

2022 全国高考理综乙卷物理试题解析与评析

试题评析

2022 年高考理综乙卷物理试题注重体现物理学科特色，突出学科主干内容和关键能力的考察，合理选取情境，注意引导高中物理教学的科学素养教育，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，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、解决实际问题能力，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，全国乙卷第 14 题以天宫课堂切入，考查对基础知识的理解和掌握；第 16 题，以小环沿竖直面内光滑大圆自由下滑，看似经典，创新设问角度，要求学生判断小环从大圆环顶端下滑过程中与其速率成正比的物理量，渗透定性和半定量的分析方法。只有通过画图，利用相关知识列方程得出函数关系才能正确解答

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，全国乙卷第 14 题以航天员可以在“天宫二号”上自由飘浮为情境，考查学生对太空失重本质的理解，体现新时代我国重大科技发展成果，提升学生的民族自信心和自豪感。全国乙卷第 18 题用智能手机测地磁场，要求学生根据题中给出的测量结果论证测量地点、y 轴正方向的指向情况

等，让学生体会科学技术影响着我们的生活和学习，提升学生对物理实验探究的兴趣，发展学生的证据意识。

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，全国乙卷第 22 题以雷达探测一高速飞行器的位置为背景，要求学生将熟悉的打点计时器纸带处理方法进行灵活迁移；同时，试题要求学生给出该飞行器近似做匀加速直线运动的理由，考查学生运用物理专业术语进行表达的能力。全国乙卷第 23 题探测待测电阻在一定电流范围内的伏安特性，要求学生根据实验目的和提供的实验器材，设计出实验的电路原理图以及选择合适的器材，具有一定的探究性。

4. 提升试题的区分度，增加高考选拔的效度和信度

综观整个试题，基础题，中等题占比较大，但是每一个题都不拘一格，看似“普通”，实则都对考生思维能力和科学素养考查，对高考选拔都有效度和信度。例如：全国乙卷第 21 题，以可用于卫星上的带电粒子探测装置为情景，图多，且思维难度大，需要考生认真审题，正确运用相关知识，才能得出正确选项。第 25 题，以两滑块速度图像给出解题信息，综合性强，具有一定难度。

试题解析

二、选择题：

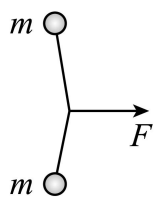
14. 2022年3月，中国航天员翟志刚、王亚平、叶光富在离地球表面约400km的“天宫二号”空间站上通过天地连线，为同学们上了一堂精彩的科学课。通过直播画面可以看到，在近地圆轨道上飞行的“天宫二号”中，航天员可以自由地漂浮，这表明他们（ ）

- A. 所受地球引力的大小近似为零
- B. 所受地球引力与飞船对其作用力两者的合力近似为零
- C. 所受地球引力的大小与其随飞船运动所需向心力的大小近似相等
- D. 在地球表面上所受引力的大小小于其随飞船运动所需向心力的大小

【参考答案】C

【名师解析】航天员在空间站中所受万有引力完全提供做圆周运动的向心力，飞船对其作用力等于零，故C正确，AB错误；根据万有引力公式 $F_{\text{万}} = G \frac{Mm}{r^2}$ 可知在地球表面上所受引力的大小大于在飞船所受的万有引力大小，因此地球表面引力大于其随飞船运动所需向心力的大小，故D错误。

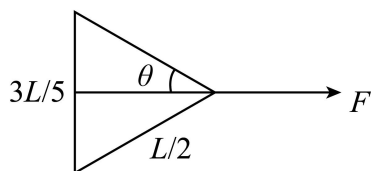
15. 如图，一不可伸长轻绳两端各连接一质量为 m 的小球，初始时整个系统静置于光滑水平桌面上，两球间的距离等于绳长 L 。一大小为 F 的水平恒力作用在轻绳的中点，方向与两球连线垂直。当两球运动至二者相距 $\frac{3}{5}L$ 时，它们加速度的大小均为（ ）



- A. $\frac{5F}{8m}$
- B. $\frac{2F}{5m}$
- C. $\frac{3F}{8m}$
- D. $\frac{3F}{10m}$

【参考答案】A

【名师解析】当两球运动至二者相距 $\frac{3}{5}L$ 时，，如图所示



由几何关系可知 $\sin \theta = \frac{\frac{3L}{5}}{\frac{L}{2}} = \frac{3}{5}$

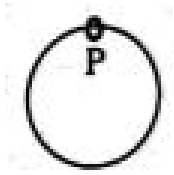
设绳子拉力为 T ，水平方向有 $2T \cos \theta = F$

$$\text{解得 } T = \frac{5}{8}F$$

对任意小球由牛顿第二定律可得 $T = ma$

$$\text{解得 } a = \frac{5F}{8m}, \text{ 故 A 正确, BCD 错误。}$$

16. 固定于竖直平面内的光滑大圆环上套有一个小环，小环从大圆环顶端 P 点由静止开始自由下滑，在下滑过程中，小环的速率正比于（ ）

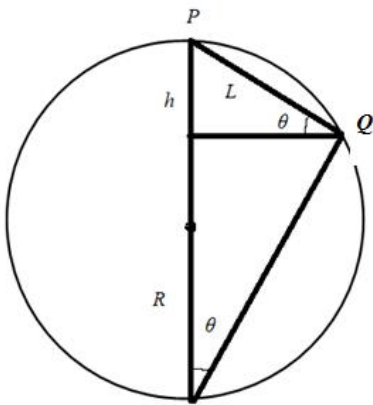


- A. 它滑过的弧长
- B. 它下降的高度
- C. 它到 P 点的距离
- D. 它与 P 点的连线扫过的面积

【参考答案】C

【名师解析】

设小环从大圆环顶端 P 点由静止开始自由下滑到 Q ，如图所示



设圆环下降的高度为 h ，圆环的半径为 R ，它到 P 点的距离为 L ，根据机械能守恒定律得

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

由几何关系可得 $h = L \sin \theta$ ， $\sin \theta = \frac{L}{2R}$

$$\text{联立可得 } h = \frac{L^2}{2R}$$

由 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 可得 $v = L\sqrt{\frac{g}{R}}$ ，即小环的速率正比于它到 P 点的距离 L ，故 C 正确，ABD 错误。

17. 一点光源以 113W 的功率向周围所有方向均匀地辐射波长约为 $6 \times 10^{-7}\text{m}$ 的光，在离点光源距离为 R 处每秒垂直通过每平方米的光子数为 3×10^{14} 个。普朗克常量为 $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ 。 R 约为 ()

- A. $1 \times 10^2\text{m}$ B. $3 \times 10^2\text{m}$ C. $6 \times 10^2\text{m}$ D. $9 \times 10^2\text{m}$

【参考答案】B

【名师解析】由 $E = h\nu$ 和 $c = \lambda\nu$

可得一个光子的能量为 $E = hc/\lambda$

光源每秒发出的光子的个数为 $n = \frac{P}{h\nu} = \frac{P\lambda}{hc}$

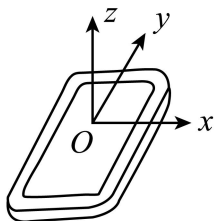
P 为光源的功率，光子以球面波的形式传播，那么以光源为原点的球面上的光子数相同，此时距光源的距离为 R 处，每秒垂直通过每平方米的光子数为 3×10^{14} 个，那么此处的球面的表面积为 $S = 4\pi R^2$

则 $\frac{n}{S} = 3 \times 10^{14}$

联立以上各式解得 $R \approx 3 \times 10^2\text{m}$ ，选项 B 正确。

18. 安装适当的软件后，利用智能手机中的磁传感器可以测量磁感应强度 B 。如图，在手机上建立直角坐标系，手机显示屏所在平面为 xOy 面。某同学在某地对地磁场进行了四次测量，每次测量时 y 轴指向不同方向而 z 轴正向保持竖直向上。根据表中测量结果可推知 ()

测量序号	$B_x/\mu\text{T}$	$B_y/\mu\text{T}$	$B_z/\mu\text{T}$
1	0	21	-45
2	0	-20	-46
3	21	0	-45
4	-21	0	-45



- A. 测量地点位于南半球
B. 当地的地磁场大小约为 $50\mu\text{T}$

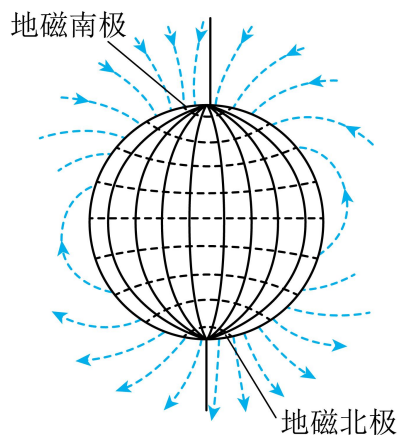
C. 第2次测量时 y 轴正向指向南方

D. 第3次测量时 y 轴正向指向东方

【参考答案】BC

【名师解析】

地磁场如图所示。



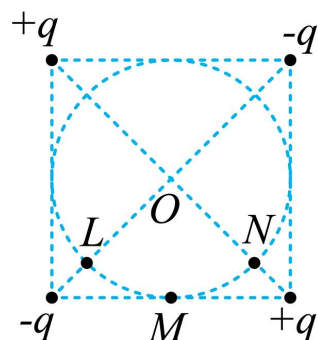
地球可视为一个磁偶极，磁南极大致指向地理北极附近，磁北极大致指向地理南极附近。通过这两个磁极的假想直线（磁轴）与地球的自转轴大约成 11.3° 的倾斜。由表中 z 轴数据可看出 z 轴的磁场竖直向下，则测量地点应位于北半球，A 错误；磁感应强度为矢量，故由表格可看出此处的磁感应强度大致为

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_z^2} = \sqrt{B_y^2 + B_z^2}$$

计算得 $B \approx 50\mu\text{T}$ ，B 正确；

由选项 A 可知测量地在北半球，而北半球地磁场指向北方斜向下，则第2次测量，测量 $B_y < 0$ ，故 y 轴指向南方，第3次测量 $B_x > 0$ ，故 x 轴指向北方而 y 轴则指向西方，C 正确、D 错误。

19. 如图，两对等量异号点电荷 $+q$ 、 $-q$ ($q > 0$) 固定于正方形的4个项点上。L、N 是该正方形两条对角线与其内切圆的交点，O 为内切圆的圆心，M 为切点。则 ()



A. L 和 N 两点处的电场方向相互垂直

B. M 点的电场方向平行于该点处的切线，方向向左

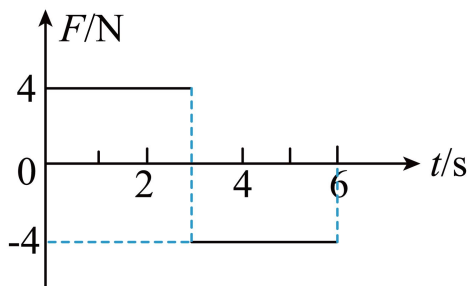
- C. 将一带正电的点电荷从 M 点移动到 O 点，电场力做正功
 D. 将一带正电的点电荷从 L 点移动到 N 点，电场力做功为零

【参考答案】 AB

【名师解析】

两个正电荷在 N 点产生的场强方向由 N 指向 O ， N 点处于两负电荷连线的中垂线上，则两负电荷在 N 点产生的场强方向由 N 指向 O ，则 N 点的合场强方向由 N 指向 O ，同理可知，两个负电荷在 L 处产生的场强方向由 O 指向 L ， L 点处于两正电荷连线的中垂线上，两正电荷在 L 处产生的场强方向由 O 指向 L ，则 L 处的合场方向由 O 指向 L ，由于正方向两对角线垂直平分，则 L 和 N 两点处的电场方向相互垂直，故 A 正确；正方向底边的一对等量异号电荷在 M 点产生的场强方向向左，而正方形上方的一对等量异号电荷在 M 点产生的场强方向向右，由于 M 点离上方一对等量异号电荷距离较远，则 M 点的场方向向左，故 B 正确；由图可知， M 和 O 点位于两等量异号电荷的等势线上，即 M 和 O 点电势相等，所以将一带正电的点电荷从 M 点移动到 O 点，电场力做功为零，故 C 错误；由图可知， L 点的电势低于 N 点电势，则将一带正电的点电荷从 L 点移动到 N 点，电场力做功不为零，故 D 错误。

20. 质量为 1kg 的物块在水平力 F 的作用下由静止开始在水平地面上做直线运动， F 与时间 t 的关系如图所示。已知物块与地面间的动摩擦因数为 0.2 ，重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。则 ()



- A. 4s 时物块的动能为零
 B. 6s 时物块回到初始位置
 C. 3s 时物块的动量为 $12\text{kg} \cdot \text{m/s}$
 D. 0~6s 时间内 F 对物块所做的功为 40J

【参考答案】 AD

【名师解析】

物块与地面间的摩擦力为 $f = \mu mg = 2\text{N}$

对物块从 0~3s 内由动量定理可知 $(F - f)t_1 = mv_3$

即 $(4-2) \times 3 = 1 \times v_3$

得 $v_3 = 6\text{m/s}$

3s 时物块的动量为 $p = mv_3 = 6\text{kg} \cdot \text{m/s}$

设 3s 后经过时间 t 物块的速度减为 0，由动量定理可得 $-(F+f)t = 0 - mv_3$

即 $-(4+2)t = 0 - 1 \times 6$ ，解得 $t = 1\text{s}$

所以物块在 4s 时速度减为 0，则此时物块的动能也为 0，故 A 正确，C 错误；

0~3 物块发生的位移为 x_1 ，由动能定理可得 $(F-f)x_1 = \frac{1}{2}mv_3^2$

即 $(4-2)x_1 = \frac{1}{2} \times 1 \times 6^2$ ，得 $x_1 = 9\text{m}$

3s~4s 过程中，对物块由动能定理可得 $-(F+f)x_2 = 0 - \frac{1}{2}mv_3^2$

即 $-(4+2)x_2 = 0 - \frac{1}{2} \times 1 \times 6^2$ ，解得 $x_2 = 3\text{m}$

4s~6s 物块开始反向运动，物块的加速度大小为 $a = \frac{F-f}{m} = 2\text{m/s}^2$

发生的位移为 $x_3 = \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2\text{m} = 4\text{m} < x_1 + x_2$

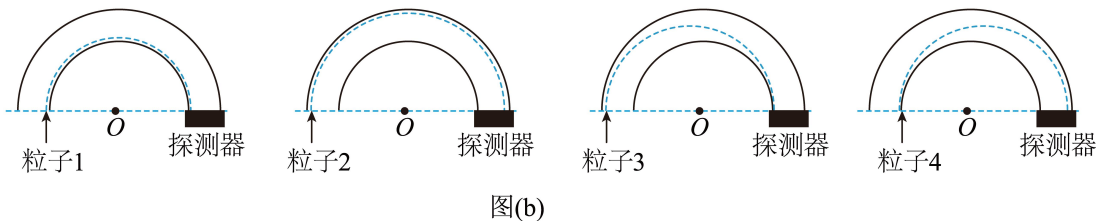
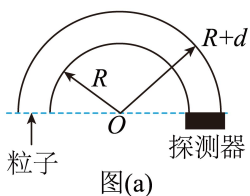
即 6s 时物块没有回到初始位置，故 B 错误；

物块在 6s 时的速度大小为 $v_6 = 2 \times 2\text{m/s} = 4\text{m/s}$

0~6s 拉力所做的功为 $W = (4 \times 9 - 4 \times 3 + 4 \times 4)\text{J} = 40\text{J}$ ，故 D 正确。

21. 一种可用于卫星上的带电粒子探测装置，由两个同轴的半圆柱形带电导体极板（半径分别为 R 和 $R+d$ ）和探测器组成，其横截面如图（a）所示，点 O 为圆心。在截面内，极板间各点的电场强度大小与其到 O 点的距离成反比，方向指向 O 点。4 个带正电的同种粒子从极板间通过，到达探测器。不计重力。粒子 1、2 做圆周运动，圆的圆心为 O 、半径分别为 r_1 、 r_2 ($R < r_1 < r_2 < R+d$)；粒子 3 从距 O 点 r_2 的位置入射并从距 O 点 r_1 的位置出射；粒子 4 从距 O 点 r_1 的位置入射并从距 O 点 r_2 的位置出射，轨迹如图（b）中虚线所示。

则（ ）



- 图(a)
- 图(b)
- A. 粒子 3 入射时的动能比它出射时的大
 B. 粒子 4 入射时的动能比它出射时的大
 C. 粒子 1 入射时的动能小于粒子 2 入射时的动能
 D. 粒子 1 入射时的动能大于粒子 3 入射时的动能

【参考答案】BD

【名师解析】. 在截面内，极板间各点的电场强度大小 E 与其到 O 点的距离 r 成反比，可设为 $Er = k$

带正电的同种粒子 1、2 在均匀辐向电场中做匀速圆周运动，则有 $qE_1 = m \frac{v_1^2}{r_1}$ ， $qE_2 = m \frac{v_2^2}{r_2}$

可得 $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{qE_1 r_1}{2} = \frac{qE_2 r_2}{2}$ ，即粒子 1 入射时的动能等于粒子 2 入射时的动能，故 C 错误；

粒子 3 从距 O 点 r_2 的位置入射并从距 O 点 r_1 的位置出射，做向心运动，电场力做正功，则动能增大，粒子 3 入射时的动能比它出射时的小，故 A 错误；粒子 4 从距 O 点 r_1 的位置入射并从距 O 点 r_2 的位置出射，做离心运动，电场力做负功，则动能减小，粒子 4 入射时的动能比它出射时的大，故 B 正确；

粒子 3 做向心运动，有 $qE_2 > m \frac{v_3^2}{r_2}$ ，可得 $\frac{1}{2}mv_3^2 < \frac{qE_2 r_2}{2} = \frac{1}{2}mv_1^2$

粒子 1 入射时的动能大于粒子 3 入射时的动能，故 D 正确；

三、非选择题：

(一) 必考题：

22. 用雷达探测一高速飞行器的位置。从某时刻 ($t=0$) 开始的一段时间内，该飞行器可视为沿直线运动，每隔 1s 测量一次其位置，坐标为 x ，结果如下表所示：

t/s	0	1	2	3	4	5	6
x/m	0	507	1094	1759	2505	3329	4233

回答下列问题：

(1) 根据表中数据可判断该飞行器在这段时间内近似做匀加速运动，判断的理由是：_____；

(2) 当 $x = 507\text{m}$ 时，该飞行器速度的大小 $v =$ _____ m/s ；

(3) 这段时间内该飞行器加速度的大小 $a =$ _____ m/s^2 (保留 2 位有效数字)。

【参考答案】 ①. 相邻 1s 内的位移之差接近 $\Delta x = 80\text{m}$ ②. 547 ③. 79

【名师解析】

(1) [1]第 1s 内的位移 507m，第 2s 内的位移 587m，第 3s 内的位移 665m，第 4s 内的位移 746m，第 5s 内的位移 824m，第 6s 内的位移 904m，则相邻 1s 内的位移之差接近 $\Delta x = 80\text{m}$ ，可知判断飞行器在这段时间内做匀加速运动；

(2) [2]当 $x = 507\text{m}$ 时飞行器的速度等于 0-2s 内的平均速度，则

$$v_1 = \frac{1094}{2} \text{m/s} = 547\text{m/s}$$

(3) [3]根据 $a = \frac{x_{36} - x_{03}}{9T^2} = \frac{4233 - 2 \times 1759}{9 \times 1^2} \text{m/s}^2 \approx 79\text{m/s}^2$

23. 一同学探究阻值约为 550Ω 的待测电阻 R_x 在 $0 \sim 5\text{mA}$ 范围内的伏安特性。可用器材有：电压表 V (量程为 3V ，内阻很大)，电流表 A (量程为 1mA ，内阻为 300Ω)，电源 E (电动势约为 4V ，内阻不计)，滑动变阻器 R (最大阻值可选 10Ω 或 $1.5\text{k}\Omega$)，定值电阻 R_0 (阻值可选 75Ω 或 150Ω)，开关 S，导线若干。

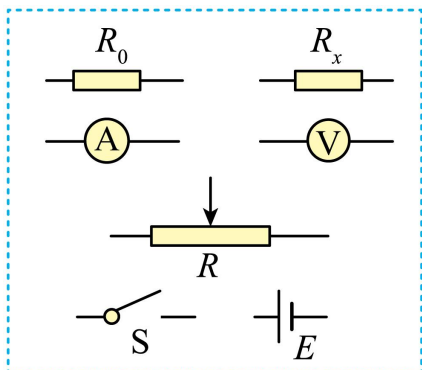


图 (a)

(1) 要求通过 R_x 的电流可在 $0 \sim 5\text{mA}$ 范围内连续可调，在答题卡上将图 (a) 所示的器材符号连线，画出实验电路的原理图_____；

(2) 实验时，图 (a) 中的 R 应选最大阻值为_____ (填 “ 10Ω ” 或 “ $1.5\text{k}\Omega$ ”) 的滑动变阻器， R_0 应选阻值为_____ (填 “ 75Ω ” 或 “ 150Ω ”) 的定值电阻；

(3) 测量多组数据可得 R_x 的伏安特性曲线。若在某次测量中，电压表、电流表的示数分别如图 (b) 和图 (c) 所示，则此时 R_x 两端的电压为_____ V ，流过 R_x 的电流为_____ mA ，此组数据得到的 R_x 的阻值为_____ Ω (保留 3 位有效数字)。

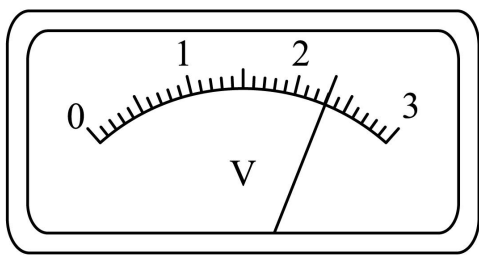


图 (b)

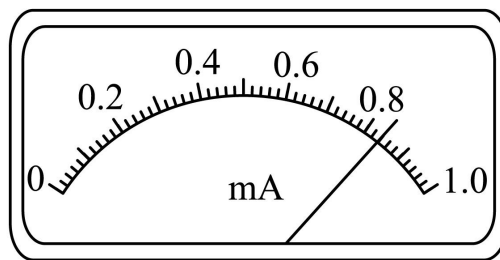
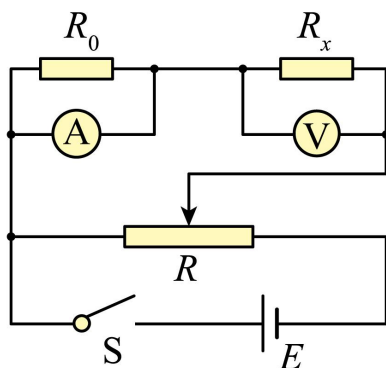


图 (c)



【参考答案】

①.

②. 10Ω

③. 75Ω

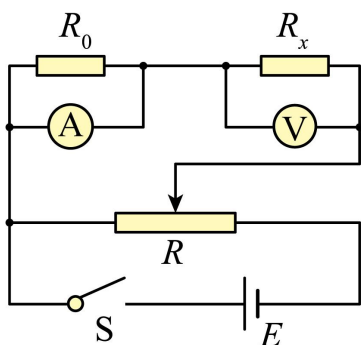
④. 2.30

⑤. 4.20

⑥. 548

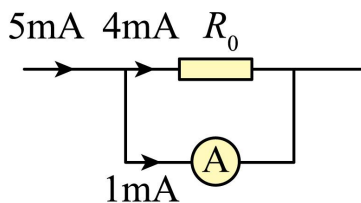
【名师解析】

(1) [1] 电流表内阻已知，电流表与 R_0 并联扩大电流表量程，进而准确测量通过 R_x 的电流，电压表单独测量 R_x 的电压；滑动变阻器采用分压式接法，电表从 0 开始测量，满足题中通过 R_x 的电流从 $0 \sim 5\text{mA}$ 连续可调，电路图如下



(2) [2] 电路中 R 应选最大阻值为 10Ω 的滑动变阻器，方便电路的调节，测量效率高、实验误差小；

[3] 通过 R_x 的电流最大为 5mA ，需要将电流表量程扩大为原来的 5 倍，根据并联分流的规律示意图如下



根据并联分流，即并联电路中电流之比等于电阻的反比，可知

$$\frac{4\text{mA}}{1\text{mA}} = \frac{300\Omega}{R_0}$$

解得

$$R_0 = 75\Omega$$

(3) [4]电压表每小格表示0.1V，向后估读一位，即 $U = 2.30\text{V}$ ；

[5]电流表每小格表示0.02mA，本位估读，即0.84mA，电流表量程扩大5倍，所以通过 R_x 的电流为

$$I = 4.20\text{mA}；$$

[6]根据欧姆定律可知

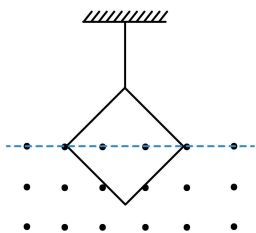
$$R_x = \frac{U}{I} = \frac{2.30}{4.20 \times 10^{-3}} \Omega \approx 548\Omega$$

24. 如图，一不可伸长的细绳的上端固定，下端系在边长为 $l = 0.40\text{m}$ 的正方形金属框的一个顶点上。金属框的一条对角线水平，其下方有方向垂直于金属框所在平面的匀强磁场。已知构成金属框的导线单位长度的阻值为 $\lambda = 5.0 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$ ；在 $t = 0$ 到 $t = 3.0\text{s}$ 时间内，磁感应强度大小随时间 t 的变化关系为

$$B(t) = 0.3 - 0.1t(\text{SI})。求：$$

(1) $t = 2.0\text{s}$ 时金属框所受安培力的大小；

(2) 在 $t = 0$ 到 $t = 2.0\text{s}$ 时间内金属框产生的焦耳热。



【参考答案】(1) $0.04\sqrt{2}\text{N}$ ；(2) 0.016J

【名师解析】

(1) 金属框的总电阻为

$$R = 4l\lambda = 4 \times 0.4 \times 5 \times 10^{-3} \Omega = 0.008\Omega$$

金属框中产生的感应电动势为

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B \times \frac{l^2}{2}}{\Delta t} = 0.1 \times \frac{1}{2} \times 0.4^2 \text{V} = 0.008\text{V}$$

金属框中的电流为

$$I = \frac{E}{R} = 1\text{A}$$

$t = 2.0\text{s}$ 时磁感应强度为

$$B_2 = (0.3 - 0.1 \times 2)\text{T} = 0.1\text{T}$$

金属框处于磁场中的有效长度为

$$L = \sqrt{2}l$$

此时金属框所受安培力大小为

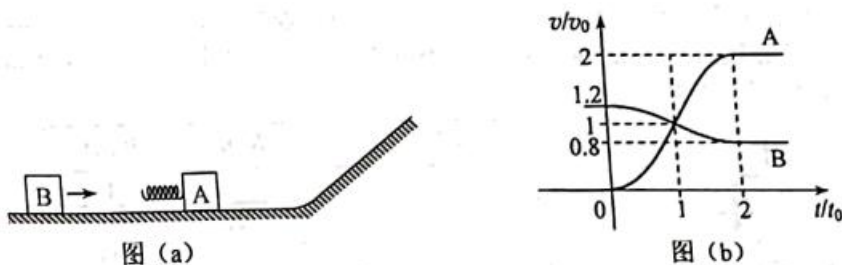
$$F_A = B_2 IL = 0.1 \times 1 \times \sqrt{2} \times 0.4 \text{N} = 0.04\sqrt{2} \text{N}$$

(2) 0 : 2.0s 内金属框产生的焦耳热为

$$Q = I^2 R t = 1^2 \times 0.008 \times 2 \text{J} = 0.016 \text{J}$$

25. 如图 (a), 一质量为 m 的物块 A 与轻质弹簧连接, 静止在光滑水平面上: 物块 B 向 A 运动, $t = 0$ 时与弹簧接触, 到 $t = 2t_0$ 时与弹簧分离, 第一次碰撞结束, A、B 的 $v-t$ 图像如图 (b) 所示。已知从 $t = 0$ 到 $t = t_0$ 时间内, 物块 A 运动的距离为 $0.36v_0 t_0$ 。A、B 分离后, A 滑上粗糙斜面, 然后滑下, 与一直在水平面上运动的 B 再次碰撞, 之后 A 再次滑上斜面, 达到的最高点与前一次相同。斜面倾角为 θ ($\sin \theta = 0.6$), 与水平面光滑连接。碰撞过程中弹簧始终处于弹性限度内。求

- (1) 第一次碰撞过程中, 弹簧弹性势能的最大值;
- (2) 第一次碰撞过程中, 弹簧压缩量的最大值;
- (3) 物块 A 与斜面间的动摩擦因数。



【参考答案】(1) $0.6mv_0^2$; (2) $0.768v_0 t_0$; (3) 0.45

【名师解析】

(1) 当弹簧被压缩最短时, 弹簧弹性势能最大, 此时 A、B 速度相等, 即 $t = t_0$ 时刻, 根据动量守恒定律

$$m_B \cdot 1.2v_0 = (m_B + m)v_0$$

根据能量守恒定律

$$E_{\text{pmax}} = \frac{1}{2}m_B(1.2v_0)^2 - \frac{1}{2}(m_B + m)v_0^2$$

联立解得 $m_B = 5m$, $E_{\text{pmax}} = 0.6mv_0^2$

(2) 同一时刻弹簧对 A、B 的弹力大小相等, 根据牛顿第二定律

$$F = ma$$

可知同一时刻

$$a_A = 5a_B$$

则同一时刻 A、B 的瞬时速度分别为

$$v_A = a_A t$$

$$v_B = 1.2v_0 - \frac{a_A t}{5}$$

根据位移等于速度在时间上的累积可得

$$s_A = v_A t (\text{累积})$$

$$s_B = v_B t (\text{累积})$$

又

$$s_A = 0.36v_0 t_0$$

解得

$$s_B = 1.128v_0 t_0$$

第一次碰撞过程中，弹簧压缩量的最大值

$$\Delta s = s_B - s_A = 0.768v_0 t_0$$

(3) 物块 A 第二次到达斜面的最高点与第一次相同，说明物块 A 第二次与 B 分离后速度大小仍为 $2v_0$ ，方向水平向右，设物块 A 第一次滑下斜面的速度大小为 v'_A ，设向左为正方向，根据动量守恒定律可得

$$mv'_A - 5m \cdot 0.8v_0 = m \cdot (-2v_0) + 5mv'_B$$

根据能量守恒定律可得

$$\frac{1}{2}mv'^2_A + \frac{1}{2} \cdot 5m \cdot (0.8v_0)^2 = \frac{1}{2}m \cdot (-2v_0)^2 + \frac{1}{2} \cdot 5mv'^2_B$$

联立解得 $v'_A = v_0$

设在斜面上滑行的长度为 L ，上滑过程，根据动能定理可得

$$-mgL \sin \theta - \mu mgL \cos \theta = 0 - \frac{1}{2}m(2v_0)^2$$

下滑过程，根据动能定理可得

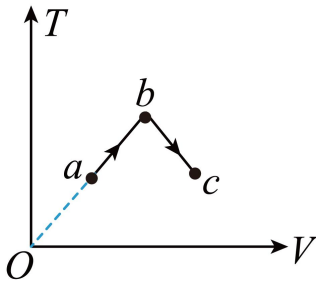
$$mgL \sin \theta - \mu mgL \cos \theta = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$$

联立解得 $\mu = 0.45$

(二) 选考题

33. 选修 3-3

(1) 一定量的理想气体从状态 a 经状态 b 变化状态 c , 其过程如 $T-V$ 图上的两条线段所示, 则气体在()



- A. 状态 a 处的压强大于状态 c 处的压强
- B. 由 a 变化到 b 的过程中, 气体对外做功
- C. 由 b 变化到 c 的过程中, 气体的压强不变
- D. 由 a 变化到 b 的过程中, 气体从外界吸热
- E. 由 a 变化到 b 的过程中, 从外界吸收的热量等于其增加的内能

【参考答案】 ABD

【名师解析】

根据理想气体状态方程可知 $T = \frac{P}{nR} \cdot V$

即 $T-V$ 图像的斜率为 $\frac{P}{nR}$, 故有 $p_a = p_b > p_c$, 故 A 正确, C 错误;

理想气体由 a 变化到 b 的过程中, 因体积增大, 则气体对外做功, 故 B 正确;

理想气体由 a 变化到 b 的过程中, 温度升高, 则内能增大, 由热力学第一定律有 $\Delta U = Q + W$

而 $\Delta U > 0$, $W < 0$, 则有 $\Delta U = Q - |W|$

可得 $Q > 0$, $Q > \Delta U$

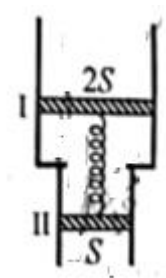
即气体从外界吸热, 且从外界吸收的热量大于其增加的内能, 故 D 正确, E 错误;

(2). 如图, 一竖直放置的汽缸由两个粗细不同的圆柱形筒组成, 汽缸中活塞 I 和活塞 II 之间封闭有一定量的理想气体, 两活塞用一轻质弹簧连接, 汽缸连接处有小卡销, 活塞 II 不能通过连接处。活塞 I、II 的质量分别为 $2m$ 、 m , 面积分别为 $2S$ 、 S , 弹簧原长为 l 。初始时系统处于平衡状态, 此时弹簧的伸长量为 $0.1l$,

活塞 I、II 到汽缸连接处的距离相等，两活塞间气体的温度为 T_0 。已知活塞外大气压强为 p_0 ，忽略活塞与缸壁间的摩擦，汽缸无漏气，不计弹簧的体积。

(1) 求弹簧的劲度系数；

(2) 缓慢加热两活塞间的气体，求当活塞 II 刚运动到汽缸连接处时，活塞间气体的压强和温度。



【参考答案】 (1) $k = \frac{40mg}{l}$ ；(2) $p_2 = p_0 + \frac{3mg}{S}$ ， $T_2 = \frac{4}{3}T_0$

【名师解析】

(1) 设封闭气体的压强为 p_1 ，对两活塞和弹簧的整体受力分析，由平衡条件有

$$mg + p_0 \cdot 2S + 2mg + p_1 S = p_0 S + p_1 \cdot 2S$$

解得

$$p_1 = p_0 + \frac{3mg}{S}$$

对活塞 I 由平衡条件有

$$2mg + p_0 \cdot 2S + k \cdot 0.1l = p_1 \cdot 2S$$

解得弹簧的劲度系数为

$$k = \frac{40mg}{l}$$

(2) 缓慢加热两活塞间的气体使得活塞 II 刚运动到汽缸连接处时，对两活塞和弹簧的整体由平衡条件可知，气体的压强不变依然为

$$p_2 = p_1 = p_0 + \frac{3mg}{S}$$

即封闭气体发生等压过程，初末状态的体积分别为

$$V_1 = \frac{1.1l}{2} \times 2S + \frac{1.1l}{2} \times S = \frac{3.3lS}{2}, \quad V_2 = l_2 \cdot 2S$$

由气体的压强不变，则弹簧的弹力也不变，故有

$$l_2 = 1.1l$$

有等压方程可知

$$\frac{V_1}{T_0} = \frac{V_2}{T_2}$$

解得

$$T_2 = \frac{4}{3}T_0$$

34.选修 3-4

(1) 介质中平衡位置在同一水平面上的两个点波源 S_1 和 S_2 ，二者做简谐运动的振幅相等，周期均为 0.8s ，当 S_1 过平衡位置向上运动时， S_2 也过平衡位置向上运动。若波速为 5m/s ，则由 S_1 和 S_2 发出的简谐横波的波长均为 m 。 P 为波源平衡位置所在水平面上的一点，与 S_1 、 S_2 平衡位置的距离均为 10m ，则两波在 P 点引起的振动总是相互 （填“加强”或“削弱”）的；当 S_1 恰好在平衡位置向上运动时，平衡位置在 P 处的质点 （填“向上”或“向下”）运动。

【参考答案】 ①. 4 ②. 加强 ③. 向下

【名师解析】

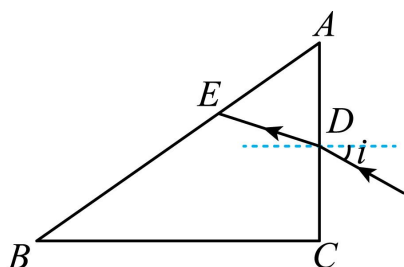
因周期 $T=0.8\text{s}$ ，波速为 $v=5\text{m/s}$ ，则波长为

$$\lambda = vT = 4\text{m}$$

因两波源到 P 点的距离之差为零，且两振源振动方向相同，则 P 点的振动是加强的；

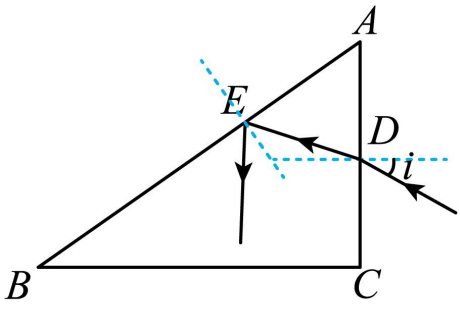
因 $S_1P=10\text{m}=2.5\lambda$ ，则当 S_1 恰好的平衡位置向上运动时，平衡位置在 P 点的质点向下振动。

(2) . 一细束单色光在三棱镜 ABC 的侧面 AC 上以大角度由 D 点入射（入射面在棱镜的横截面内），入射角为 i ，经折射后射至 AB 边的 E 点，如图所示，逐渐减小 i ， E 点向 B 点移动，当 $\sin i = \frac{1}{6}$ 时，恰好没有光线从 AB 边射出棱镜，且 $DE = DA$ 。求棱镜的折射率。



【参考答案】 1.5

【名师解析】



因为当 $\sin i = \frac{1}{6}$ 时，恰好没有光线从 AB 边射出，可知光线在 E 点发生全反射，设临界角为 C ，则

$$\sin C = \frac{1}{n}$$

由几何关系可知，光线在 D 点的折射角为

$$r = 90^\circ - 2C$$

则

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

联立可得

$$n = 1.5$$

