

2025 年普通高等学校招生全国统一考试（黑、吉、辽、蒙卷）

(适用地区:黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古)

物理

注意事项:

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案书写在答题卡上，写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

本试卷共 15 题，共 100 分

注意事项:

- 1.答题前,考生先将自己的姓名、准考证号码填写清楚,将条形码准确粘贴在条形码区域内。
- 2.选择题必须使用 2B 铅笔填涂;非选择题必须使用 0.5 毫米黑色字迹的签字笔书写,字体工整,笔记清楚。
- 3.请按照题号顺序在答题卡各题目的答题区域内作答,超出答题区域书写的答案无效;在草稿纸、试卷上答题无效。
- 4.作图可先使用铅笔画出,确定后必须用黑色字迹的签字笔描黑。
- 5.保持卡面清洁,不要折叠、不要弄破、弄皱,不准使用涂改液、修正带、刮纸刀。

一、选择题:本题共 10 小题,共 46 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~7 题只有一项符合题目要求,每小题 4 分;第 8~10 题有多项符合题目要求,每小题 6 分,全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

1. 书法课上，某同学临摹“力”字时，笔尖的轨迹如图中带箭头的实线所示。笔尖由 a 点经 b 点回到 a 点，则 ()



- A. 该过程位移为 0
B. 该过程路程为 0
C. 两次过 a 点时速度方向相同
D. 两次过 a 点时摩擦力方向相同

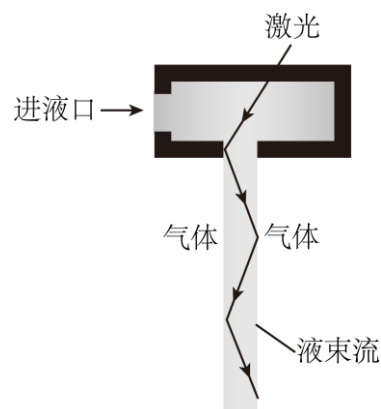
2. 某同学冬季乘火车旅行，在寒冷的站台上从气密性良好的糖果瓶中取出糖果后拧紧瓶盖，将糖果瓶带入温暖的车厢内一段时间后，与刚进入车厢时相比，瓶内气体（ ）

- A. 内能变小 B. 压强变大

C. 分子的数密度变大

D. 每个分子动能都变大

3. 如图, 利用液导激光技术加工器件时, 激光在液束流与气体界面发生全反射。若分别用甲、乙两种液体形成液束流, 甲 折射率比乙的大, 则 ()



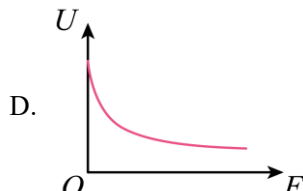
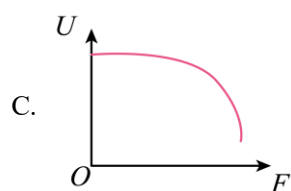
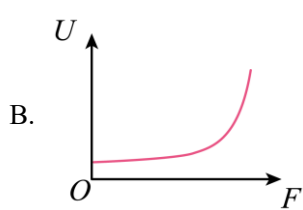
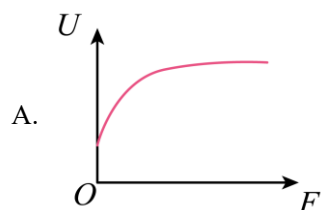
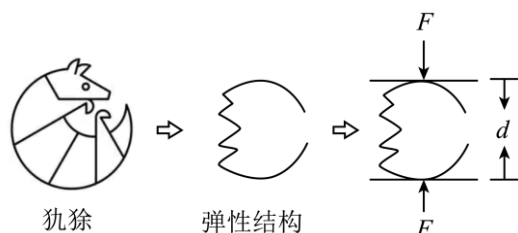
A. 激光在甲中的频率大

B. 激光在乙中的频率大

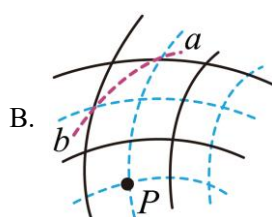
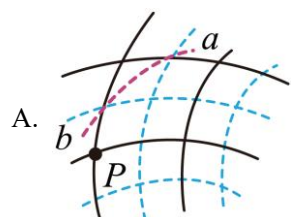
C. 用甲时全反射临界角大

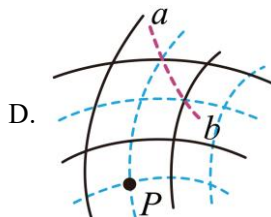
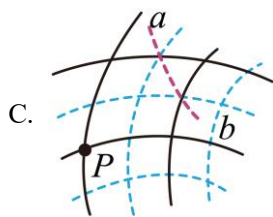
D. 用乙时全反射临界角大

4. 如图, 某压力传感器中平行板电容器内的绝缘弹性结构是模仿犳狻设计的, 逐渐增大施加于两极板压力 F 的过程中, F 较小时弹性结构易被压缩, 极板间距 d 容易减小; F 较大时弹性结构闭合, d 难以减小。将该电容器充电后断开电源, 极板间电势差 U 与 F 的关系曲线可能正确的是 ()

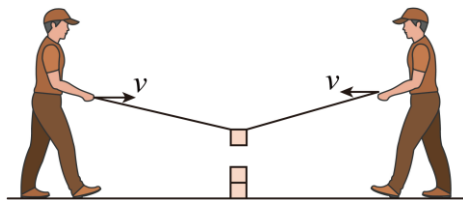


5. 平衡位置在同一水平面上的两个振动完全相同的点波源, 在均匀介质中产生两列波。若波峰用实线表示, 波谷用虚线表示, P 点位于其最大正位移处, 曲线 ab 上的所有点均为振动减弱点, 则下列图中可能满足以上描述的是 ()



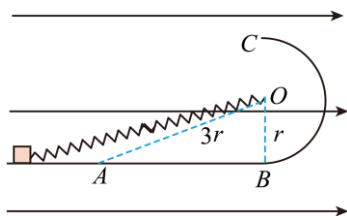


6. 如图，趣味运动会的“聚力建高塔”活动中，两长度相等的细绳一端系在同一塔块上，两名同学分别握住绳的另一端，保持手在同一水平面以相同速率 v 相向运动。为使塔块沿竖直方向匀速下落，则 v ()



- A. 一直减小
B. 一直增大
C. 先减小后增大
D. 先增大后减小

7. 如图，光滑绝缘水平面 AB 与竖直面内光滑绝缘半圆形轨道 BC 在 B 点相切，轨道半径为 r ，圆心为 O ， O 、 A 间距离为 $3r$ 。原长为 $2r$ 的轻质绝缘弹簧一端固定于 O 点，另一端连接一带正电的物块。空间存在水平向右的匀强电场，物块所受的电场力与重力大小相等。物块在 A 点左侧释放后，依次经过 A 、 B 、 C 三点时的动能分别为 E_{kA} 、 E_{kB} 、 E_{kC} ，则 ()

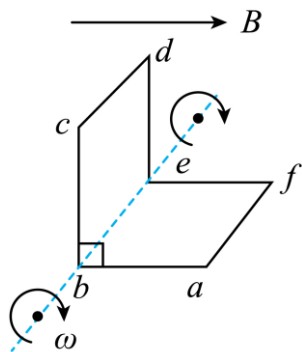


- A. $E_{kA} < E_{kB} < E_{kC}$
B. $E_{kB} < E_{kA} < E_{kC}$
C. $E_{kA} < E_{kC} < E_{kB}$
D. $E_{kC} < E_{kA} < E_{kB}$

8. 某理论研究认为， $^{100}_{42}\text{Mo}$ 原子核可能发生双 β 衰变，衰变方程为 $^{100}_{42}\text{Mo} \rightarrow ^A_{44}\text{Ru} + y^0_{-1}\text{e}$ 。处于第二激发态的 $^A_{44}\text{Ru}$ 原子核先后辐射能量分别为 0.5908MeV 和 0.5395MeV 的 γ_1 、 γ_2 两光子后回到基态。下列说法正确的是 ()

- A. $A=100$
B. $y=2$
C. γ_1 的频率比 γ_2 的大
D. γ_1 的波长比 γ_2 的大

9. 如图，“L”形导线框置于磁感应强度大小为 B 、水平向右 匀强磁场中。线框相邻两边均互相垂直，各边长均为 l 。线框绕 b 、 e 所在直线以角速度 ω 顺时针匀速转动， be 与磁场方向垂直。 $t=0$ 时， $abef$ 与水平面平行，则 ()



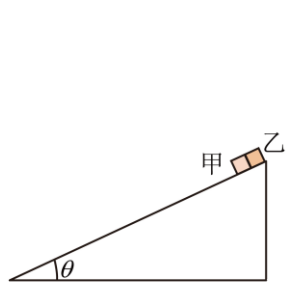
A. $t = 0$ 时, 电流方向为 $abcdefa$

B. $t = 0$ 时, 感应电动势为 $Bl^2\omega$

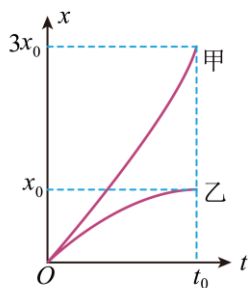
C. $t = \frac{\pi}{\omega}$ 时, 感应电动势为 0

D. $t = 0$ 到 $t = \frac{\pi}{\omega}$ 过程中, 感应电动势平均值为 0

10. 如图 (a), 倾角为 θ 的足够长斜面放置在粗糙水平面上。质量相等的小物块甲、乙同时以初速度 v_0 沿斜面下滑, 甲、乙与斜面的动摩擦因数分别为 μ_1 、 μ_2 , 整个过程中斜面相对地面静止。甲和乙的位置 x 与时间 t 的关系曲线如图 (b) 所示, 两条曲线均为抛物线, 乙的 $x-t$ 曲线在 $t = t_0$ 时切线斜率为 0, 则 ()



图(a)



图(b)

A. $\mu_1 + \mu_2 = 2 \tan \theta$

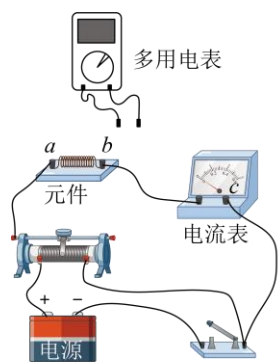
B. $t = t_0$ 时, 甲的速度大小为 $3v_0$

C. $t = t_0$ 之前, 地面对斜面的摩擦力方向向左

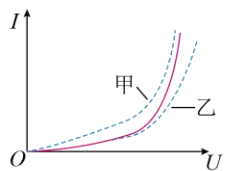
D. $t = t_0$ 之后, 地面对斜面的摩擦力方向向左

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 54 分。

11. 在测量某非线性元件的伏安特性时, 为研究电表内阻对测量结果的影响, 某同学设计了如图 (a) 所示的电路。选择多用电表的直流电压挡测量电压。实验步骤如下:



图(a)



图(b)

①滑动变阻器滑片置于适当位置，闭合开关；

②表笔分别连 a 、 b 接点，调节滑片位置，记录电流表示数 I 和 a 、 b 间电压 U_{ab} ；

③表笔分别连 a 、 c 接点，调节滑片位置，使电流表示数仍为 I ，记录 a 、 c 间电压 U_{ac} ；

④表笔分别连 b 、 c 接点，调节滑片位置，使电流表示数仍为 I ，记录 b 、 c 间电压 U_{bc} ，计算 $U_{ac} - U_{bc}$ ；

⑤改变电流，重复步骤②③④，断开开关。

作出 $I-U_{ab}$ 、 $I-U_{ac}$ 及 $I-(U_{ac}-U_{bc})$ 曲线如图 (b) 所示。

回答下列问题：

(1) 将多用电表的红、黑表笔插入正确的插孔，测量 a 、 b 间的电压时，红表笔应连_____接点（填 “ a ” 或 “ b ”）；

(2) 若多用电表选择开关旋转到直流电压挡 “ $0.5V$ ” 位置，电表示数如图 (c) 所示，此时电表读数为_____V（结果保留三位小数）；

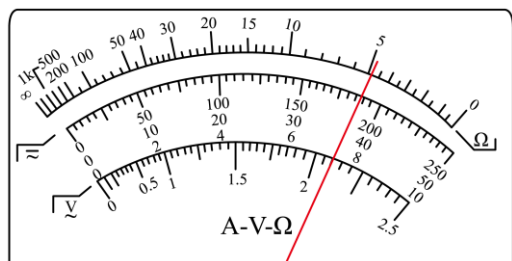


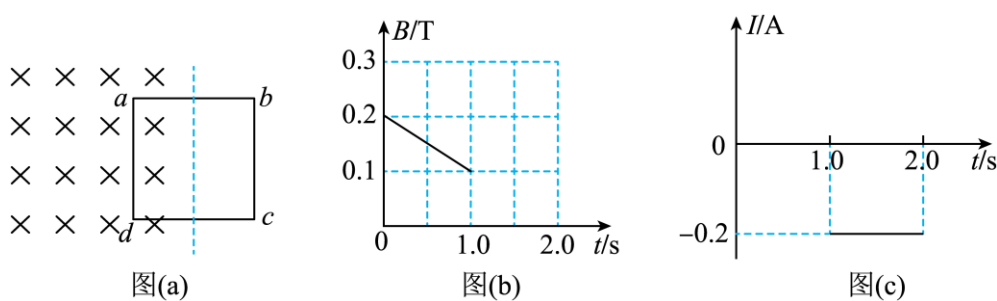
图 (c)

(3) 图 (b) 中乙是_____（填 “ $I-U_{ab}$ ” 或 “ $I-U_{ac}$ ”）曲线；

(4) 实验结果表明，当此元件阻值较小时，_____（填 “甲” 或 “乙”）曲线与 $I-(U_{ac}-U_{bc})$ 曲线更接近。

12. 某兴趣小组设计了一个可以测量质量的装置。如图 (a)，细绳 1、2 和橡皮筋相连于一点，绳 1 上端固定在 A 点，绳 2 下端与水杯相连，橡皮筋的另一端与绳套相连。

为确定杯中物体质量 m 与橡皮筋长度 x 的关系，该小组逐次加入等质量的水，拉动绳套，使绳 1 每次与竖直方向夹角均为 30° 且橡皮筋与绳 1 垂直，待装置稳定后测量对应的橡皮筋长度。根据测得数据作出 $x-m$ 关系图线，如图 (b) 所示。

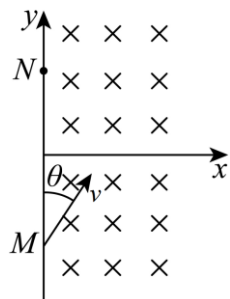


(1) 求 $t = 0.5\text{s}$ 时 ad 边受到的安培力大小 F ;

(2) 画出图(b)中 $1 \sim 2\text{s}$ 内 $B-t$ 图像 (无需写出计算过程);

(3) 从 $t = 2\text{s}$ 开始, 磁场不再随时间变化。之后导体框解除固定, 给导体框一个向右的初速度 $v_0 = 0.1\text{m/s}$, 求 ad 边离开磁场时的速度大小 v_1 。

15. 如图, 在 xOy 平面第一、四象限内存在垂直平面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , 一带正电的粒子从 $M(0, -y_0)$ 点射入磁场, 速度方向与 y 轴正方向夹角 $\theta = 30^\circ$, 从 $N(0, y_0)$ 点射出磁场。已知粒子的电荷量为 $q(q > 0)$, 质量为 m , 忽略粒子重力及磁场边缘效应。



(1) 求粒子射入磁场的速度大小 v_1 和在磁场中运动的时间 t_1 。

(2) 若在 xOy 平面内某点固定一负点电荷, 电荷量为 $48q$, 粒子质量取 $m = \frac{B^2 y_0^3}{k}$ (k 为静电力常量), 粒子仍沿 (1) 中的轨迹从 M 点运动到 N 点, 求射入磁场的速度大小 v_2 。

(3) 在 (2) 问条件下, 粒子从 N 点射出磁场开始, 经时间 t_2 速度方向首次与 N 点速度方向相反, 求 t_2 (电荷量为 Q 的点电荷产生的电场中, 取无限远处的电势为 0 时, 与该点电荷距离为 r 处的电势 $\varphi = \frac{kQ}{r}$)。

参考答案

1.

【答案】A

【解析】

【详解】A. 笔尖由 a 点经 b 点回到 a 点过程，初位置和末位置相同，位移为零，故 A 正确；

B. 笔尖由 a 点经 b 点回到 a 点过程，轨迹长度不为零，则路程不为零，故 B 错误；

C. 两次过 a 点时轨迹的切线方向不同，则速度方向不同，故 C 错误；

D. 摩擦力方向与笔尖的速度方向相反，则两次过 a 点时摩擦力方向不同，故 D 错误。

故选 A。

2.

【答案】B

【详解】A. 将糖果瓶带入温暖的车厢内一段时间后，温度升高，而理想气体内能只与温度相关，则内能变大，故 A 错误；

B. 将糖果瓶带入温暖的车厢过程，气体做等容变化，根据 $\frac{p}{T} = C$ ，因为温度升高，则压强变大，故 B 正确；

C. 气体分子数量不变，气体体积不变，则分子的数密度不变，故 C 错误；

D. 温度升高，气体分子的平均动能增大，但不是每个分子的动能都增大，故 D 错误。

故选 B。

3.

【答案】D

【详解】AB. 激光在不同介质中传播时，其频率不变，故 AB 错误；

CD. 根据 $\sin C = \frac{1}{n}$ ，甲的折射率比乙的大，则用乙时全反射临界角大，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

4.

【答案】D

【详解】根据公式 $Q = CU$ 和电容的决定式 $C = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$

可得 $U = \frac{4\pi kQ}{\varepsilon S} \cdot d$

根据题意 F 较小时易被压缩，故可知当 F 较小时，随着 F 的增大， d 在减小，且减小的越来越慢，与电源断开后 Q 不变，故此时极板间的电势差 U 在减小，且减小的越来越慢；当 F 增大到一定程度时，再增大 F 后， d 基本不变，故此时 U 保持不变，结合图像，最符合情境的是 D 选项。

故选 D。

5.

【答案】C

【详解】根据题意 P 点位于其最大正位移处，故可知此时 P 点位于两列波的波峰与波峰相交处；根据干涉规律可知，相邻波峰与波峰，波谷与波谷连线上的点都是加强点，故 A 图像中的曲线 ab 上的点存在振动加强点，不符合题意。

故选 C。

6.

【答案】B

【详解】设两边绳与竖直方向的夹角为 θ ，塔块沿竖直方向匀速下落的速度为 $v_{\text{块}}$ ，将 $v_{\text{块}}$ 沿绳方向和垂直绳方向分解，将 v 沿绳子方向和垂直绳方向分解，可得 $v_{\text{块}} \cos \theta = v \sin \theta$

$$\text{解得 } v = \frac{v_{\text{块}}}{\tan \theta}$$

由于塔块匀速下落时 θ 在减小，故可知 v 一直增大。

故选 B。

7.

【答案】C

【详解】由题意可得 A 点弹簧伸长量为 r ， B 点和 C 点弹簧压缩量为 r ，即三个位置弹簧弹性势能相等，则由 A 到 B 过程中弹簧弹力做功为零，电场力做正功，动能增加， $E_{kB} > E_{kA}$

同理 B 到 C 过程中弹簧弹力和电场力做功都为零，重力做负功，则动能减小， $E_{kB} > E_{kC}$

由 A 到 C 全过程则有 $qEl_{AB} - mgl_{BC} = E_{kC} - E_{kA} > 0$

因此 $E_{kB} > E_{kC} > E_{kA}$

故选 C。

8.

【答案】ABC

【解析】

【详解】AB. 由核反应方程质量数和电荷数守恒可得 $100 = A + 0, 42 = 44 - y$

解得 $A = 100, y = 2$ ，AB 正确；

CD. 由题可得 γ_1 光子的能量大于 γ_2 光子的能量，光子的能量公式 $\varepsilon = h\nu$ ，波长 $\lambda = \frac{c}{\nu}$

可得 γ_1 的频率大于 γ_2 的频率， γ_1 的波长小于 γ_2 的波长，C 正确，D 错误；

故选 ABC。

9.

【答案】AB

【详解】AB. 线框旋转切割磁场产生电动势的两条边为 cd 和 af , $t=0$ 时刻 cd 边速度与磁场方向平行, 不产生电动势, 因此此时 af 边切割产生电动势, 由右手定则可知电流方向为 $abcdefa$, 电动势为 $E = Blv = Bl\omega l = Bl^2\omega$, AB 正确;

C. $t = \frac{\pi}{\omega}$ 时, 线框旋转 180° , 此时依旧是 af 边切割磁场产生电动势, 感应电动势不为零, C 错误;

D. $t=0$ 到 $t = \frac{\pi}{\omega}$ 时, 线框 $abef$ 的磁通量变化量为零, 线框 $bcde$ 的磁通量变化量为 $\Delta\Phi = 2BS = 2Bl^2$

由法拉第电磁感应定律可得平均电动势为 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{2B\omega l^2}{\pi}$, D 错误。

故选 AB。

10.

【答案】AD

【详解】B. 位置 x 与时间 t 的图像的斜率表示速度, 甲乙两个物块的曲线均为抛物线, 则甲物体做匀加速运动, 乙物体做匀减速运动, 在 t_0 时间内甲乙的位移可得 $x_{\text{甲}} = \frac{v_0 + v}{2}t_0 = 3x_0$, $x_{\text{乙}} = \frac{v_0 + 0}{2}t_0 = x_0$

可得 t_0 时刻甲物体的速度为 $v = 2v_0$, B 错误;

A. 甲物体的加速度大小为 $a_1 = \frac{v - v_0}{t_0}$

乙物体的加速度大小为 $a_2 = \frac{v_0}{t_0}$

由牛顿第二定律可得甲物体 $mg \sin \theta - \mu_1 mg \cos \theta = ma_1$

同理可得乙物体 $\mu_2 mg \cos \theta - mg \sin \theta = ma_2$

联立可得 $\mu_1 + \mu_2 = 2 \tan \theta$, A 正确

C. 设斜面的质量为 M , 取水平向左为正方向, 由系统牛顿第二定律可得 $f = ma_1 \cos \theta - ma_2 \cos \theta = 0$

则 $t = t_0$ 之前, 地面和斜面之间摩擦力为零, C 错误;

D. $t = t_0$ 之后, 乙物体保持静止, 甲物体继续沿下面向下加速, 由系统牛顿第二定律可得 $f = ma_1 \cos \theta$

即地面对斜面的摩擦力向左, D 正确。

故选 AD。

11.

【答案】(1) a (2) 0.377 0.376 0.378

(3) $I - U_{ac}$

(4) 甲

【解析】

【小问 1 详解】

电流从红表笔流入，黑表笔流出，故测量 a 、 b 间的电压时，红表笔应连 a 接点。

【小问 2 详解】

0.5V 的直流电压挡，分度值为 0.01V，由图可知此时电压表读数为 0.377V。

【小问 3 详解】

由图可知，当表笔分别连 a 、 c 接点时测得是元件和电流表两端的电压和电流，则 $R_{ac} = \frac{U_{ac}}{I}$

当表笔分别连 a 、 b 接点时测得是元件两端的电压和电流，则 $R_{ab} = \frac{U_{ab}}{I}$

由于 $R_{ac} > R_{ab}$

所以相同电流情况下， $U_{ac} > U_{ab}$

故图 (b) 中乙是 $I-U_{ac}$ 曲线。

小问 4 详解】

由题意可知， $I-(U_{ac}-U_{bc})$ 图像测得是元件两端的电压和电流的关系，则实验结果表明，当此元件阻值较小

时，甲曲线与 $I-(U_{ac}-U_{bc})$ 曲线更接近。

12.

【答案】(1) ① 106 ②. 偏大 (2) C

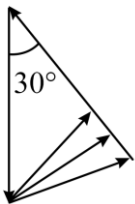
(3) 减小细线与竖直方向的夹角

【解析】

【小问 1 详解】

[1]操作测得 $x=11.60\text{cm}$ ，由图 (b) 的图像坐标可知，该芒果的质量为 106g；

[2]若杯中放入芒果后，绳 1 与竖直方向夹角为 30° 但与橡皮筋不垂直，根据共点力平衡可知橡皮条的拉力变大，导致橡皮筋的长度偏大，若仍然根据图像读出芒果的质量与 m_0 相比偏大。



【小问 2 详解】

另一组同学利用同样方法得到 $x-m$ 图像在后半部分弯曲，可能是所测物体的质量过大，导致橡皮筋所受的弹力过大超过了弹簧的弹性限度，从而使橡皮筋弹力与其伸长量不成正比。

故选 C。

【小问 3 详解】

根据共点力平衡条件可知，当减小绳子与竖直方向的夹角时，相同的物体质量对应橡皮筋的拉力较小，故相同的橡皮筋，可减小细线与竖直方向的夹角可增大质量测量范围。

13.

【答案】(1) 5m/s

(2) 8m/s, 60°

【解析】

【小问 1 详解】

雪块在屋顶上运动过程中，由动能定理 $mgx \sin \theta - \mu mg \cos \theta \cdot x = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$

代入数据解得雪块到 A 点速度大小为 $v_0 = 5\text{m/s}$

【小问 2 详解】

雪块离开屋顶后，做斜向下抛运动，由动能定理 $mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

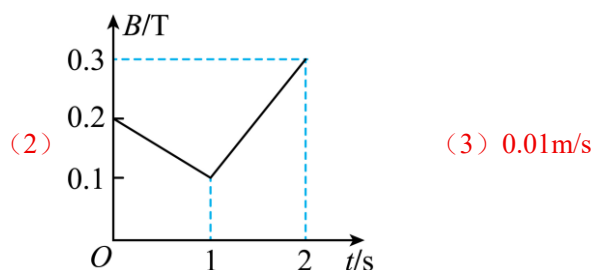
代入数据解得雪块到地面速度大小 $v_1 = 8\text{m/s}$

速度与水平方向夹角 α ，满足 $\cos \alpha = \frac{v_0 \cos \theta}{v_1} = \frac{5 \times 0.8}{8} = \frac{1}{2}$

解得 $\alpha = 60^\circ$

14.

【答案】(1) 0.015N



【解析】

【小问 1 详解】

由法拉第电磁感应定律 $E_1 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot \frac{1}{2}L^2}{\Delta t} = \frac{0.2 - 0.1}{1 - 0} \times \frac{1}{2} \times 1^2 \text{V} = 0.05\text{V}$

由闭合电路欧姆定律可知，0~1s 内线框中的感应电流大小为 $I_1 = \frac{E_1}{R} = 0.1\text{A}$

由图 (b) 可知， $t = 0.5\text{s}$ 时磁感应强度大小为 $B_{0.5} = 0.15\text{T}$

所以此时导线框 ad 的安培力大小为 $F = B_{0.5}I_1L = 0.15 \times 0.1 \times 1\text{N} = 0.015\text{N}$

【小问 2 详解】

0~1s 内线框内的感应电流大小为 $I_1 = 0.1\text{A}$ ，根据楞次定律及安培定则可知感应电流方向为顺时针，由图 (c)

可知1~2s 内的感应电流大小为 $I_2 = 0.2\text{A}$

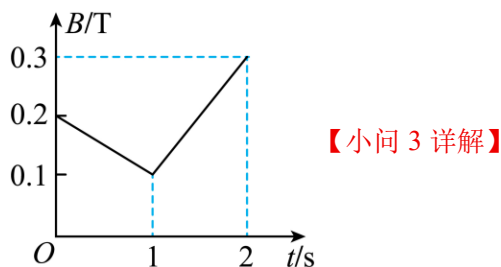
方向为逆时针，根据欧姆定律可知1~2s 内的感应电动势大小为 $E_2 = I_2 R = 0.1\text{V}$

由法拉第电磁感应定律 $E_2 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot \frac{1}{2}L^2}{\Delta t} = 0.1\text{V}$

可知1~2s 内磁感应强度的变化率为 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{B_2 - B_1}{\Delta t} = 0.2\text{T/s}$

解得 $t = 2\text{s}$ 时磁感应强度大小为 $B_2 = 0.3\text{T}$

方向垂直于纸面向里，故1~2s 的磁场随时间变化图为



由动量定理可知 $-B_2 \bar{I} L \Delta t = mv_1 - mv_0$

其中 $q = \bar{I} \Delta t = \frac{\bar{E}}{R} \Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{\frac{1}{2} B_2 L^2}{R}$

联立解得 ad 经过磁场边界 速度大小为 $v_1 = 0.01\text{m/s}$

15.

【答案】(1) $\frac{2qBy_0}{m}$, $\frac{\pi m}{3qB}$

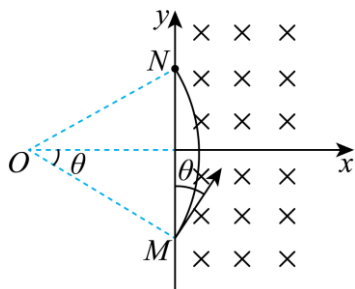
(2) $\frac{6kq}{By_0^2}$

(3) $\frac{2\sqrt{3}\pi By_0^3}{3kq}$

【解析】

【小问 1 详解】

作出正电荷在磁场中运动的轨迹，如图所示



由几何关系可知，正电荷在磁场中做匀速圆周运动的半径为 $r = \frac{y_0}{\sin \theta} = 2y_0$

由洛伦兹力提供向心力 $qv_1B = m\frac{v_1^2}{r}$

解得正电荷的入射速度大小为 $v_1 = \frac{2qBy_0}{m}$

正电荷在磁场中运动的周期为 $T = \frac{2\pi r}{v_1} = \frac{2\pi m}{qB}$

所以正电荷从 M 运动到 N 的时间为 $t_1 = \frac{2\theta}{2\pi}T = \frac{\pi m}{3qB}$

【小问 2 详解】

由题意可知，在 xOy 平面内的负电荷在圆心 O 处，由牛顿第二定律可知 $qv_2B + k\frac{48q^2}{r^2} = m\frac{v_2^2}{r}$ ，其中

$$m = \frac{B^2 y_0^3}{k}$$

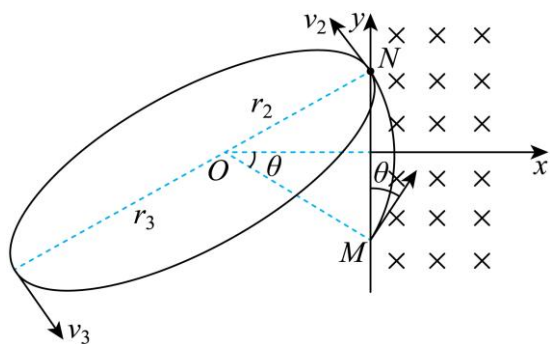
解得 $v_2 = \frac{6kq}{By_0^2}$ 或 $v_2 = \frac{-4kq}{By_0^2}$ （舍去）

【小问 3 详解】

在（2）的条件下，由题意可知，粒子从 N 点离开，仅在点电荷的作用下运动，粒子所需要的向心力 $m\frac{v^2}{r}$ 大于

点电荷提供的库仑力 $k\frac{48q^2}{r^2}$ ，因此粒子无法做匀速圆周运动，即正电荷从 N 点离开磁场后绕负电荷做椭圆运动

动，如图所示



由能量守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_2^2 - q\frac{k48q}{r_2} = \frac{1}{2}mv_3^2 - q\frac{k48q}{r_3}$

由开普勒第二定律可知 $v_2r_2 = v_3r_3$

其中 $r_2 = 2y_0$

联立解得 $r_3 = 6y_0$

由牛顿第二定律 $k \frac{48q^2}{\left(\frac{r_2+r_3}{2}\right)^2} = m \left(\frac{r_2+r_3}{2}\right) \frac{4\pi^2}{T^2}$

解得 $T = \frac{4\sqrt{3}\pi B y_0^3}{3kq}$

故正电荷从 N 点离开磁场后到首次速度变为与 N 点的射出速度相反的时间为 $t_2 = \frac{2\sqrt{3}\pi B y_0^3}{3kq}$