球自 A 点由静止释放，小球沿水平面向右运动， AB 间距离为 $2R$ ，匀强电场的电场强度

$E = \frac{mg}{q}$ ，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力。求：

- (1) 小球到达 B 点时的速度大小；
- (2) 小球在光滑绝缘圆弧轨道 BC 上运动时对轨道的最大压力值；
- (3) 小球离开圆弧轨道到落地前的最小速率。



【答案】(1) $2\sqrt{gR}$ ；(2) $(2+3\sqrt{2})mg$ ；(3) $\sqrt{2gR}$

【解析】

【详解】(1) 小球从 A 到 B 过程，根据动能定理可得

$$qE \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$$

解得小球到达 B 点时的速度大小为

$$v_B = 2\sqrt{gR}$$

(2) 小球在光滑绝缘圆弧轨道 BC 上运动时，设电场力与重力的合力与竖直方向的夹角为 θ ，则有

$$\tan \theta = \frac{qE}{mg} = 1$$

可得

$$\theta = 45^\circ$$

可知当小球运动到圆弧轨道 BC 的中点时，小球的速度最大，小球对轨道的压力最大，根据动能定理可得

$$qE(2R + R \sin 45^\circ) - mg(R - R \cos 45^\circ) = \frac{1}{2}mv_m^2 - 0$$

根据牛顿第二定律可得

$$N_{\max} - mg \cos 45^\circ - qE \sin 45^\circ = m \frac{v_m^2}{R}$$

联立解得

$$N_{\max} = (2 + 3\sqrt{2})mg$$

根据牛顿第三定律可知，小球对轨道的最大压力为 $(2 + 3\sqrt{2})mg$ 。

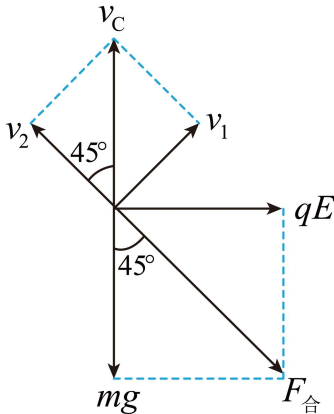
(3) 小球从 A 到 C 过程，根据动能定理可得

$$qE \cdot 3R - mgR = \frac{1}{2}mv_C^2 - 0$$

解得

$$v_C = 2\sqrt{gR}$$

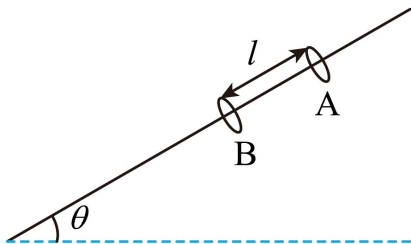
小球从 C 点抛出后，将小球的运动分解为沿重力和电场力的合力方向和垂直合力方向，如图所示



小球在空中垂直合力方向做匀速直线运动，沿合力方向先做匀减速直线运动，再反向做匀加速直线运动，当沿合力方向的速度减为零时，小球的速度具有最小值，则有

$$v_{\min} = v_1 = v_C \sin 45^\circ = 2\sqrt{gR} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2gR}$$

16. 如图所示，一足够长的固定轻杆与水平方向夹角为 θ 。质量为 $3m$ 的 B 环套在轻杆上恰好不下滑，距离 B 环 l 的位置有一质量为 m 的光滑 A 环从静止释放。下滑过程中，A 环与 B 环的碰撞为弹性碰撞且碰撞时间极短。重力加速度为 g ，不计空气阻力。求：



(1) 经历多长时间，A 环与 B 环第一次相碰；

- (2) A 环与 B 环第一次碰撞结束后两者的速度大小分别是多少；
 (3) A 环与 B 环第一次碰撞结束到第二次碰撞前两者间的最远距离。

【答案】 (1) $\sqrt{\frac{2l}{g \sin \theta}}$

(2) $\frac{\sqrt{2gl \sin \theta}}{2}, \frac{\sqrt{2gl \sin \theta}}{2}$

(3) l

【解析】

【小问 1 详解】

质量为 m 的光滑 A 环从静止释放，由牛顿第二定律

$$mg \sin \theta = ma$$

加速度为

$$a = g \sin \theta$$

根据运动公式

$$l = \frac{1}{2}at^2$$

解得

$$t = \sqrt{\frac{2l}{g \sin \theta}}$$

【小问 2 详解】

设 A 与 B 碰前速度为 v_0 ，由运动公式有

$$v_0 = at = \sqrt{2gl \sin \theta}$$

由于 A 与 B 的碰撞为弹性碰撞，则有

$$mv_0 = mv_1 + 3mv_2$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_2^2$$

联立解得

$$v_1 = -\frac{\sqrt{2gl \sin \theta}}{2}$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{2gl \sin \theta}}{2}$$

A 环碰撞后反弹，所以 A 环与 B 环第一次碰撞结束后两者的速度大小分别 $\frac{\sqrt{2gl \sin \theta}}{2}$ ， $\frac{\sqrt{2gl \sin \theta}}{2}$ 。

【小问 3 详解】

由于 B 环恰好不下滑静止于轻杆上，所以有

$$3mg \sin \theta = \mu \cdot 3mg \cos \theta$$

则碰后 B 环匀速下滑，A 环沿杆向上做匀减速直线运动，当二者速度相同时，两环相距最远，以 B 为参考系，A 相对 B 速度为零时，二者相距最远，A 相对 B 的初速度为

$$v_{AB} = v_1 - v_2 = -v_0$$

相对 B 的加速度为

$$a_{AB} = a_A = g \sin \theta$$

两环相距最远的距离为

$$x = \frac{v_{AB}^2}{2a_{AB}} = l$$