

2022 全国高考理综甲卷物理试题解析与评析

试题评析

2022 年高考理综甲卷物理试题注重体现学科特色，突出学科主干内容和关键能力的考察，落实立德树人根本任务，坚持正确的育人方向，促进学生德智体美劳全面发展；坚持守正创新，依托高考评价体系，深化基础性，突出对关键能力的考查；合理选取情境，加强教考衔接，促进学生科学思维和正确价值观念的形成与发展，引导考生综合能力提升。2022 年高考物理加强教考衔接，促进对学生核心素养的培养，助力素质教育发展。注重考查通用方法、解决问题能力，减少“套路”与“技巧”

1. 深化基础性，引导减少“机械刷题”现象

2022 年高考物理严格依据课程标准，注重对高中物理核心、主干内容的考查，不偏不怪，注重在考查中深化基础性，加强定性和半定量的分析，在具体的情境中考查学生对物理本质的理解，引导学生知其然，更知其所以然，逐渐形成对物理全局性、整体性认识，避免将学生导向细枝末节知识的过度辨析、典型题套路和技巧的运用。同时，试题注重考查一些通用性的物理方法，引导减少“机械刷题”现象。例如，全国甲卷第 20 题考查学生对电路情况、受力情况和运动情况进行分析和推理的能力，要求学生具备较强的运动与相互作用观念、能量观念。全国甲卷第 21 题以带电小球在电场力和重力的作用下运动为情境，考查学生对能量转化与守恒、运动的合成与分解等物理观念的深刻理解，渗透等效的思想。

2. 加强理论联系实际，发展学生问题解决能力

2022 年高考物理创设联系生产生活实际、科学技术进步的真实情境，考查学生建立物理模型，灵活运用所学物理知识解决实际问题的能力，促进学生核心素养的培养和发展。例如，全国甲卷第 14 题以北京 2022 年冬奥会首钢滑雪大跳台为情境，将

学科内容和体育活动紧密结合，引导学生热爱体育运动。全国甲卷第 25 题以一种可以测量微小电流的光点式检流计为情境，与科学实践紧密结合，引导学生领悟仪器设计中蕴含的物理思想，形成认真严谨的科学态度。

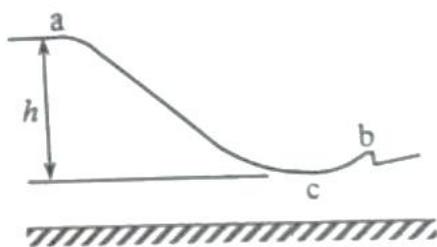
3.加强实验设计，发展学生实验探究能力

实验是培养学生物理学科素养的重要途径和方式。2022 年高考物理在实验原理的理解、实验方案的设计、实验仪器的选择、基本仪器的使用、实验数据的处理、实验结论的得出和解释等方面加强设计，考查学生的实验能力和科学探究能力，充分发挥对高中实验教学的积极导向作用，引导教学重视实验探究，引导学生自己动手做实验，切实提升实验能力。例如第 23 题，研究滑块碰撞，处于表格处理实验数据，不拘一格，考查对实验相关知识的理解掌握。

甲卷物理解析

二、选择题：

14. 北京 2022 年冬奥会首钢滑雪大跳台局部示意图如图所示。运动员从 a 处由静止自由滑下，到 b 处起跳，c 点为 a、b 之间的最低点，a、c 两处的高度差为 h。要求运动员过 c 点时对滑雪板的压力不大于自身所受重力的 k 倍，运动过程中将运动员视为质点并忽略所有阻力，则 c 点处这一段圆弧雪道的半径不应小于（ ）



- A. $\frac{h}{k+1}$ B. $\frac{h}{k}$ C. $\frac{2h}{k}$ D. $\frac{2h}{k-1}$

【参考答案】D

【命题意图】本题考查机械能守恒定律，牛顿运动定律，圆周运动。

【解题思路】从 a 到 c，由机械能守恒定律， $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ，在 c 点，由牛顿第二定律， $F - mg = m\frac{v^2}{R}$ ， $F \leq kmg$ ，

联立解得 $R > \frac{2h}{k-1}$ ，选项 D 正确。

15. 长为 l 的高速列车在平直轨道上正常行驶，速率为 v_0 ，要通过前方一长为 L 的隧道，当列车的任一部分处于隧道内时，列车速率都不允许超过 $v (v < v_0)$ 。已知列车加速和减速时加速度的大小分别为 a 和 $2a$ ，则列车从减速开始至回到正常行驶速率 v_0 所用时间至少为 ()

- A. $\frac{v_0 - v}{2a} + \frac{L+l}{v}$ B. $\frac{v_0 - v}{a} + \frac{L+2l}{v}$
 C. $\frac{3(v_0 - v)}{2a} + \frac{L+l}{v}$ D. $\frac{3(v_0 - v)}{a} + \frac{L+2l}{v}$

【参考答案】 C

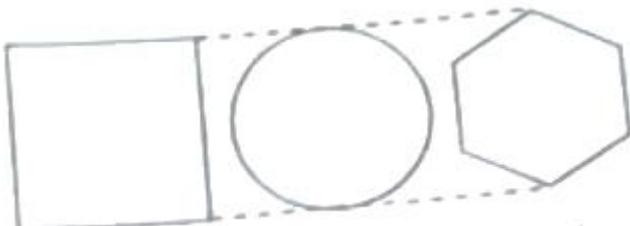
【命题意图】 本题考查匀变速直线运动规律。

【解题思路】 列车减速运动时间 $t_1 = \frac{v_0 - v}{2a}$ ，匀速运动时间 $t_2 = \frac{L+l}{v}$ ，加速运动时间 $t_3 = \frac{v_0 - v}{a}$ ，总时间

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{v_0 - v}{2a} + \frac{L+l}{v} + \frac{v_0 - v}{a} = \frac{3(v_0 - v)}{2a} + \frac{L+l}{v}$$

，选项 C 正确。

16. 三个用同样的细导线做成的刚性闭合线框，正方形线框的边长与圆线框的直径相等，圆线框的半径与正六边形线框的边长相等，如图所示。把它们放入磁感应强度随时间线性变化的同一匀强磁场中，线框所在平面均与磁场方向垂直，正方形、圆形和正六边形线框中感应电流的大小分别为 I_1 、 I_2 和 I_3 。则 ()



- A. $I_1 < I_3 < I_2$ B. $I_1 > I_3 > I_2$
 C. $I_1 = I_2 > I_3$ D. $I_1 = I_2 = I_3$

【参考答案】 C

【命题意图】 本题考查法拉第电磁感应定律、闭合电路欧姆定律及其相关知识点。

【解题思路】 设磁感应强度变化率为 k ，设圆半径为 r ，单位长度导线的电阻为 R_0 ，则正方形线框产生的感应电动势 $E_1 = 4r^2k$ ，正方形线框电阻 $R_1 = 8r R_0$ ，感应电流 $I_1 = E_1 / R_1 = kr/2R_0$ ；圆形线框产生的感应电动势

$E_2 = \pi r^2 k$, 圆形线框电阻 $R_2 = 2\pi r R_0$, 感应电流 $I_2 = E_2 / R_2 = kr / 2R_0$; 正六边形线框产生的感应电动势 $E_3 = \frac{3\sqrt{3}}{2} r^2 k$,

正六边形线框电阻 $R_3 = 6r R_0$, 感应电流 $I_3 = E_3 / R_3 = \frac{\sqrt{3}rk}{4R_0}$; 所以 $I_1 = I_2 > I_3$, 选项 C 正确。

17. 两种放射性元素的半衰期分别为 t_0 和 $2t_0$, 在 $t = 0$ 时刻这两种元素的原子核总数为 N , 在 $t = 2t_0$ 时刻,

尚未衰变的原子核总数为 $\frac{N}{3}$, 则在 $t = 4t_0$ 时刻, 尚未衰变的原子核总数为 ()

- A. $\frac{N}{12}$ B. $\frac{N}{9}$ C. $\frac{N}{8}$ D. $\frac{N}{6}$

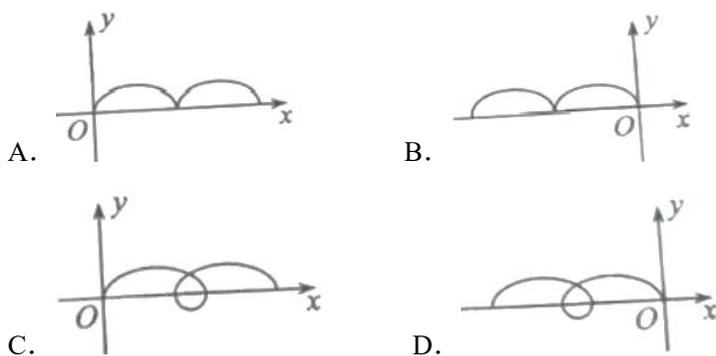
【参考答案】C

【命题意图】本题考查对半衰期的理解与计算。

【解题思路】 $N = N_1 + N_2$, 在 $t = 2t_0$ 时刻, 一种经过了 2 个半衰期, N_1 剩下 $N_1/4$, 另一种经过了 1 个半衰期, N_2 剩下 $N_2/2$, 则有 $N_1/4 + N_2/2 = N/3$, 解得: $N_1 = 2N/3$, $N_2 = N/3$. 在 $t = 4t_0$ 时刻, 一种经过了 4 个半衰期, N_1 剩下 $N_1/16$, 另一种经过了 2 个半衰期, N_2 剩下 $N_2/4$, 尚未衰变的已知总数为 $N_1/16 + N_2/4 = N/8$. 选项 C 正确。

18. 空间存在着匀强磁场和匀强电场, 磁场的方向垂直于纸面 (xOy 平面) 向里, 电场的方向沿 y 轴正方向。

一带正电的粒子在电场和磁场的作用下, 从坐标原点 O 由静止开始运动。下列四幅图中, 可能正确描述该粒子运动轨迹的是 ()



【参考答案】D

【命题意图】本题考查带电粒子在电磁场中的运动。

【解题思路】带电粒子受到竖直向上的电场力和垂直速度方向的洛伦兹力作用, 由左手定则可判断出洛伦兹力方向向左, 轨迹可能正确的是 B。

【易错提醒】根据左手定则可以判断出 AC 是错误的。注意到洛伦兹力使带电粒子向左下偏转后电场力做负功，带电粒子速度减小，洛伦兹力减小，可排除图像 D。

19. 如图，质量相等的两滑块 P、Q 置于水平桌面上，二者用一轻弹簧水平连接，两滑块与桌面间的动摩擦因数均为 μ 。重力加速度大小为 g 。用水平向右的拉力 F 拉动 P，使两滑块均做匀速运动；某时刻突然撤去该拉力，则从此刻开始到弹簧第一次恢复原长之前（ ）

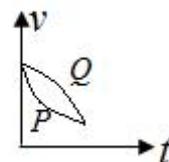


- A. P 的加速度大小的最大值为 $2\mu g$
- B. Q 的加速度大小的最大值为 $2\mu g$
- C. P 的位移大小一定大于 Q 的位移大小
- D. P 的速度大小均不大于同一时刻 Q 的速度大小

【参考答案】AD

【命题意图】本题考查受力分析、牛顿运动定律和图像法分析等。

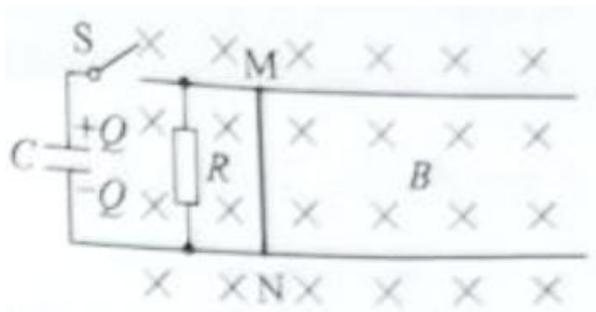
【解题思路】在拉力作用下，PQ 做匀速运动，弹簧弹力 $T = \mu mg$ 。撤去拉力 F 瞬间，P 受到向后的弹力 T 和摩擦力 μmg ，由牛顿第二定律， $T + \mu mg = ma_P$ ，解得 $a_P = 2\mu g$ ，选项 A 正确。Q 受到向前的弹力 T 和向后的摩擦力 μmg ，由牛顿第二定律， $T - \mu mg = ma_Q$ ，解得 $a_Q = 0$ ，选项 B 错误。撤去拉力 F 后，P 做加速度逐渐减小的减速运动，Q 做加速度逐渐增大的减速运动，画出 PQ 的速度图像，如图。可知 P 的位移大小一定小于 Q



的位移大小，P 的速度大小均不大于同一时刻 Q 的速度大小，选项 C 错误 D 正确。

【思路点拨】通过分析 PQ 的运动情景，画出速度图像，一目了然，事半功倍。

20. 如图，两根相互平行的光滑长直金属导轨固定在水平绝缘桌面上，在导轨的左端接入电容为 C 的电容器和阻值为 R 的电阻。质量为 m 、阻值也为 R 的导体棒 MN 静止于导轨上，与导轨垂直，且接触良好，导轨电阻忽略不计，整个系统处于方向竖直向下的匀强磁场中。开始时，电容器所带的电荷量为 Q ，合上开关 S 后，（ ）



- A. 通过导体棒 MN 电流的最大值为 $\frac{Q}{RC}$
- B. 导体棒 MN 向右先加速、后匀速运动
- C. 导体棒 MN 速度最大时所受的安培力也最大
- D. 电阻 R 上产生的焦耳热大于导体棒 MN 上产生的焦耳热

【参考答案】AD

【命题意图】 本题考查电容器电容、电磁感应、安培力、运动情况分析、焦耳热。

【解题思路】 带电荷量 Q 的电容器两端电压 $U=Q/C$ ，合上开关 S 的瞬间，通过导体棒 MN 的电流最大，最大值为 $I_M=U/R=Q/RC$ ，选项 A 正确；合上开关 S 后导体棒 MN 受到向右安培力作用先向右加速运动，产生与原来电流方向相反的感应电动势，阻碍电流通过 MN 放电，而电容器还可以通过电阻 R 放电，导体棒 MN 向右运动产生的感应电动势与电阻 R 形成回路，受到向左安培力作用做减速运动，选项 B 错误；合上开关 S 的瞬间，通过导体棒 MN 的电流最大，导体棒所受安培力最大，选项 C 错误；由于合上开关 S 后导体棒 MN 受到向右安培力作用先向右加速运动，产生与原来电流方向相反的感应电动势，阻碍电流通过 MN 放电，所以电阻 R 产生的焦耳热大于导体棒 MN 上产生的焦耳热，选项 D 正确。

【易错提醒】 通电导线做切割磁感线运动，产生与原来电流方向相反的感应电动势，阻碍电流通过。

21. 地面上方某区域存在方向水平向右的匀强电场，将一带正电荷的小球自电场中 P 点水平向左射出。小球所受的重力和电场力的大小相等，重力势能和电势能的零点均取在 P 点。则射出后，（ ）
- A. 小球的动能最小时，其电势能最大
- B. 小球的动能等于初始动能时，其电势能最大
- C. 小球速度的水平分量和竖直分量大小相等时，其动能最大
- D. 从射出时刻到小球速度的水平分量为零时，重力做的功等于小球电势能的增加量

【参考答案】BD

【命题意图】 本题考查带电小球在匀强电场中的运动、能量守恒定律、运动的分解等知识点。

【解题思路】

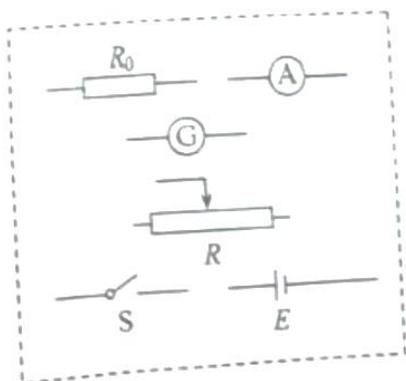
小球水平向左射出，小球水平方向受到向右的电场力作用，在水平方向在匀减速直线运动，竖直方向做自由落体运动。小球运动中只有重力和电场力做功，小球的动能、重力势能和电势能之和保持不变，小球动能最小时，其电势能和重力势能之和最大，电势能不一定最大，选项 A 错误；小球水平向左射出，小球水平方向受到向右的电场力作用，电场力做负功，电势能增大，小球水平方向速度减小到零时，电势能最大，由于小球运动过程中重力和电场力大小相等，所以小球水平方向速度减小到零时，小球的动能等于初始动能，电势能最大，选项 B 正确；由于小球在水平方向在匀减速直线运动，竖直方向做自由落体运动，刚开始电势能增加的比重力势能减少的快，动能减小，当小球速度的水平分量等于竖直分量时动能最小，选项 C 错误；由于小球运动过程中重力和电场力大小相等，小球水平方向速度减小到零时，小球的动能等于初始动能，由功能关系可知，从射出时刻到小球速度的水平分量为零时，重力做的功等于小球克服电场力做的功，即重力做的功等于小球电势能的增加量，选项 D 正确。

三、非选择题：

(一) 必考题：

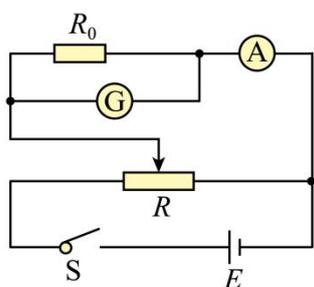
22. (5 分)

某同学要测量微安表内阻，可利用的实验器材有：电源 E (电动势 1.5V ，内阻很小)，电流表 A (量程 10mA ，内阻约 10Ω)，微安表 G (量程 $100\mu\text{A}$ ，内阻 R_g 待测，约 $1\text{k}\Omega$)，滑动变阻器 R (最大阻值 10Ω)，定值电阻 R_0 (阻值 10Ω)，开关 S ，导线若干。



(1) 在答题卡上将图中所示的器材符号连线，画出实验电路原理图；

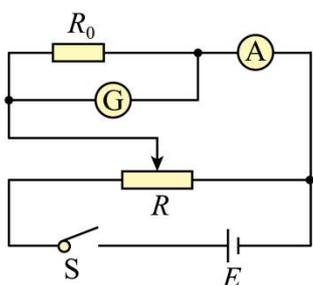
(2) 某次测量中，微安表的示数为 $90.0\mu\text{A}$ ，电流表的示数为 9.00mA ，由此计算出微安表内阻 $R_g = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。



【参考答案】 (1) (2) 990

【命题意图】 本题考查测量微安表内阻、欧姆定律、并联电路规律，电路设计与连接。

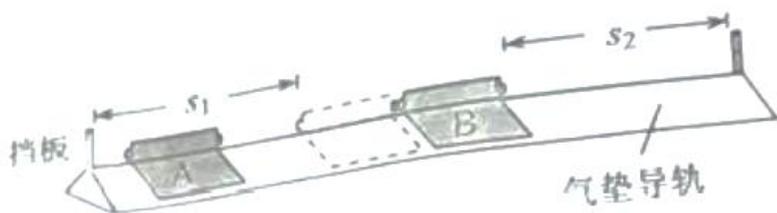
【解题思路】 为了准确测出微安表两端的电压，可以让微安表与定值电阻 R_0 并联，再与电流表串联，通过电流表的电流与微安表的电流之差，可求出流过定值电阻 R_0 的电流，从而求出微安表两端的电压，进而求出微安表的内电阻，由于电源电压过大，并且为了测量多组数据，滑动电阻器采用分压式解法，实验电路原理图如图所示



(2) 由并联电路规律， $I_G R_g = (I - I_G) R_0$ ，解得 $R_g = 990 \Omega$

23. (10分)

利用图示的实验装置对碰撞过程进行研究。让质量为 m_1 的滑块 A 与质量为 m_2 的静止滑块 B 在水平气垫导轨上发生碰撞，碰撞时间极短，比较碰撞后 A 和 B 的速度大小 v_1 和 v_2 ，进而分析碰撞过程是否为弹性碰撞。完成下列填空：



(1) 调节导轨水平。

(2) 测得两滑块的质量分别为 0.510kg 和 0.304kg 。要使碰撞后两滑块运动方向相反，应选取质量为 _____ kg 的滑块作为 A。

(3) 调节 B 的位置，使得 A 与 B 接触时，A 的左端到左边挡板的距离 s_1 与 B 的右端到右边挡板的距离 s_2 相

等。

(4) 使 A 以一定的初速度沿气垫导轨运动，并与 B 碰撞，分别用传感器记录 A 和 B 从碰撞时刻开始到各自撞到挡板所用的时间 t_1 和 t_2 。

(5) 将 B 放回到碰撞前的位置，改变 A 的初速度大小，重复步骤 (4)。多次测量的结果如下表所示。

	1	2	3	4	5
t_1/s	0.49	0.67	1.01	1.22	1.39
t_2/s	0.15	0.21	0.33	0.40	0.46
$k = \frac{v_1}{v_2}$	0.31	k_2	0.33	0.33	0.33

(6) 表中的 $k_2 =$ _____ (保留 2 位有效数字)。

(7) $\frac{v_1}{v_2}$ 的平均值为 _____, (保留 2 位有效数字)。

(8) 理论研究表明，对本实验的碰撞过程，是否为弹性碰撞可由 $\frac{v_1}{v_2}$ 判断。若两滑块的碰撞为弹性碰撞，则 $\frac{v_1}{v_2}$ 的理论表达式为 _____ (用 m_1 和 m_2 表示)，本实验中其值为 _____ (保留 2 位有效数字)，若该值与 (7) 中结果间的差别在允许范围内，则可认为滑块 A 与滑块 B 在导轨上的碰撞为弹性碰撞。

【参考答案】 (2) 0.304kg (6) 0.32 (7) 0.32 (8) $\frac{m_2 - m_1}{2m_1}$ 0.48

【命题意图】探究碰撞过程中的不变量，列表法处理实验数据、有效数字，

【解题思路】 (2) 要使碰撞后两滑块的运动方向相反，必须使质量较小的滑块碰撞质量较大的静止滑块，所以应选取质量为 0.304kg 的滑块作为 A。

(6) $s_1 = v_1 t_1$, $s_2 = v_2 t_2$, 解得 $k_2 = \frac{t_2 s_1}{t_1 s_2}$ 。根据第 1 组数据，可得 $\frac{0.15 s_1}{0.49 s_2} = 0.31$ ，解得 $\frac{s_1}{s_2} = 1.01$ ；根据第 3 组数

据，可得 $\frac{0.33 s_1}{1.01 s_2} = 0.33$ ，解得 $\frac{s_1}{s_2} = 1.01$ ；代入第 2 组数据，可得 $k_2 = \frac{0.21 s_1}{0.67 s_2} = 0.32$ 。

(7) $\frac{v_1}{v_2}$ 的平均值为 $(0.31 + 0.32 + 0.33 + 0.33 + 0.33) \div 5 = 0.32$ 。

(8) 由碰撞过程遵循的动量守恒定律， $m_1 v_0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2$

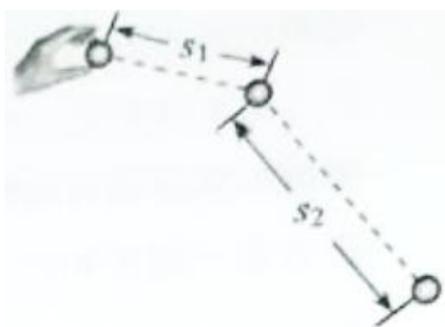
若为弹性碰撞，则碰撞前后系统总动能不变， $\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$

联立解得， $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2 - m_1}{2m_1}$ ，将题给数据代入可得 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2 - m_1}{2m_1} = 0.48$.

【易错提醒】(7) 中 $\frac{v_1}{v_2}$ 的平均值为实验数据的平均值。(8) 中 $\frac{v_1}{v_2}$ 的理论表达式和理论值，两者不同。

24. (12分)

将一小球水平抛出，使用频闪仪和照相机对运动的小球进行拍摄，频闪仪每隔 0.05s 发出一次闪光。某次拍摄时，小球在抛出瞬间频闪仪恰好闪光，拍摄的照片编辑后如图所示。图中的第一个小球为抛出瞬间的影像，每相邻两个球之间被删去了 3 个影像，所标出的两个线段的长度 s_1 和 s_2 之比为 3:7。重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ ，忽略空气阻力。求在抛出瞬间小球速度的大小。



【参考答案】

【命题意图】本题考查平抛运动规律的灵活运用。

【解题思路】由平抛运动规律， $x_1 = v_0 \cdot 4T$ ， $y_1 = \frac{1}{2} g (4T)^2$ ，

$$x_2 = v_0 \cdot 8T, \quad y_1 + y_2 = \frac{1}{2} g (8T)^2,$$

$$s_1^2 = x_1^2 + y_1^2,$$

$$s_2^2 = x_2^2 + y_2^2,$$

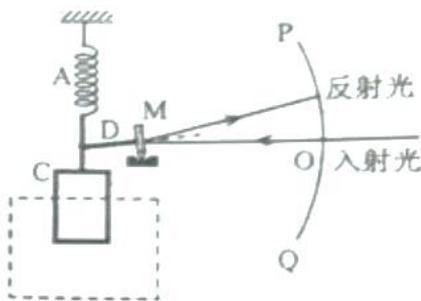
$$s_1 : s_2 = 3 : 7,$$

$$\text{联立解得：} v_0 = \sqrt{0.8} \text{ m/s}.$$

25. (20分)

光点式检流计是一种可以测量微小电流的仪器，其简化的工作原理示意图如图所示。图中 A 为轻质绝缘弹簧，C 为位于纸面上的线圈，虚线框内有与纸面垂直的匀强磁场；M 为置于平台上的轻质小平面反射镜，轻质刚

性细杆 D 的一端与 M 固连且与镜面垂直、另一端与弹簧下端相连，PQ 为圆弧形的、带有均匀刻度的透明读数条，PQ 的圆心位于 M 的中心。使用前需调零：使线圈内没有电流通过时，M 竖直且与纸面垂直；入射细光束沿水平方向经 PQ 上的 O 点射到 M 上后沿原路反射。线圈通入电流后弹簧长度改变，使 M 发生倾斜，入射光束在 M 上的入射点仍近似处于 PQ 的圆心，通过读取反射光射到 PQ 上的位置，可以测得电流的大小。已知弹簧的劲度系数为 k ，磁场磁感应强度大小为 B ，线圈 C 的匝数为 N 。沿水平方向的长度为 l ，细杆 D 的长度为 d ，圆弧 PQ 的半径为 r ， $r \gg d$ ， d 远大于弹簧长度改变量的绝对值。



- (1) 若在线圈中通入的微小电流为 I ，求平衡后弹簧长度改变量的绝对值 Δx 及 PQ 上反射光点与 O 点间的弧长 s ；
- (2) 某同学用此装置测一微小电流，测量前未调零，将电流通入线圈后，PQ 上反射光点出现在 O 点上方，与 O 点间的弧长为 s_1 、保持其它条件不变，只将该电流反向接入，则反射光点出现在 O 点下方，与 O 点间的弧长为 s_2 。求待测电流的大小。

【命题意图】 本题考查安培力、胡克定律、光的反射定律及其相关知识点。

【解题思路】

(1) 线圈中通入微小电流 I ，线圈受到的安培力为 $F_A = NBII$

弹簧长度的改变量的绝对值为 Δx ，根据胡克定律有弹力 $F = k\Delta x$ ，

由平衡条件， $F = F_A$ ，

$$\text{解得 } \Delta x = \frac{NBII}{k}$$

由于平面镜偏转角度 θ 很小，所以 $\theta \approx \tan \theta = \frac{\Delta x}{d}$

反射光线转过的角度为 2θ

PQ 上反射光点与 O 点间的弧长 $s = 2\theta r$

解得 $s = 2 \frac{NBllr}{kd}$

(2) 由于测量前未调零，设初始弹簧形变量为 Δx_0 ，

设待测电流为 I_x ，则有 $\Delta x_x = \frac{NB I_x l}{k}$

$\Delta x_1 = \Delta x_x + \Delta x_0 = \frac{NB I_x l}{k} + \Delta x_0$ ，

$\theta_1 \approx \tan \theta_1 = \frac{\Delta x_1}{d}$

$s_1 = r \cdot 2 \theta_1$ ，

该电流反向接入，则有 $\Delta x_2 = -\Delta x_x + \Delta x_0 = -\frac{NB I_x l}{k} + \Delta x_0$ ，

$\theta_2 \approx \tan \theta_2 = \frac{\Delta x_2}{d}$

$s_2 = r \cdot 2 \theta_2$ ，

平面镜转过的角度为 $\theta = \theta_1 + \theta_2$

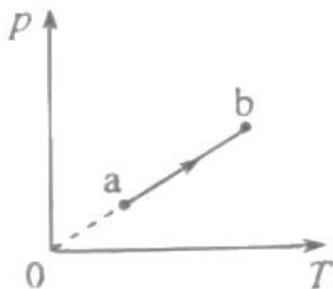
反射光线转过的角度为 $2\theta = 2(\theta_1 + \theta_2)$

联立解得： $I_x = \frac{(s_1 + s_2)kd}{4NBllr}$

(二) 选考题: 共 45 分. 请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答. 如果多做, 则每科按所做的第一题计分。

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(1) (5 分) 一定量的理想气体从状态 a 变化到状态 b, 其过程如 $p-T$ 图上从 a 到 b 的线段所示. 在此过程中_____。(填正确答案标号. 选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分; 每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)



- A. 气体一直对外做功
- B. 气体的内能一直增加

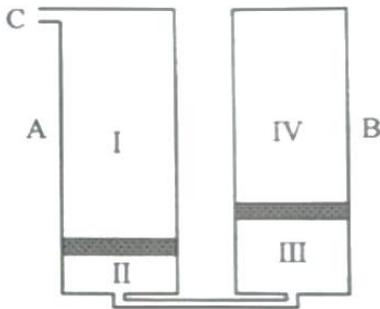
- C. 气体一直从外界吸热
- D. 气体吸收的热量等于其对外做的功
- E. 气体吸收的热量等于其内能的增加量

【参考答案】 BCE

【命题意图】 本题考查对 $p-T$ 图像的理解、理想气体状态方程、热力学第一定律。

【解题思路】 根据理想气体状态方程可知，过原点的 $p-T$ 图像的斜率与体积 V 有关，一定质量理想气体从状态 a 到状态 b ，体积不变，对外不做功，选项 A 错误；根据理想气体的内能只与温度有关，可知一定质量理想气体从状态 a 到状态 b ，温度一直升高，内能一直增加，选项 B 正确；由热力学第一定律可知，气体一直从外界吸热，气体吸收的热量等于其内能的增加量，选项 D 错误 CE 正确。

(2) (10分) 如图，容积均为 V_0 、缸壁可导热的 A、B 两汽缸放置在压强为 p_0 、温度为 T_0 的环境中：两汽缸的底部通过细管连通，A 汽缸的顶部通过开口 C 与外界相通；汽缸内的两活塞将缸内气体分成 I、II、III、IV 四部分，其中第 II、III 部分的体积分别为 $\frac{1}{8}V_0$ 和 $\frac{1}{4}V_0$ 。环境压强保持不变，不计活塞的质量和体积，忽略摩擦。



- (i) 将环境温度缓慢升高，求 B 汽缸中的活塞刚到达汽缸底部时的温度；
- (ii) 将环境温度缓慢改变至 $2T_0$ ，然后用气泵从开口 C 向汽缸内缓慢注入气体，求 A 汽缸中的活塞到达汽缸底部后，B 汽缸内第 IV 部分气体的压强。

【参考答案】 (i) $\frac{4}{3}T_0$ (ii) $6p_0$ 。

【命题意图】 本题考查气体实验定律、理想气体状态方程。

【解题思路】

(i) 封闭气体做等压变化, 对 IV 部分气体, 由盖·吕萨克定律, $\frac{\frac{3}{4}V_0}{T_0} = \frac{V_0}{T_1}$

解得: $T_1 = \frac{4}{3}T_0$ 。

(ii) 从开口 C 向气缸中注入气体, II 和 III 部分封闭气体做等压变化, 初状态体积 $V_1 = \frac{1}{8}V_0 + \frac{1}{4}V_0 = \frac{3}{8}V_0$,

由盖·吕萨克定律, $\frac{V_1}{T_0} = \frac{V_2}{2T_0}$, 解得 $V_2 = 2V_1 = \frac{3}{4}V_0$

对 IV 部分气体, 末状态体积为 $\frac{1}{4}V_0$, 由理想气体状态方程, $\frac{p_0 \frac{3}{4}V_0}{T_0} = \frac{p \frac{1}{4}V_0}{2T_0}$

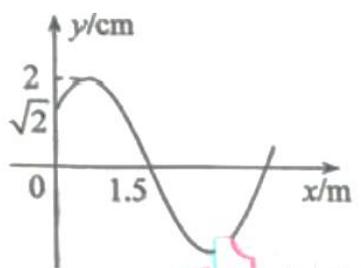
解得: $p = 6p_0$ 。

【思路点拨】正确选择研究对象是解题的关键。

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 一平面简谐横波以速度 $v = 2\text{m/s}$ 沿 x 轴正方向传播, $t = 0$ 时刻的波形图如图所示。介质中平衡位置在坐标原点的质点 A 在 $t = 0$ 时刻的位移 $y = \sqrt{2}\text{cm}$ 。该波的波长为 _____ m, 频率为 _____ Hz。

$t = 2\text{s}$ 时刻, 质点 A _____ (填“向上运动”“速度为零”或“向下运动”)。

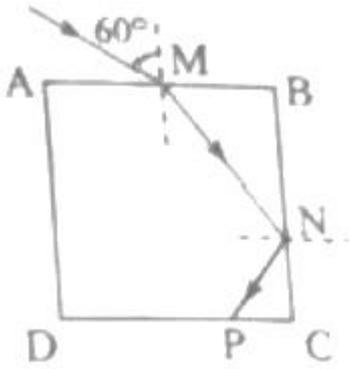


【参考答案】4 0.5 向下运动

【命题意图】本题考查波动图像和机械波。

【解题思路】由 $3\lambda/8 = 1.5\text{m}$ 可得 $\lambda = 4\text{m}$; 频率 $f = v/\lambda = 0.5\text{Hz}$; 周期 $T = 1/f = 2\text{s}$; 由于 $t = 0$ 时刻质点 A 向下运动, 所以 $t = 2\text{s}$ 时刻质点 A 向下运动。

(2) (10 分) 如图, 边长为 a 的正方形 ABCD 为一棱镜的横截面, M 为 AB 边的中点。在截面所在平面内, 一光线自 M 点射入棱镜, 入射角为 60° , 经折射后在 BC 边的 N 点恰好发生全反射, 反射光线从 CD 边的 P 点射出棱镜。求棱镜的折射率以及 P、C 两点之间的距离。



【参考答案】 $\frac{\sqrt{7}}{2}$ $\frac{\sqrt{3}-1}{2}a$

【命题意图】 本题考查折射定律、全反射。

【解题思路】 由折射定律， $n = \sin 60^\circ / \sin r$ ， $\sin C = 1/n$ ， $r + C = 90^\circ$ ，

联立解得 $n = \frac{\sqrt{7}}{2}$ ， $\sin r = \sqrt{\frac{3}{7}}$ ， $\sin C = \frac{2\sqrt{7}}{7}$

设 $BN = b$ ， $PC = c$ ， 则有 $\sin r = \frac{\frac{a}{2}}{\sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + b^2}}$ ，

$\sin C = \frac{a-b}{\sqrt{(a-b)^2 + c^2}}$ ，

联立解得 $c = \frac{\sqrt{3}-1}{2}a$ 。

