

1. 本试卷共 8 页, 分为两部分, 第一部分选择题, 包括 1~14 题, 共 42 分; 第二部分非选择题, 包括 15~20 题, 共 58 分。
2. 试卷所有答案必须填涂或书写在答题卡上, 在试卷上作答无效。请使用黑色字迹签字笔或钢笔作答。
3. 考试时间 90 分钟, 试卷满分 100 分。

第一部分 选择题 (共 42 分)

本部分共 14 小题, 每小题 3 分, 共 42 分。在每小题列出的四个选项中, 选出最符合题目要求的一项。

1. 如图 1 所示, 一束白光通过三棱镜发生色散, a 、 b 是其中的两束单色光, 这两束光相比较

- A. 在真空中, a 光的速度大
B. 在真空中, a 光的波长大
C. 水对 b 光的折射率小
D. 光从水中射向空气, b 光的临界角大

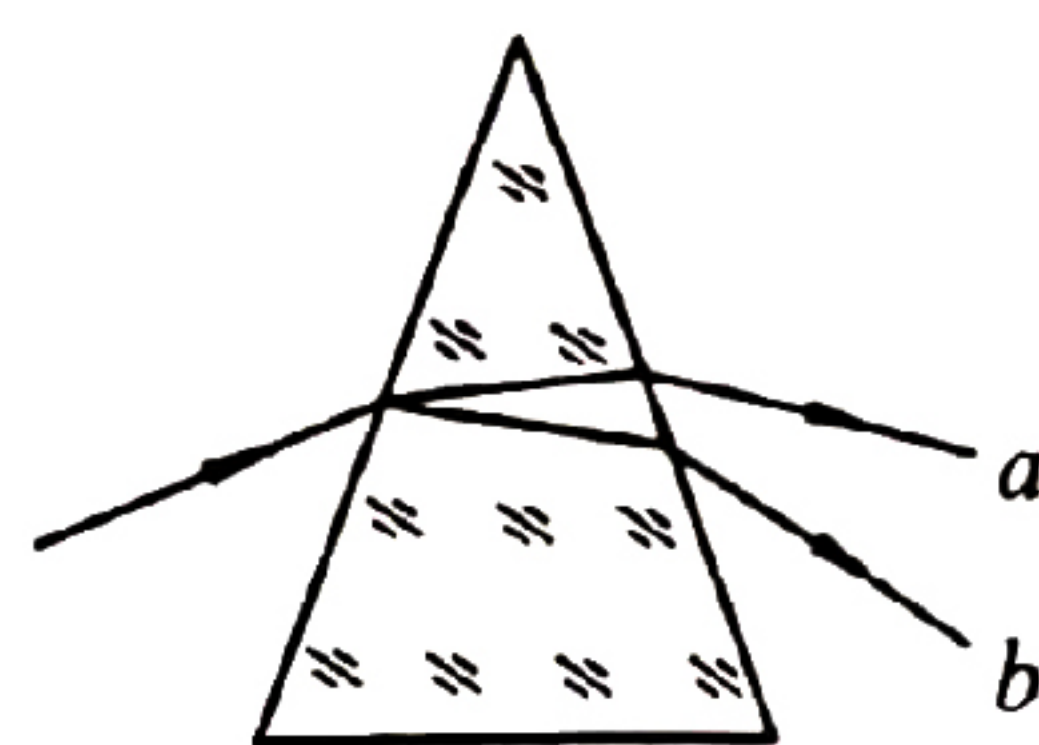


图 1

2. 关于放射性元素的衰变, 以下说法正确的是

- A. 原子核发生 α 衰变所释放的射线中一定有高速运动的电子
B. 原子核发生 β 衰变所释放的射线中一定有高速运动的氦原子核
C. ${}^{238}_{92}\text{U}$ 衰变成 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ 经过了 2 次 α 衰变和 4 次 β 衰变
D. ${}^{238}_{92}\text{U}$ 衰变成 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ 经过了 4 次 α 衰变和 2 次 β 衰变

3. 如图 2 所示, 把一块不带电的锌板连接在验电器上。当用可见光照射锌板时, 验电器指针不偏转。当用紫外线照射锌板时, 发现验电器指针偏转一定角度

- A. 若减小紫外线的强度, 验电器的指针也会偏转
B. 若改用红光长时间照射, 验电器的指针也会偏转
C. 用紫外线照射锌板时, 锌板带正电, 验电器带负电
D. 这个现象说明了光具有波动性

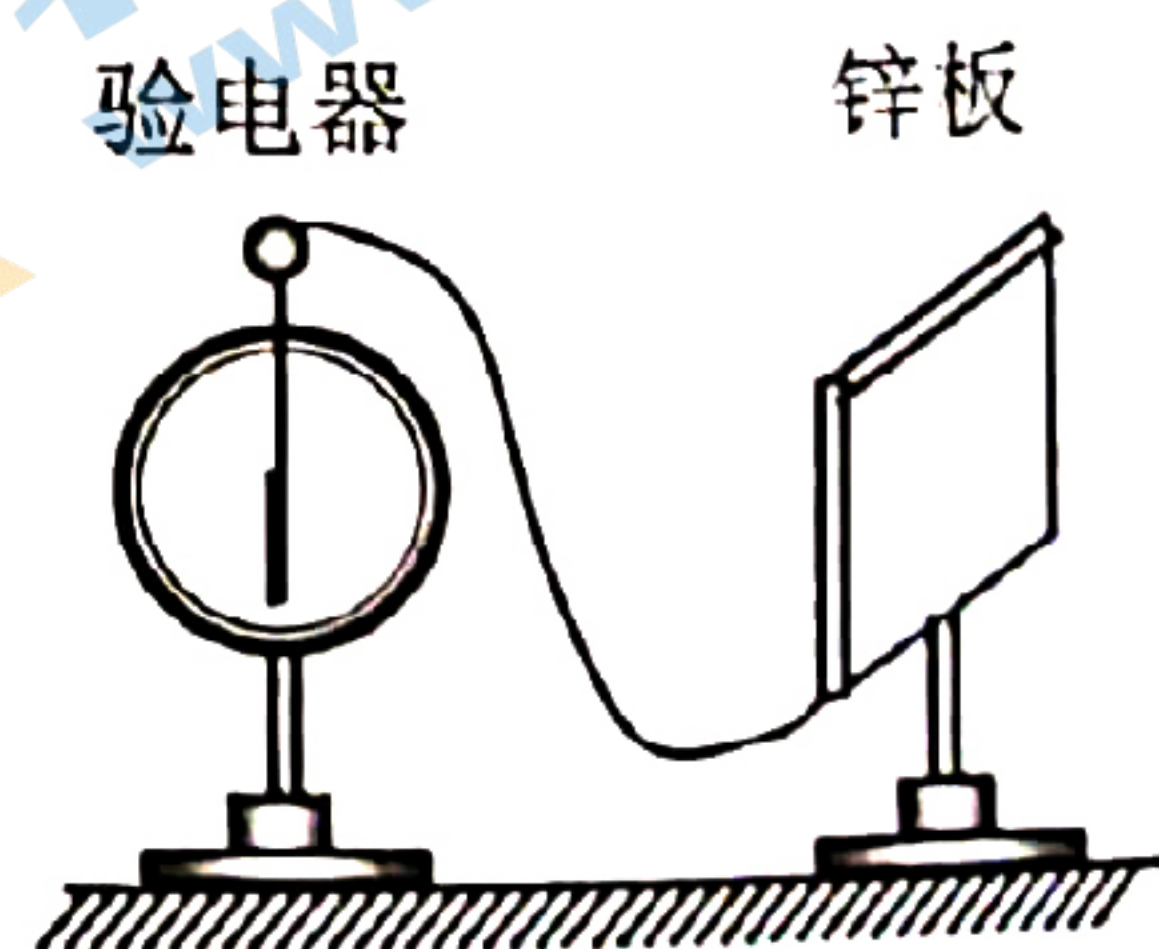


图 2

4. 手摇交流发电机的线圈在匀强磁场中匀速转动, 产生的交变电流 i 随时间 t 变化关系如图 3 所示, 则

- A. 该交变电流的频率是 0.4Hz
B. 该交变电流的有效值是 0.8A
C. $t=0.1\text{s}$ 时, 穿过线圈平面的磁通量最小
D. 该交变电流 i 的瞬时值表达式是 $i = 0.8\sqrt{2} \sin 5\pi t$

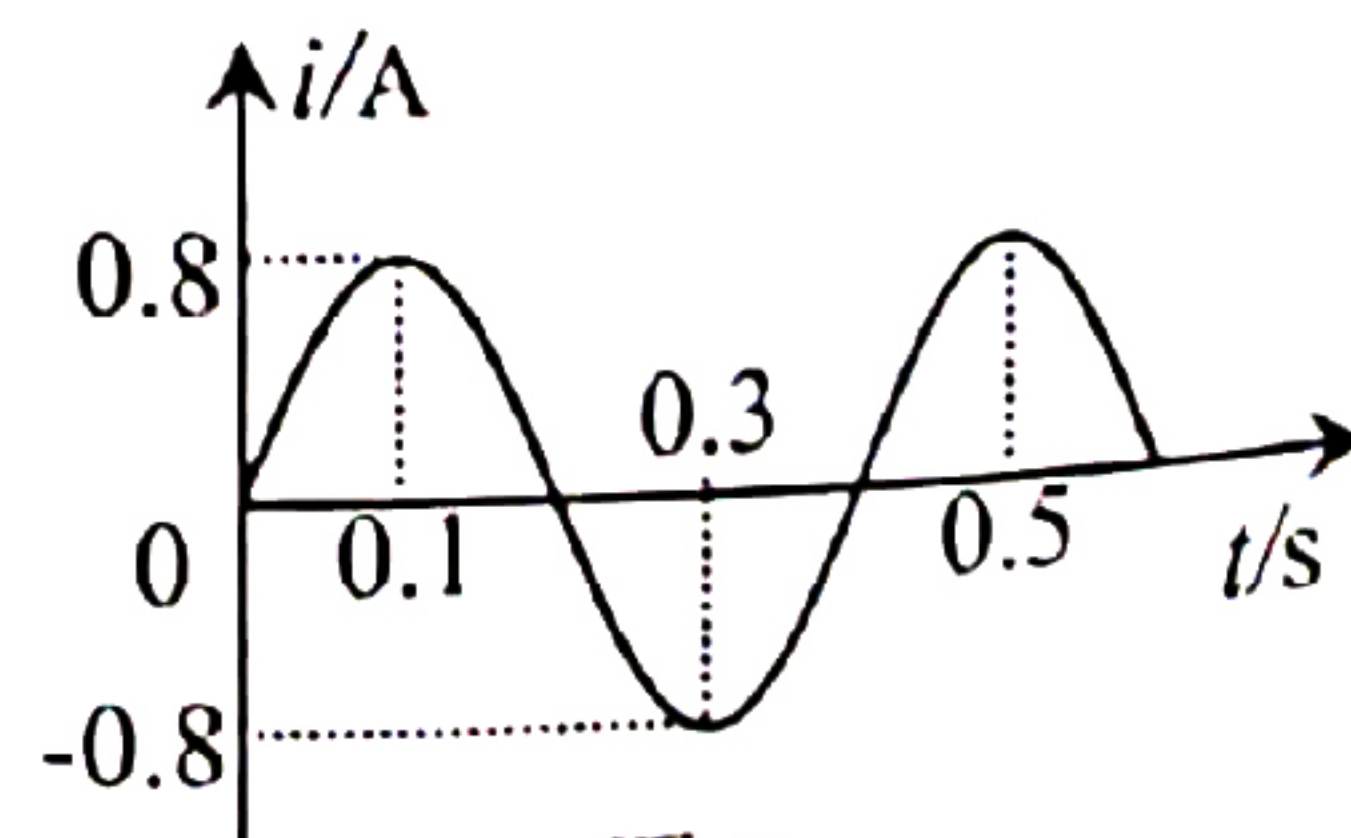


图 3

关注北京高考在线官方微信: 北京高考资讯 (ID:bj-gaokao), 获取更多试题资料及排名分析信息。

5. 一根绳子的右端固定在墙壁上，其左端的 P 点沿竖直方向振动产生一系列横波。 P 点振动的周期为 T ，横波的波长为 λ ，当波刚刚传播到 Q 点时的波形如图 4 所示，则
- A. P 点起振方向向下
 - B. 此刻 P 点向下运动
 - C. P 、 Q 两点间距离等于 3λ
 - D. 波从 P 点传到 Q 点经历 $7T$

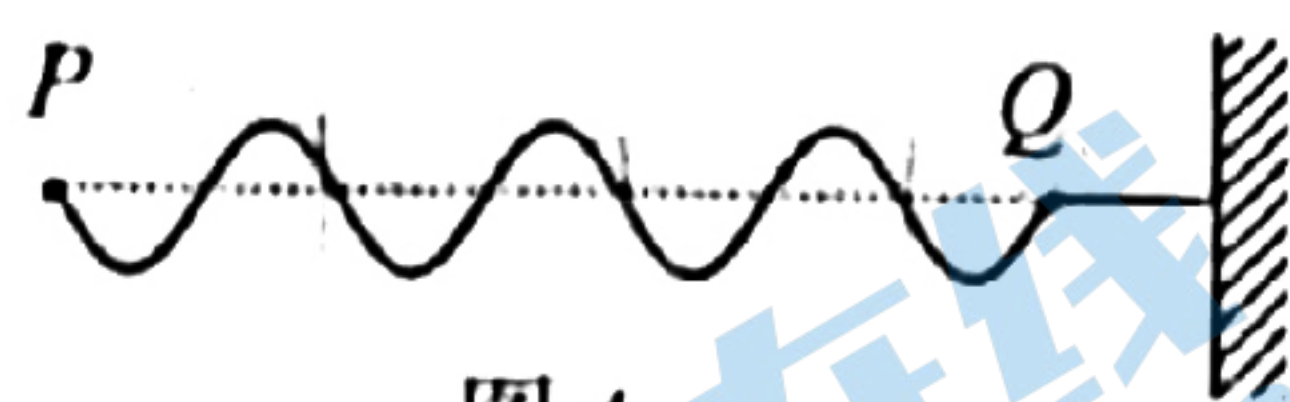


图 4

6. 下列说法正确的是

- A. 气体温度升高时，每个气体分子动能都增加
- B. 气体体积变大时，其内能一定减小
- C. 若液体的温度升高，布朗运动更加剧烈
- D. 布朗运动是液体分子的无规则运动

7. 据国家航天局消息，北京时间 2020 年 12 月 12 日，嫦娥五号轨道器和返回器组合体实施了第一次月地转移。如图 5 所示，组合体自近月点由圆轨道变为椭圆轨道，开启了回家之旅。以下说法正确的是

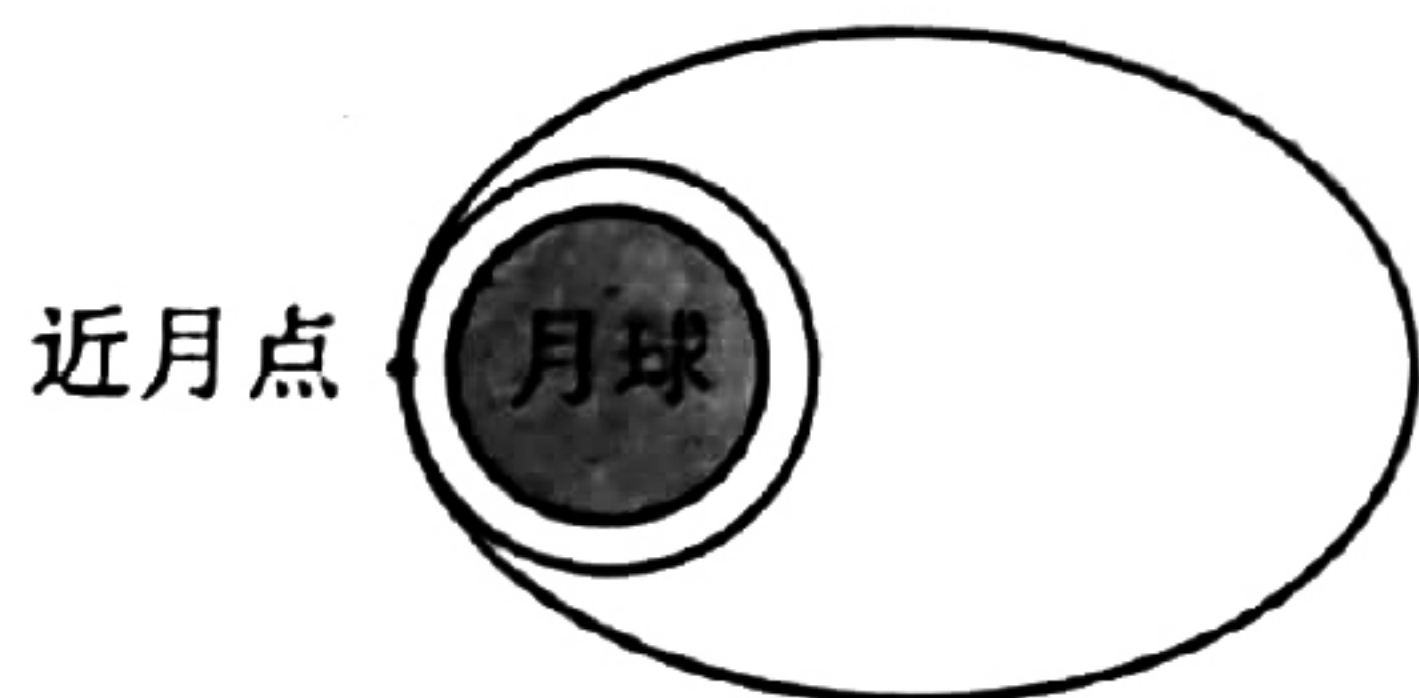


图 5

- A. 组合体在近月点减速，从而变为椭圆轨道
- B. 组合体在近月点加速，从而变为椭圆轨道
- C. 组合体在椭圆轨道运行过程中，近月点的线速度小于远月点的线速度
- D. 组合体在椭圆轨道运行过程中，近月点的加速度小于远月点的加速度

8. 如图 6 所示，是某电场的电场线和一条等势线（虚线）。下列说法正确的是

- A. A 点和 B 点的电场强度相同
- B. A 点的电势高于 B 点的电势
- C. A 附近的等差等势线比 B 附近稀疏
- D. 负电荷在 B 点具有的电势能比在 A 点小

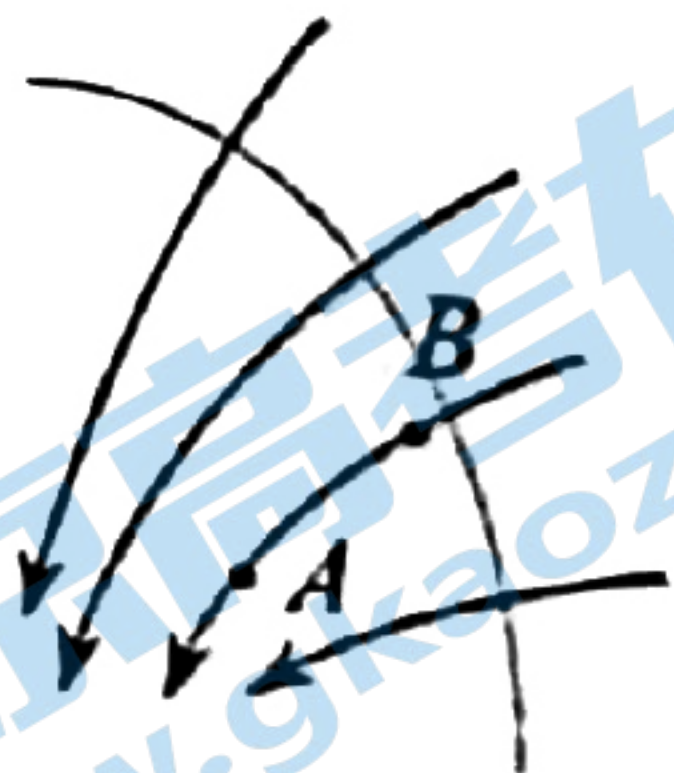


图 6

9. 如图 7 所示，为洛伦兹力演示仪的结构示意图。由电子枪产生电子束，玻璃泡内充有稀薄气体，在电子束通过时能够显示电子的径迹。当通有恒定电流时前后两个励磁线圈之间产生匀强磁场，磁场方向与两个线圈中心的连线平行。电子速度的大小和磁感应强度可以分别通过电子枪的加速电压 U 和励磁线圈的电流 I 来调节。适当调节 U 和 I ，玻璃泡中就会出现电子束的圆形径迹。通过下列调节，一定能让圆形径迹半径减小的是

- A. 减小 U ，增大 I
- B. 增大 U ，减小 I
- C. 同时减小 U 和 I
- D. 同时增大 U 和 I

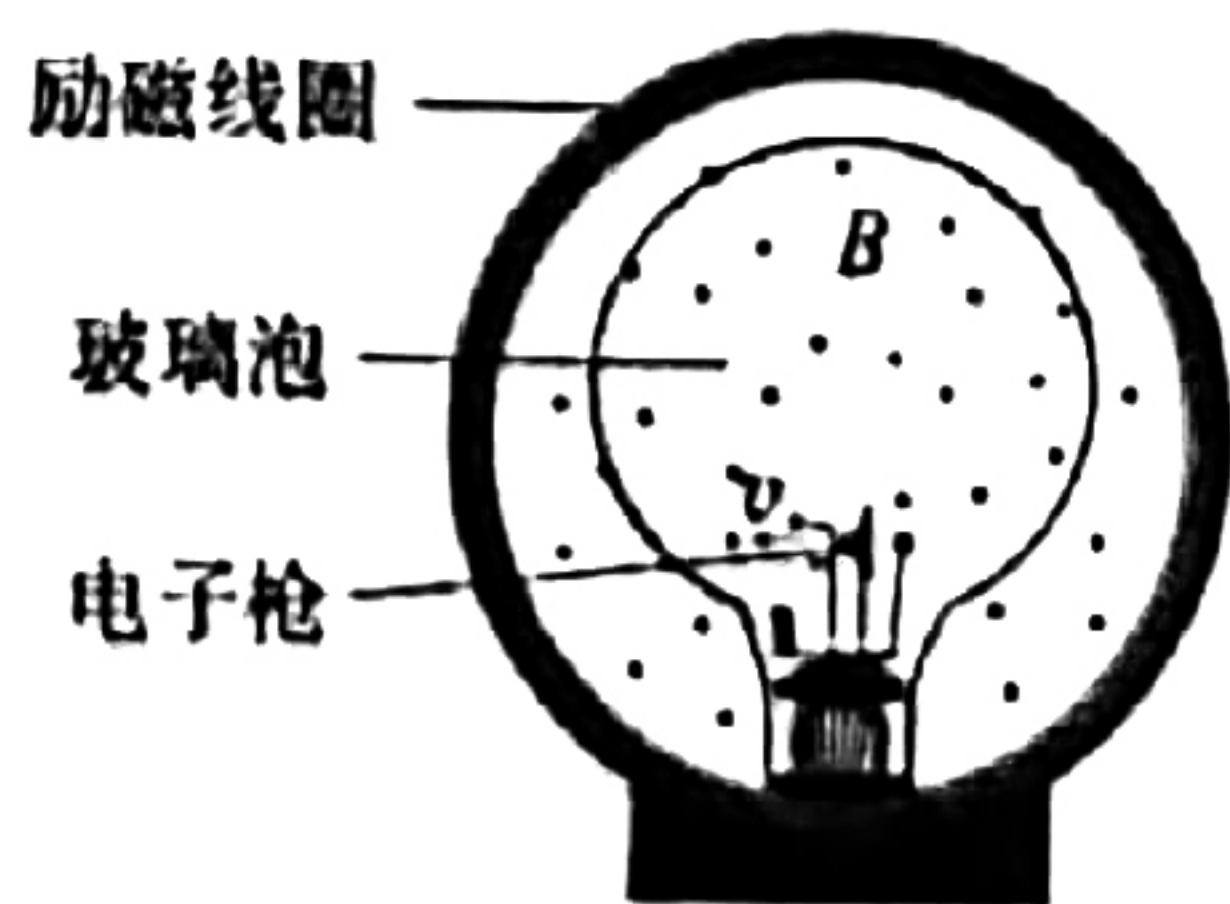


图 7

10. 如图 8 所示, 是磁流体发电机的示意图, 两平行金属板 P 、 Q 之间有一个很强的磁场, 将 P 、 Q 与电阻 R 相连接。一束等离子体 (高温下电离的气体, 含有大量正、负带电粒子) 沿垂直于磁场方向喷入磁场。下列说法正确的是
- A. P 板的电势低于 Q 板的电势
 - B. 通过 R 的电流方向由 b 指向 a
 - C. 若只改变磁场强弱, 通过 R 的电流保持不变
 - D. 若只增大粒子入射速度, 通过 R 的电流增大

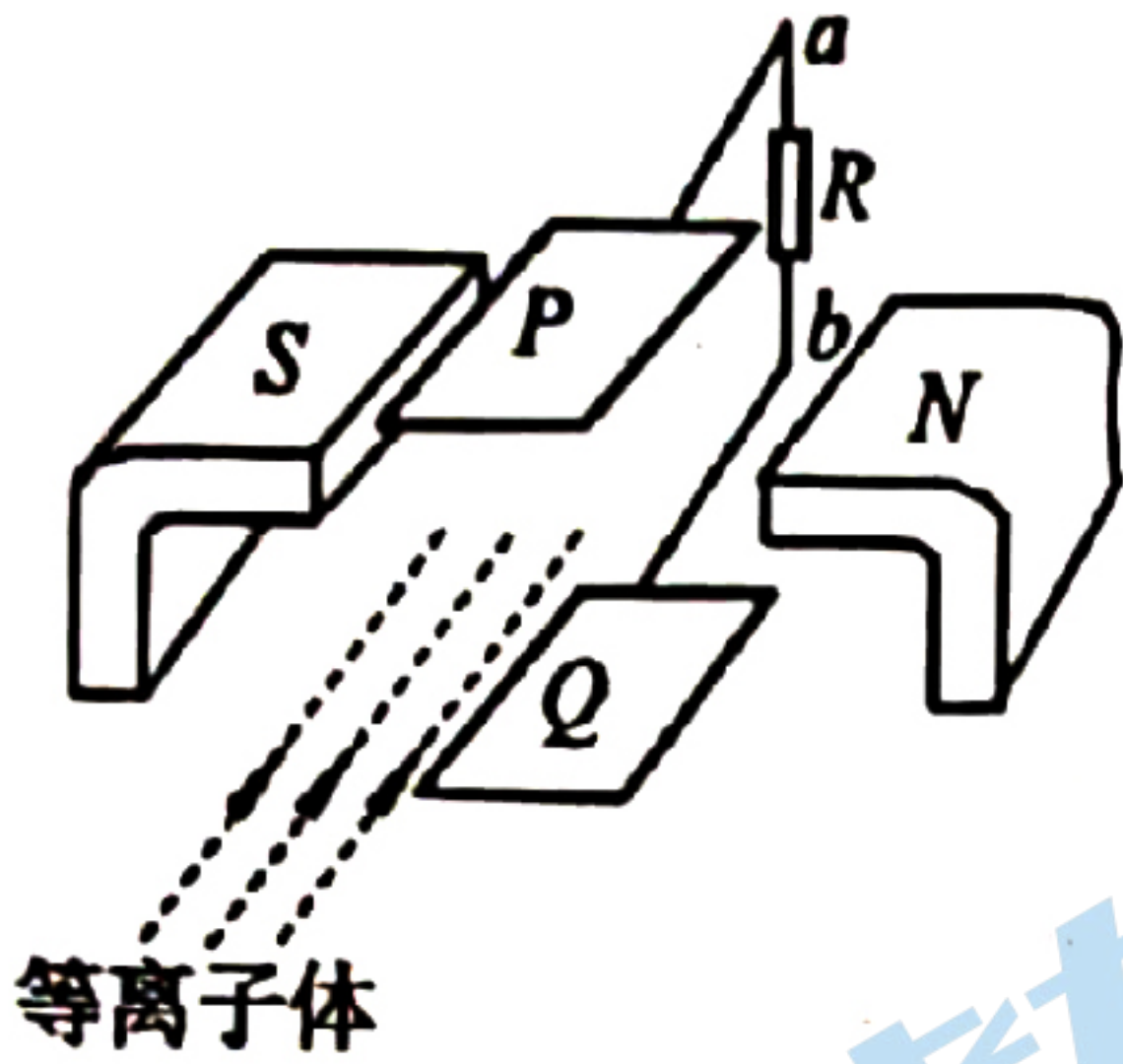


图 8

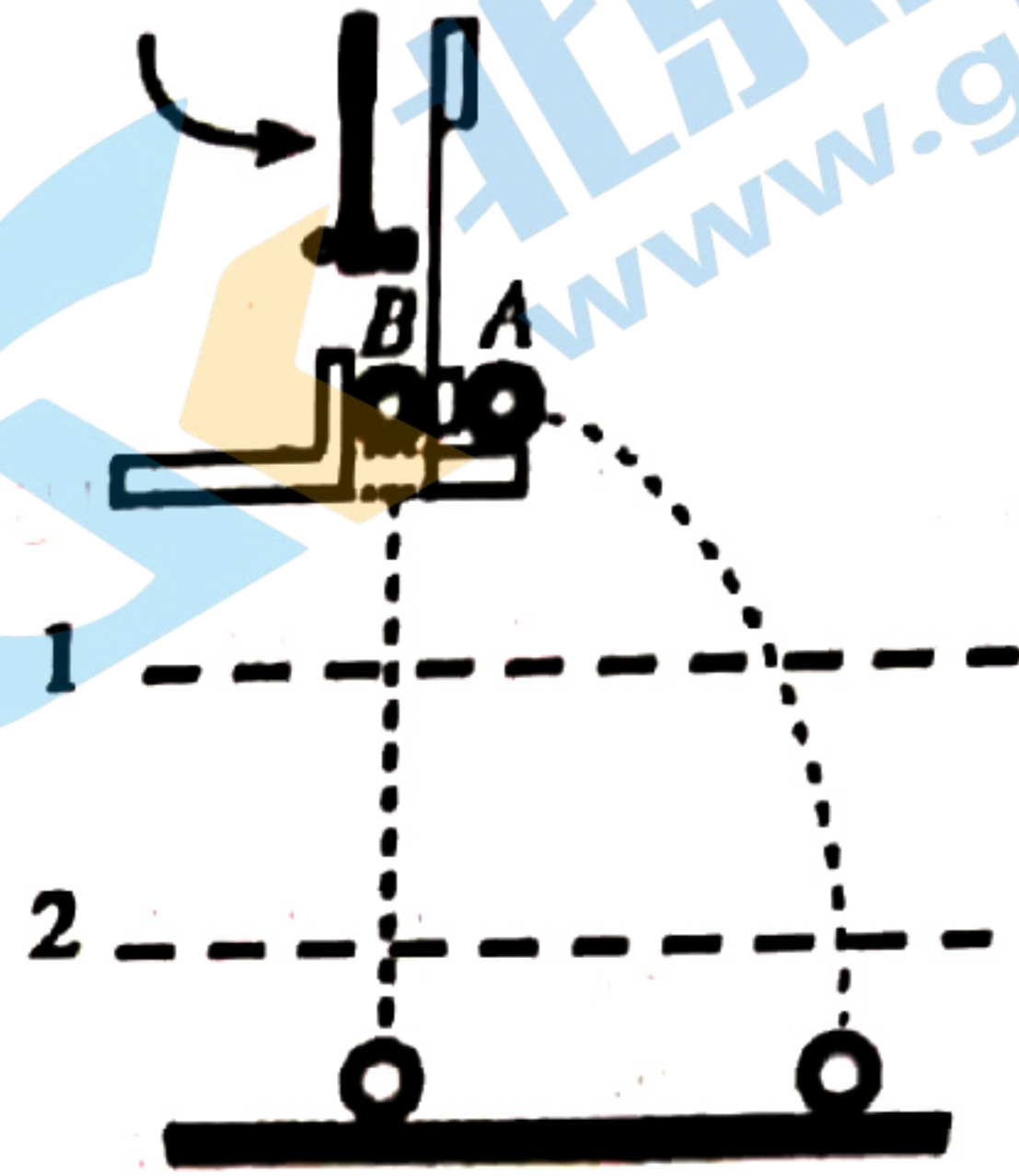


图 9

11. 如图 9 所示, 为研究平抛运动的实验装置, 金属小球 A 、 B 完全相同。用小锤轻击弹性金属片, A 球沿水平方向抛出, 同时 B 球被松开, 自由下落。图 9 中虚线 1、2 代表离地高度不同的两个水平面, 则下列说法正确的是
- A. 两球同时经过水平面 1, 且速率相同
 - B. 两球同时经过水平面 1, 且重力做功的瞬时功率相同
 - C. 两球从水平面 1 到 2 的过程, B 球动量变化量比 A 球大
 - D. 两球从水平面 1 到 2 的过程, A 球动能变化量比 B 球大

12. 如图 10 (a) 所示, 甲分子固定在原点 O , 乙分子位于 x 轴上, 甲分子对乙分子的作用力与分子间距离的关系如图 10(a) 中曲线所示。 $F > 0$ 为斥力, $F < 0$ 为引力。 A 、 B 、 C 、 D 为 x 轴上四个特定的位置。现把乙分子从 A 处由静止释放, 图 10 (b) 中 A 、 B 、 C 、 D 四个图分别表示乙分子的加速度、速度、势能、动能与两分子间距离的关系, 其中正确的是

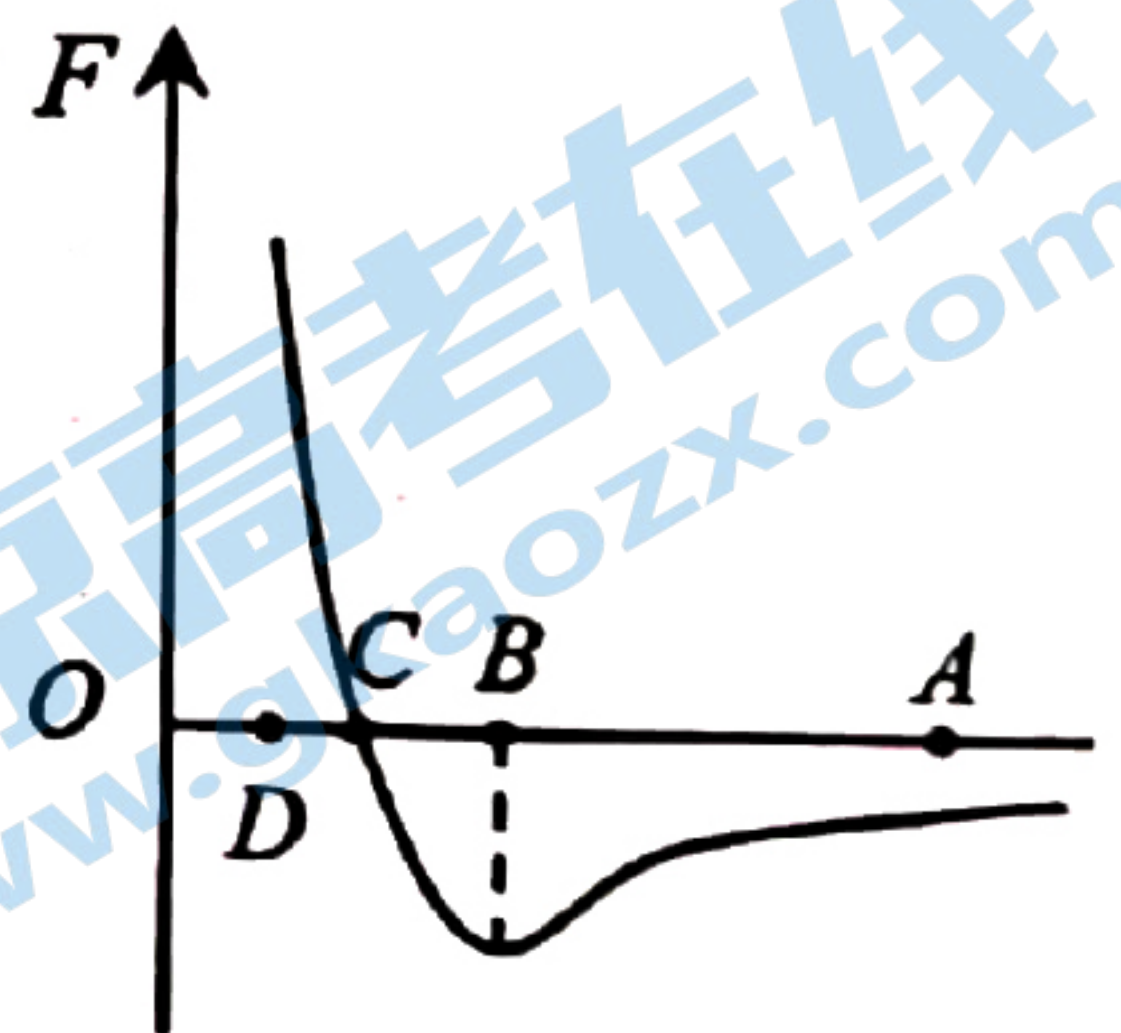


图 10 (a)

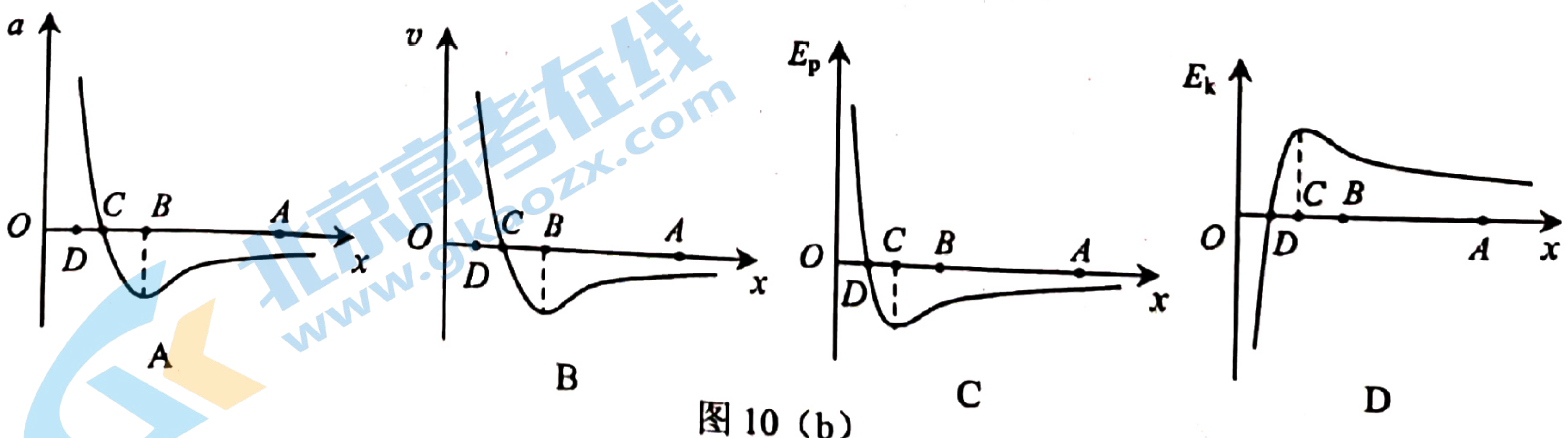


图 10 (b)

3. 如图 11 所示, (a) 图为研究木块运动情况的装置, 计算机与位移传感器连接, 可描绘木块位置随时间变化的图线。将木块自 O 点静止释放, 计算机描绘木块对 O 点的位置随时间变化的 $x-t$ 图像是 (b) 图中的曲线②。(b) 图中木块先后经过 x_1 、 x_2 、 x_3 位置时的时间间隔相同。以下说法正确的是

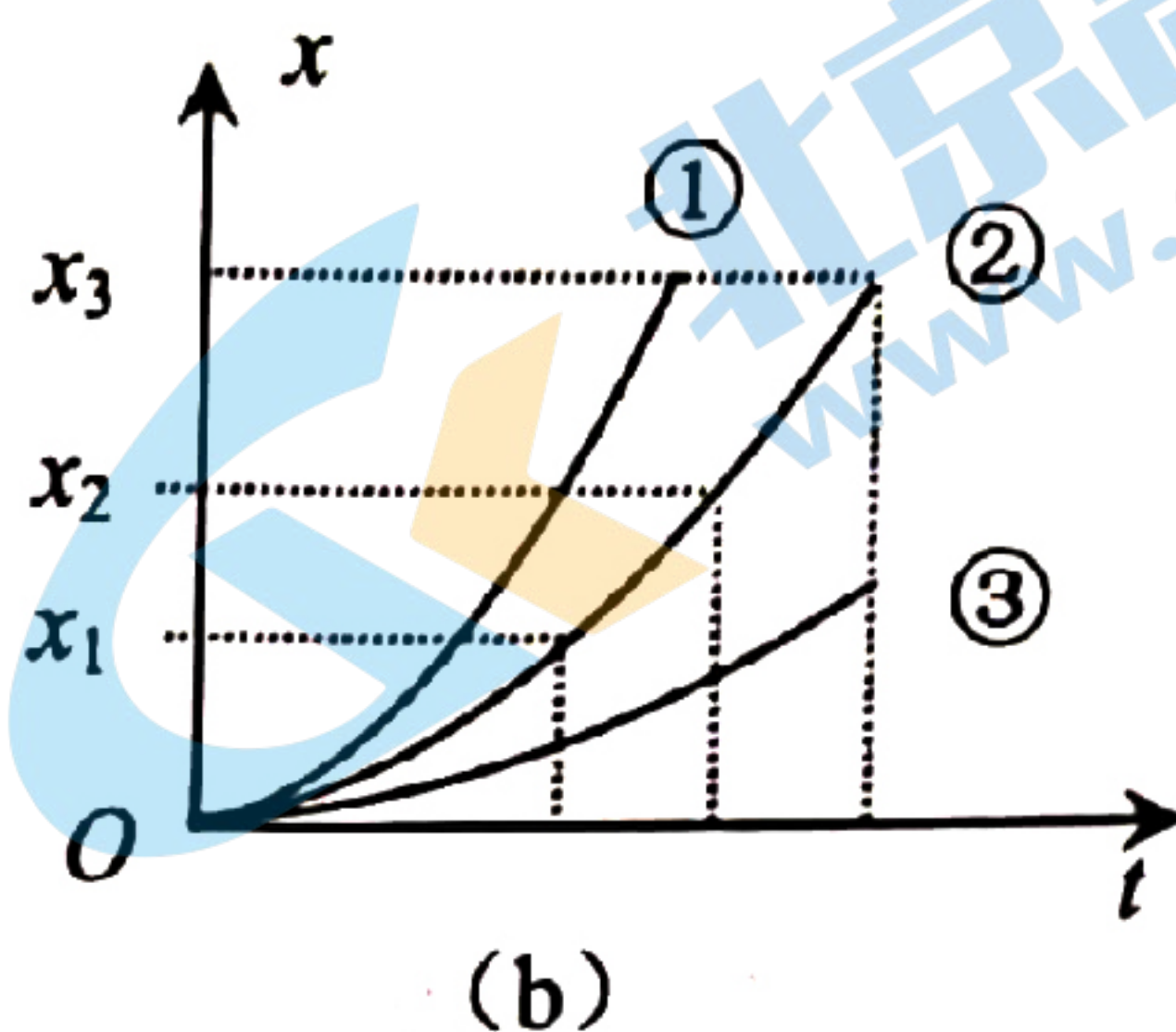
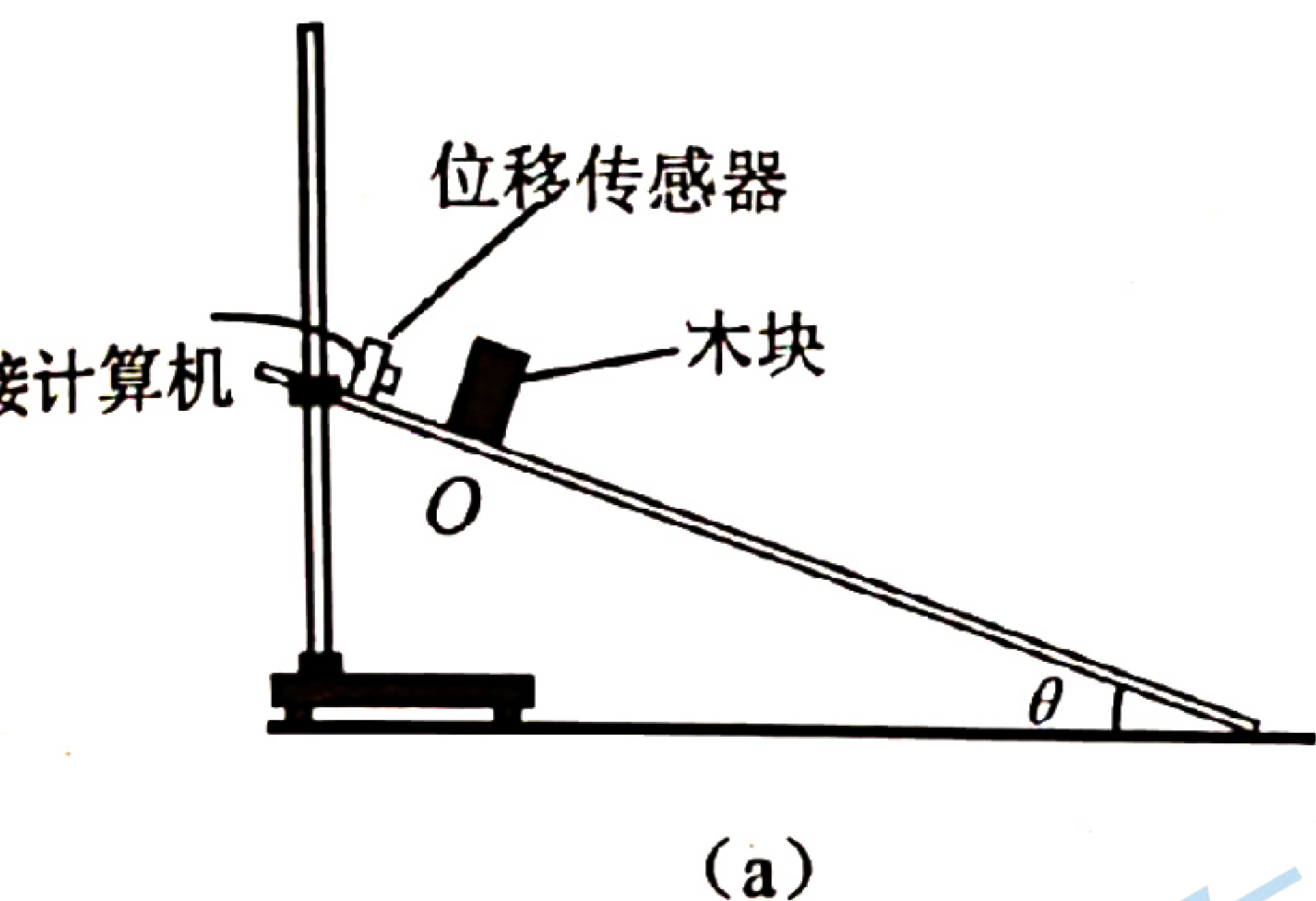


图 11

- A. 若 $x_1 : x_2 : x_3 = 1 : 3 : 5$, 则表明木块做匀加速直线运动
 B. 若 $x_1 = x_2 - x_1 = x_3 - x_2$, 则表明木块一定做匀加速直线运动
 C. 若只增大木板的倾角, 则计算机描绘的 $x-t$ 可能是 (b) 图中的曲线①
 D. 若只增大木块的质量, 则计算机描绘的 $x-t$ 可能是 (b) 图中的曲线③

4. 永磁体之间的相互作用与电荷之间的相互作用相似, 人们将电荷的相关概念引入磁现象的研究之中。认为磁棒的两极存在两种磁荷, N 极带正磁荷, S 极带负磁荷。

“磁荷”观点认为磁荷可以激发磁场, 描述磁场的基本物理量定义为磁场强度 H 。类比电场强度的定义方法, 用正磁荷在磁场中受到的磁场力 F 和其磁荷 Q 的比值表示磁场强度 H , 方向与该处正磁荷受力方向一致。

用图 12 装置, 可以测量通电线圈产生的磁场和“磁荷”间的作用力。假设图中 N 极的磁荷 Q_N , 线圈不通电时, 测力计示数为 F_0 。

- A. 当线圈中通顺时针方向 (俯视) 电流时, 测力计示数小于 F_0
 B. 磁铁 N 极所处位置的磁场强度大小 $H_N = \frac{F_0}{Q_N}$
 C. 通电后测力计示数改变量为 F , 则磁铁 N 极所处位置的磁场强度大小 $H_N = \frac{F}{Q_N}$
 D. 如果将一根较短磁铁挂在测力计上, 并使磁铁完全放入线圈中, 则通电后测力计的示数变小

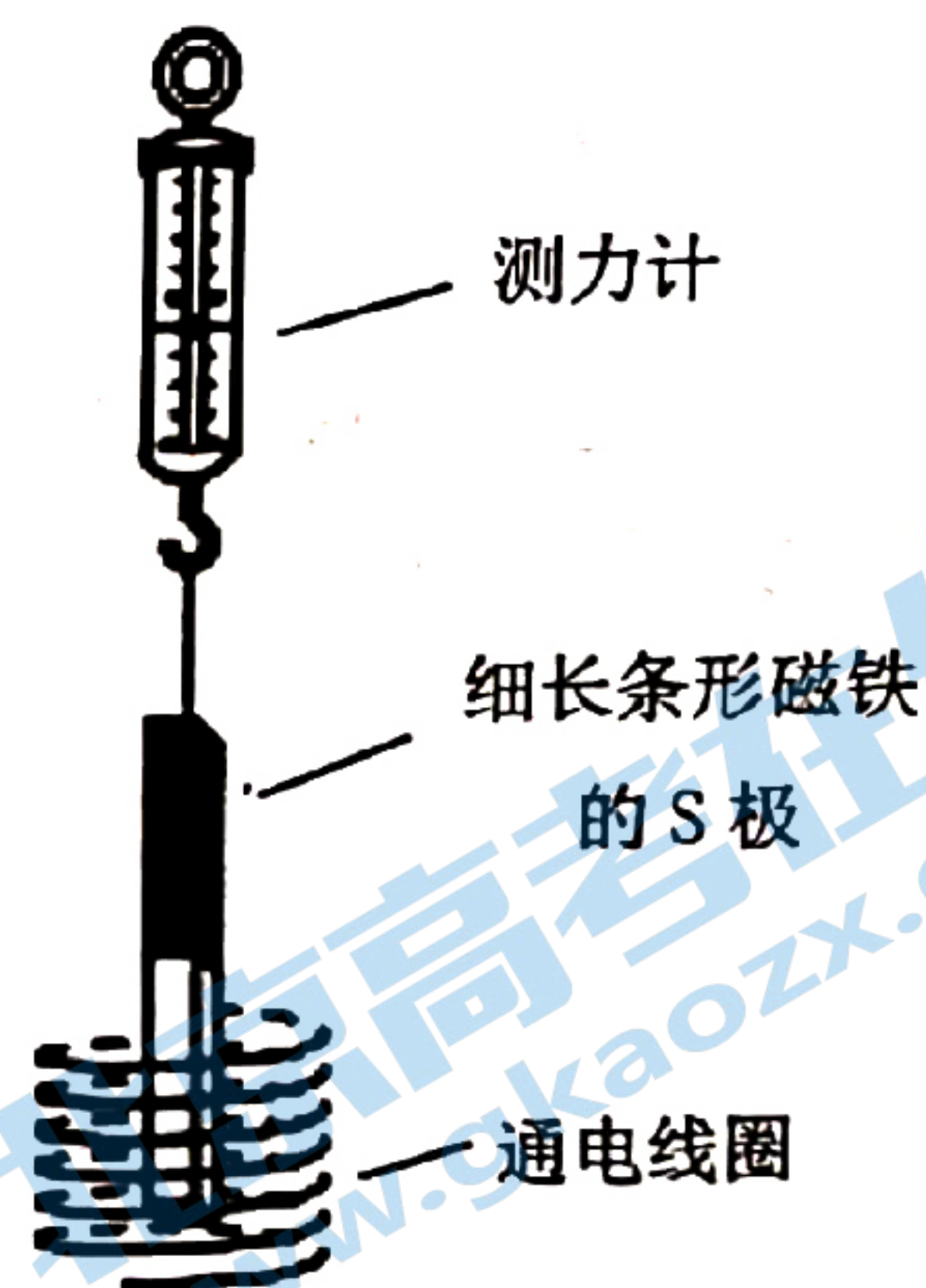


图 12

关注北京高考在线官方微信: 北京高考资讯 (ID:bj-gaokao), 获取更多试题资料及排名分析信息。

第二部分

本部分共 6 小题，共 58 分。

15. (9 分)

验证机械能守恒定律的实验装置如图 13 所示。

(1) 除图示器材外，下列器材中，必需的一组是_____ (只有一个选项符合要求，填选项前的符号)。

- A. 直流电源及导线、天平及砝码
- B. 直流电源及导线、刻度尺
- C. 交流电源 (220V, 50Hz) 及导线、天平及砝码
- D. 交流电源 (220V, 50Hz) 及导线、刻度尺

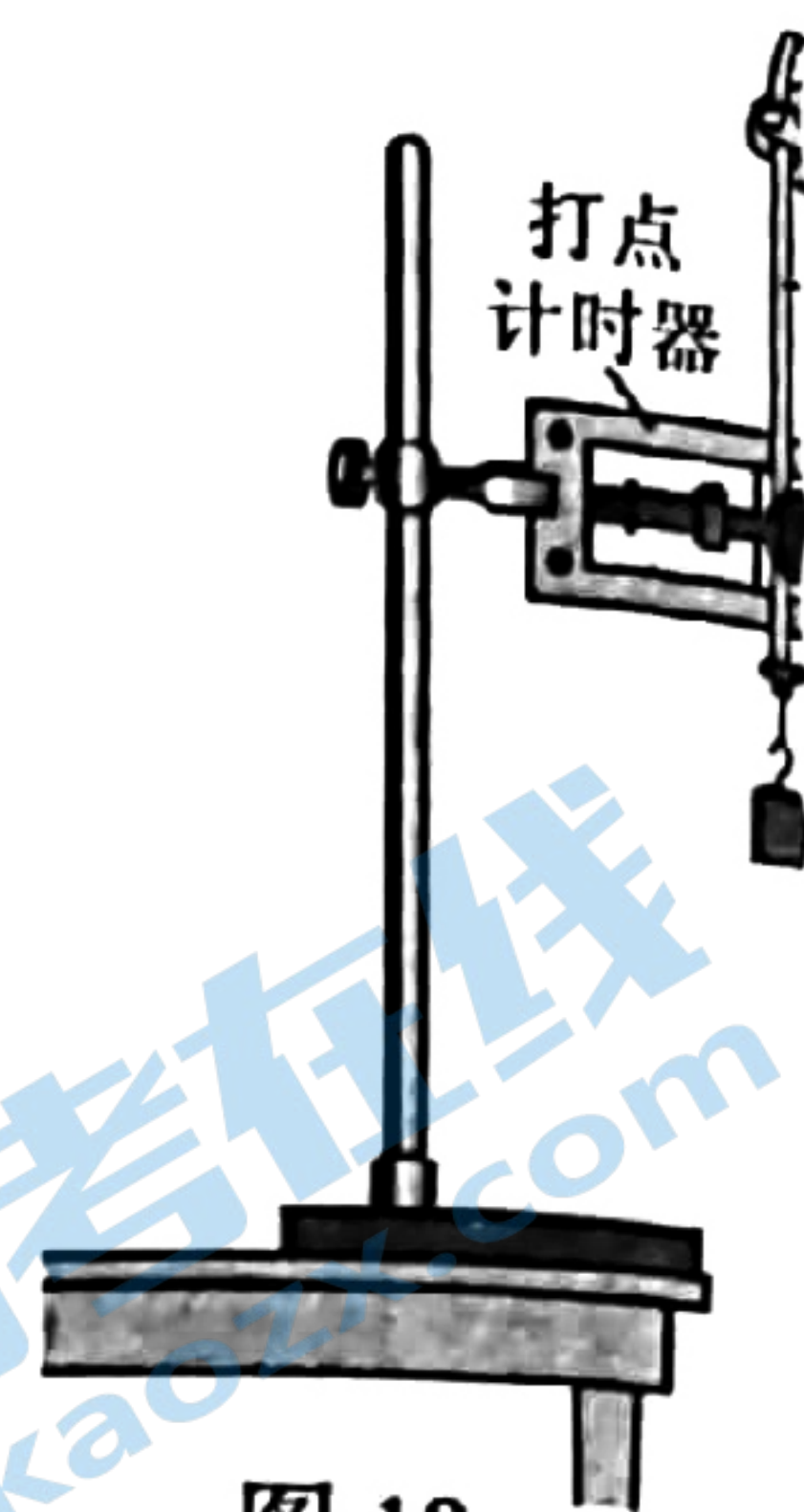


图 13

(2) 图 14 中的纸带是实验过程中打点计时器打出的一条纸带。打点计时器打下 O 点 (中未标出) 时，重锤开始下落， a 、 b 、 c 是打点计时器连续打下的 3 个点。刻度尺的刻线与 O 点对齐， a 、 b 、 c 三个点所对刻度如图 14 所示。打点计时器在打出 b 点时锤下落的高度 $h_b =$ _____ cm，下落的速度为 $v_b =$ _____ m/s (计算结果保留 3 位有效数字)。

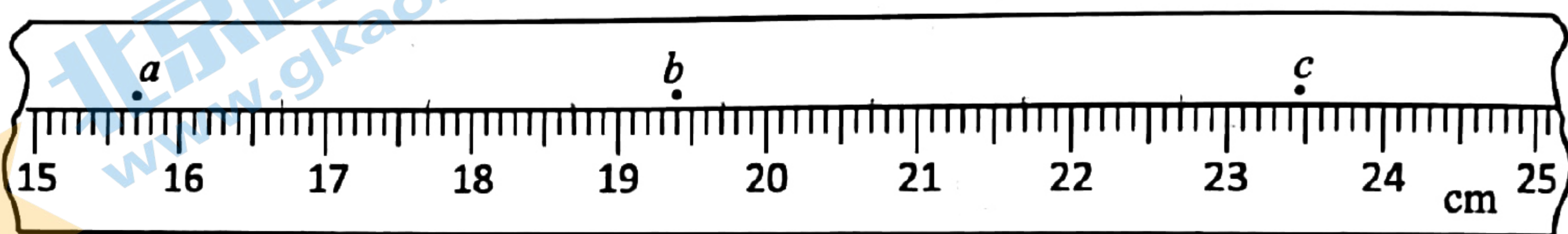


图 14

(3) 某同学用上述方法测出各计数点到 O 点的距离 h ，算出对应的速度平方 v^2 ，并作出 v^2 - h 图像，设当地重力加速度为 g 。下列说法正确的是_____。(填选项前的符号)

- A. v^2 - h 图像一定过原点
- B. 若 v^2 - h 图像是一条过原点的直线，则机械能一定守恒
- C. 若 v^2 - h 图像是一条过原点的直线，则斜率等于 g
- D. 若 v^2 - h 图像是一条过原点的直线，则斜率略小于 $2g$

16. (9 分) 利用电流传感器研究电容器的放电过程的电路如图 15 所示，其中电源电动势 $E = 8V$ 。先使开关 S 与 1 相连，电容器充电结束后把开关 S 掷向 2，电容器通过电阻箱 R 放电。传感器将电流信息传入计算机，屏幕上显示出电流 I 随时间 t 变化的曲线如图 17 所示。

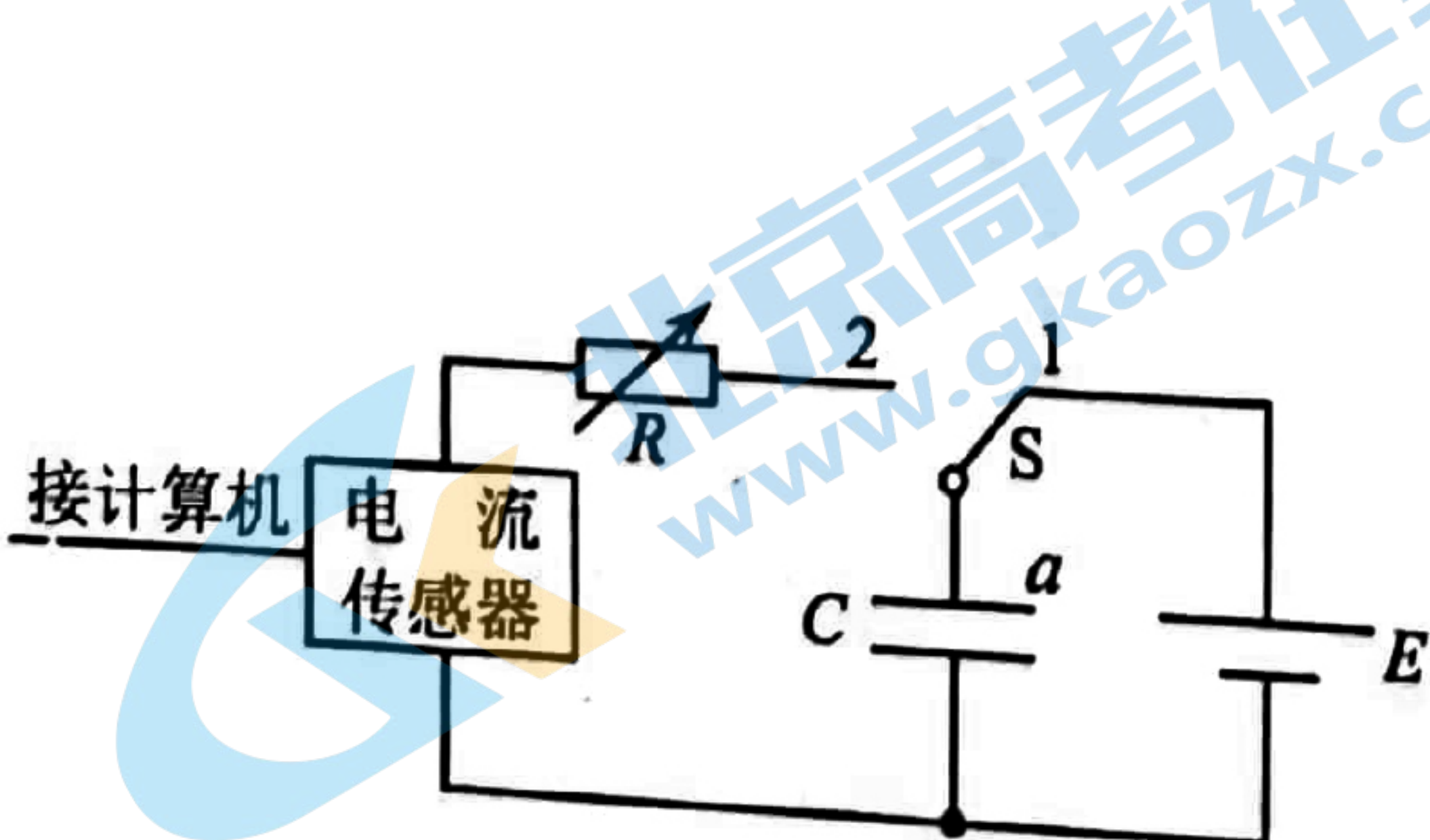


图 15

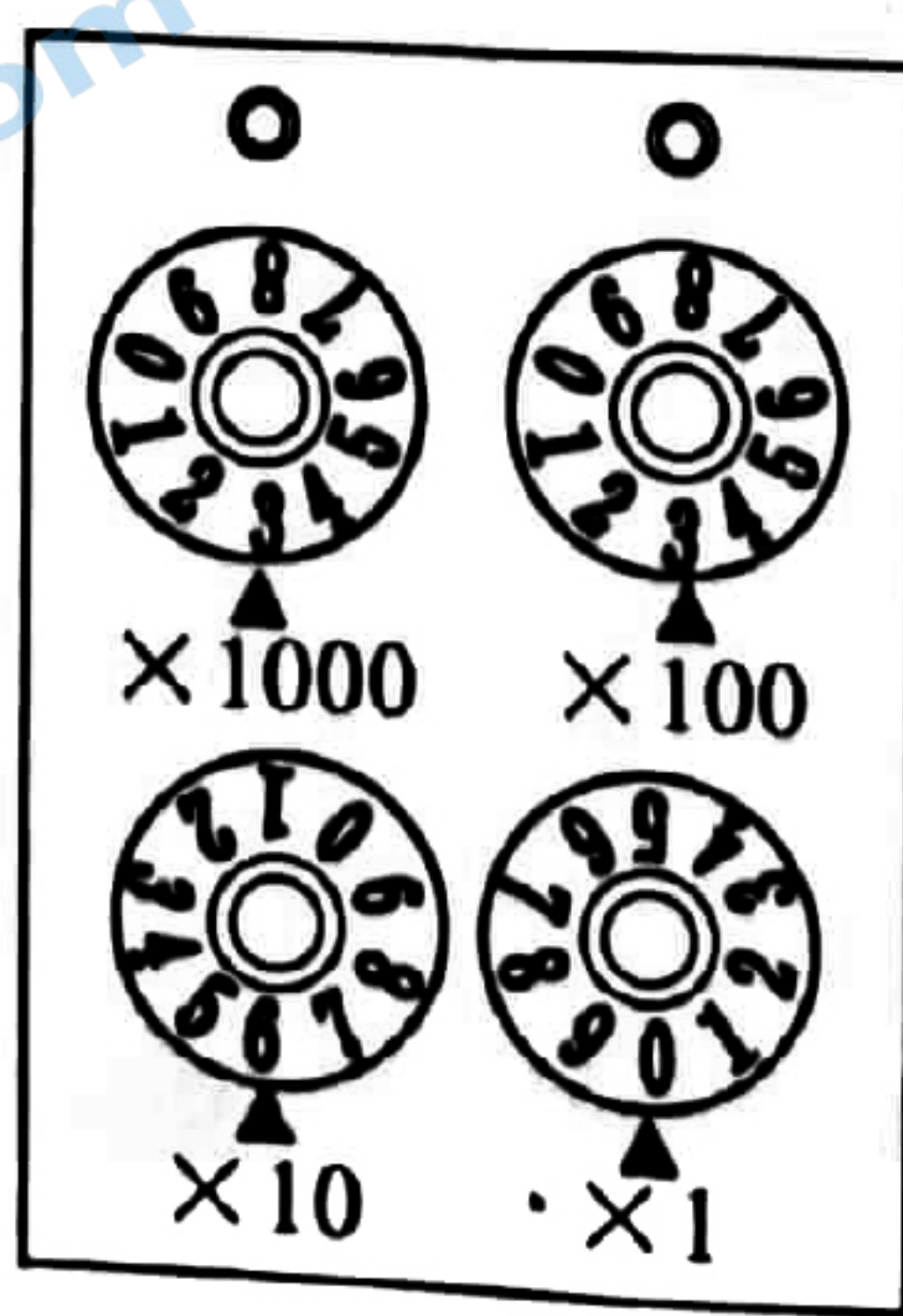


图 16

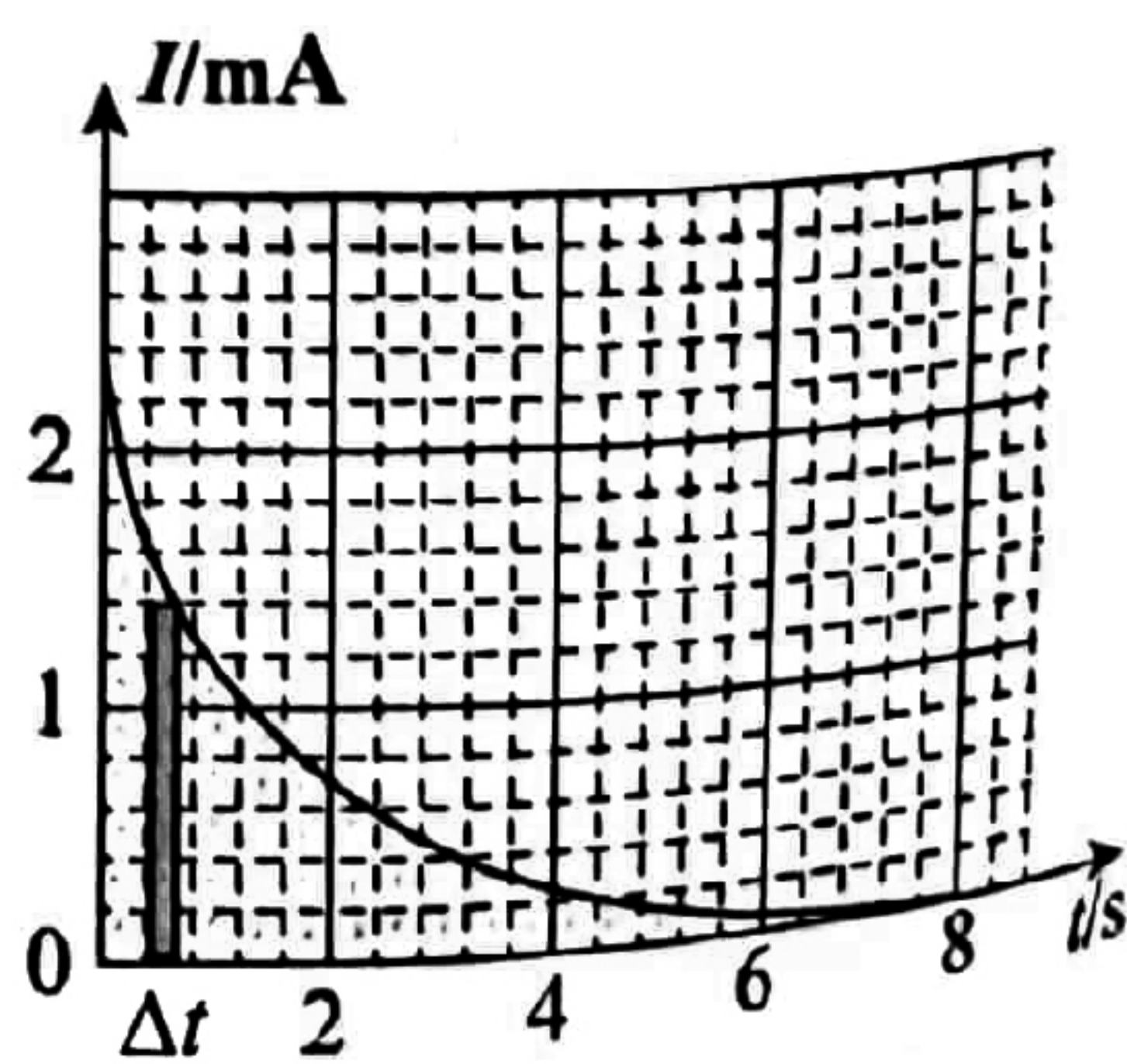


图 17

关注北京高考在线官方微信：北京高考资讯 (ID:bj-gaokao)，获取更多试题资料及排名分析信息。

- (1) 实验中电阻箱的示数如图 16 所示，其阻值 $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。 $t = 2\text{s}$ 时，电容器的 a 极板带 $\underline{\hspace{2cm}}$ 电（选填“正”或“负”）。
- (2) 图 17 中画出了对应较短时间 Δt 的狭长矩形，该矩形面积的物理意义是 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，估算该电容器的电容 $C = \underline{\hspace{2cm}} \text{F}$ 。
- (3) 一同学在深入研究的过程中发现：当改变一个或几个物理量时， $I-t$ 图像会发生有规律的变化，图 18 中的虚线示意了 4 种可能的变化情形。如果只增大电阻 R ， $I-t$ 图像的变化应该是选项 $\underline{\hspace{2cm}}$ （填写相应选项的字母）；如果只增大电容 C ， $I-t$ 图像的变化应该是选项 $\underline{\hspace{2cm}}$ （填写相应选项的字母）。

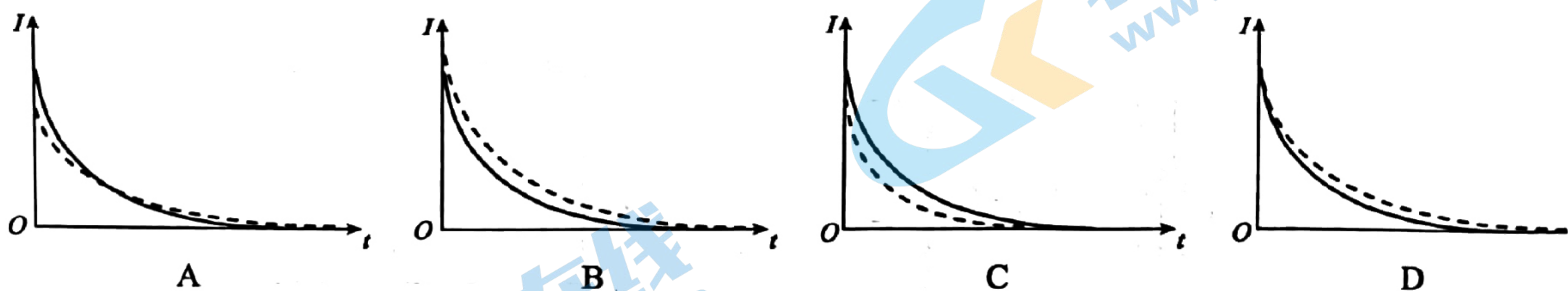


图 18

17. (9 分) 滑雪是广受师生喜欢的运动，某滑雪的滑道如图 19 所示。斜面滑道与水平滑道由很小的圆弧平滑衔接，斜面滑道的倾角 $\alpha = 37^\circ$ 。学生乘坐滑雪板由静止开始，从滑道上高 $h = 1.8\text{m}$ 处滑下，滑上水平面后，与静止的老师所坐的滑雪板发生碰撞，碰撞后他们以共同的速度运动，碰撞前后学生的运动方向不变。已知学生和滑雪板的总质量 $m = 30\text{kg}$ ，老师和滑雪板的总质量为 $M = 60\text{kg}$ ，人与滑雪板均可视为质点，不计一切摩擦和阻力，取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin \alpha = 0.6$ ， $\cos \alpha = 0.8$ 。求：
- (1) 小孩和滑雪板在斜面滑道下滑的加速度 a 的大小；
 - (2) 小孩和滑雪板滑到斜面底端时的速度 v 的大小；
 - (3) 碰撞过程中学生和老师（包括各自滑雪板）组成的系统损失的机械能 ΔE 。

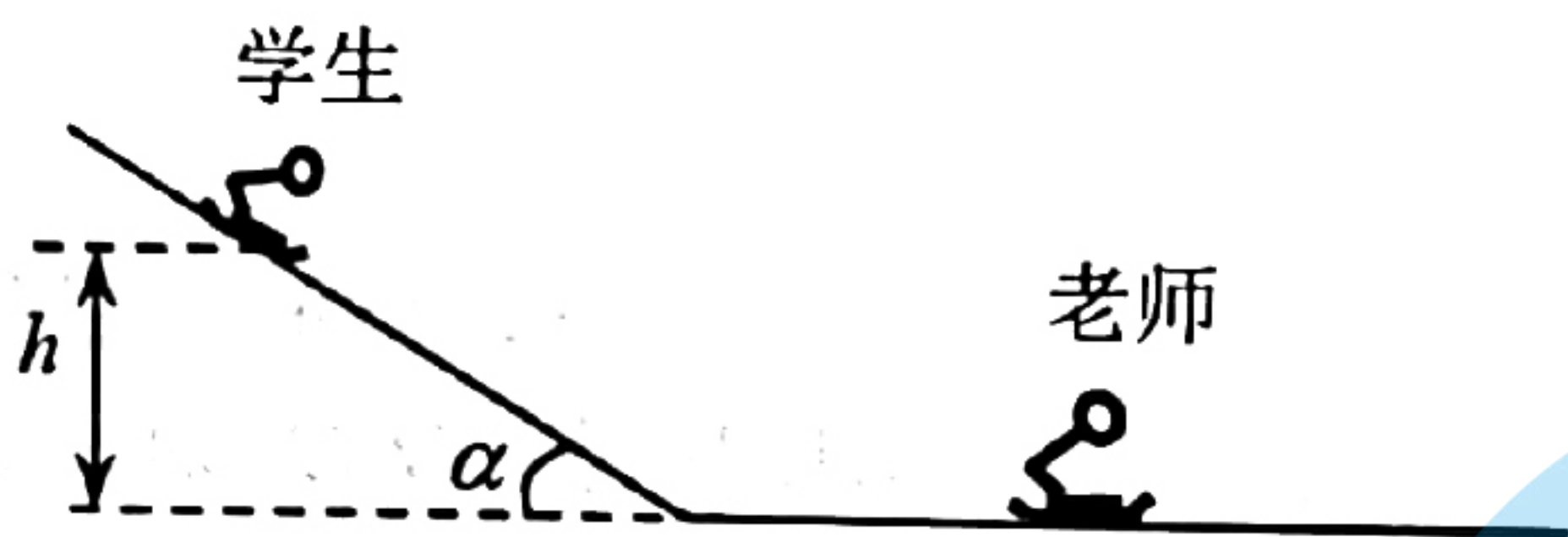


图 19

18. (9分) 如图 20 甲所示, 平行导轨与电阻 R 连接, 导体棒 MN 在运动中与平行导轨始终保持垂直。电阻不计的平行导轨宽 $l = 0.4\text{m}$, 所接电阻 $R = 0.4\Omega$ 。匀强磁场的磁感应强度 $B = 0.1\text{T}$, 磁场方向垂直于纸面向里。导体棒 MN 的电阻 $r = 0.1\Omega$, 以 $v = 5\text{m/s}$ 的速度向右匀速运动。

- (1) 判断 M 、 N 中哪个位置相当于电源的正极? 画出闭合电路的等效电路图;
- (2) 求电阻 R 产生电热的功率 P ;
- (3) 设 $t = 0\text{s}$ 时, 穿过回路所围成面积的磁通量为 φ_0 , 求出穿过回路的磁通量 φ 随 t 变化的函数关系, 并在图 20 乙中画出相应的 $\varphi-t$ 图像。

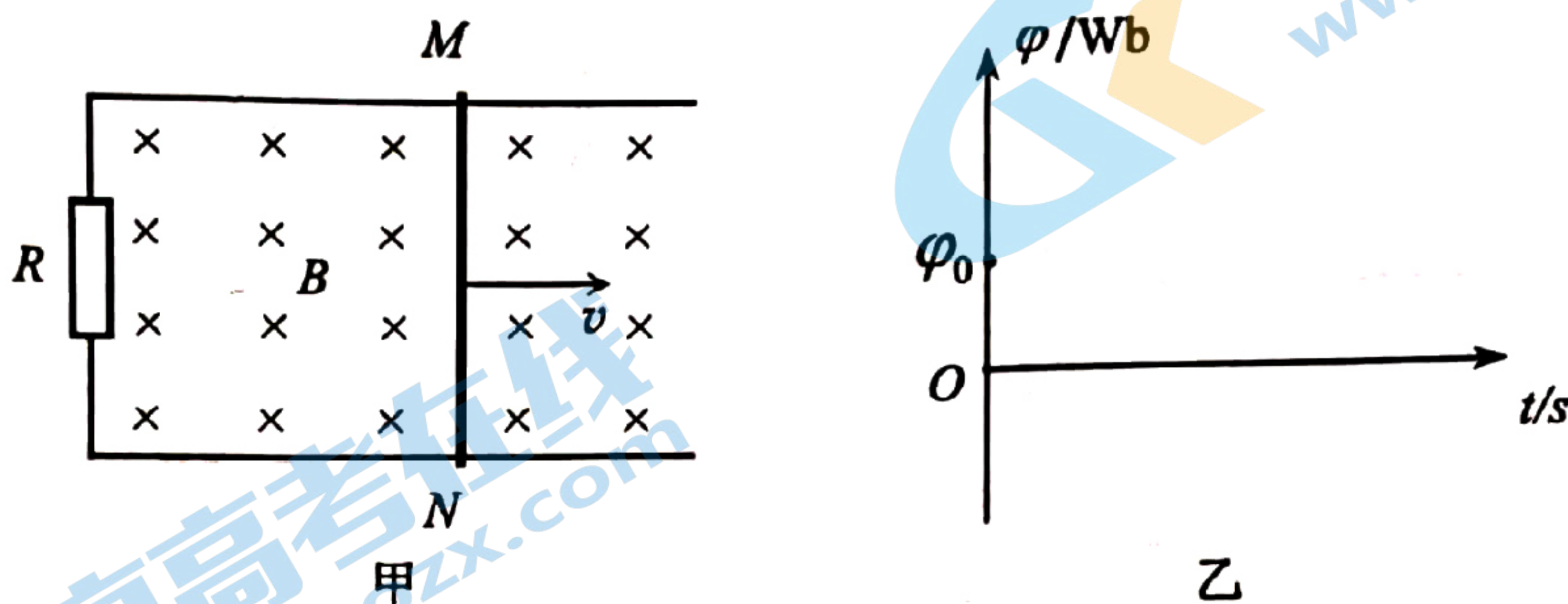


图 20

19. (10分) 如图 21 甲所示, 两个相同的平行金属极板 P 、 Q 水平放置, 高速电子在 O_1 点沿中线 O_1O_2 射入, 速度大小为 v_0 。极板 P 、 Q 的长度为 L , 极板间的距离为 d , 电子的质量为 m , 电荷量为 e , 忽略电子所受重力和电子之间的相互作用。

- (1) 若在极板 P 、 Q 间只加垂直于纸面的匀强磁场, 电子垂直打在极板 P 上, 求此匀强磁场的磁感应强度 B ;
- (2) 若在极板 P 、 Q 间只加恒定电压 U_0 , 电子穿过极板 P 、 Q 时, 沿竖直方向偏移的距离为 $\frac{1}{8}d$, 求 U_0 的大小;
- (3) 若在极板 P 、 Q 间只加一交变电压, 其电压 u 随时间 t 变化的图像如图 21 乙所示, 电压的最大值为 $2U_0$ 。电子在 O_1 点持续均匀的沿 O_1O_2 射入, 且在单位时间内射入的电子数为 N , 在 O_2 点竖直放置一个较短的金属条, 金属条长为 Δl (Δl 比 $\frac{1}{8}d$ 小)。

求该金属条上能够检测到的平均电流强度 I 的大小。(由于电子在 P 、 Q 板间运动时间极短, 远小于交变电压的周期, 电子在穿过 P 、 Q 板间时的电压认为不变)。

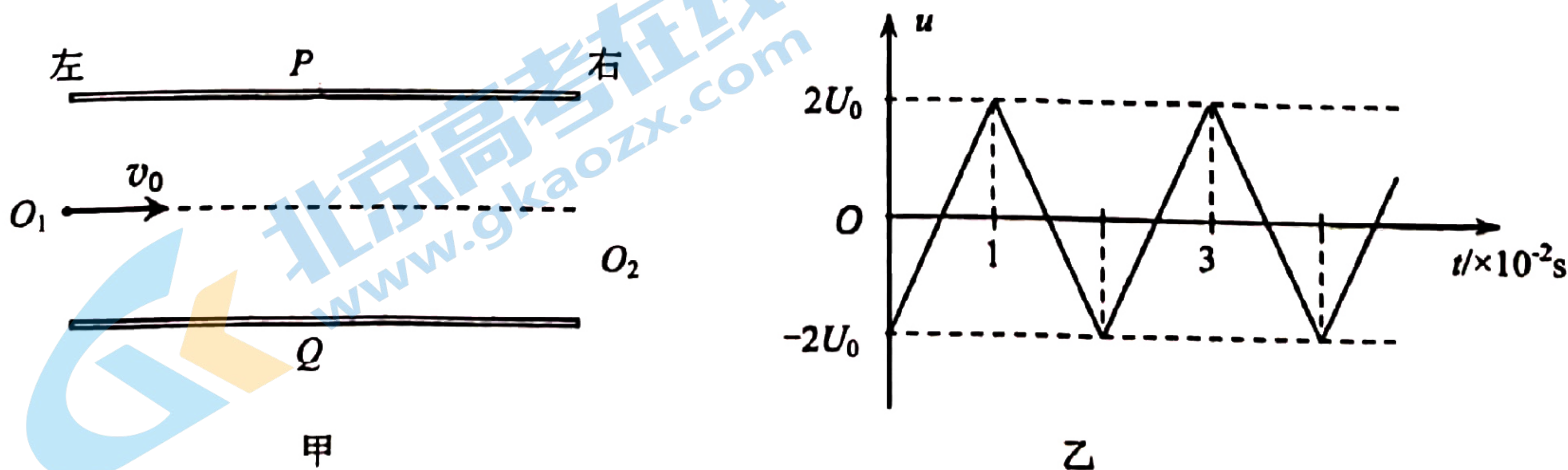


图 21

关注北京高考在线官方微信: [北京高考资讯 \(ID:bj-gaokao\)](#), 获取更多试题资料及排名分析信息。

20. (12分) 2020年12月1日23时11分,嫦娥五号的着上组合体成功着陆在月球的预定区域。由于其着陆腿具有缓冲、吸能、防振、防倾斜等功能,确保了着上组合体稳定可靠地完成与月球的“亲密拥抱”。

(1) 着陆腿的工作原理可简化为:如图22甲所示,附着轻弹簧的物块由静止释放,当物块在着地过程中速度减为零时,缓冲弹簧不再发生形变,物块即刻平稳地静止在地面上。设物块的质量为 m ,下落高度为 H 。

①此过程中弹簧“吸收”物块的能量 E 是多少?

②简要说明减小物块对地面冲击力的原理。

(2) 着上组合体在月表上方约30m时自主确定着陆点并开始垂直降落。关闭发动机时,它对月面高 $h=2\text{m}$,速度 $v=2\text{m/s}$ 。

具有“吸能”功能的四个着陆腿是用特制的铝蜂窝材料做成的,图22乙是在地面做模拟试验时得到的着陆腿所受冲击力随位移变化的 $F-x$ 曲线。假设着上组合体在月球着陆时,着陆腿所受的冲击力随位移变化的 $F-x$ 曲线与图22乙相同。请你估算着上组合体的质量 M (计算时,取地球和月球的半径之比 $k_1\approx 4$,质量之比 $k_2\approx 80$,地球表面附近的重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$)。

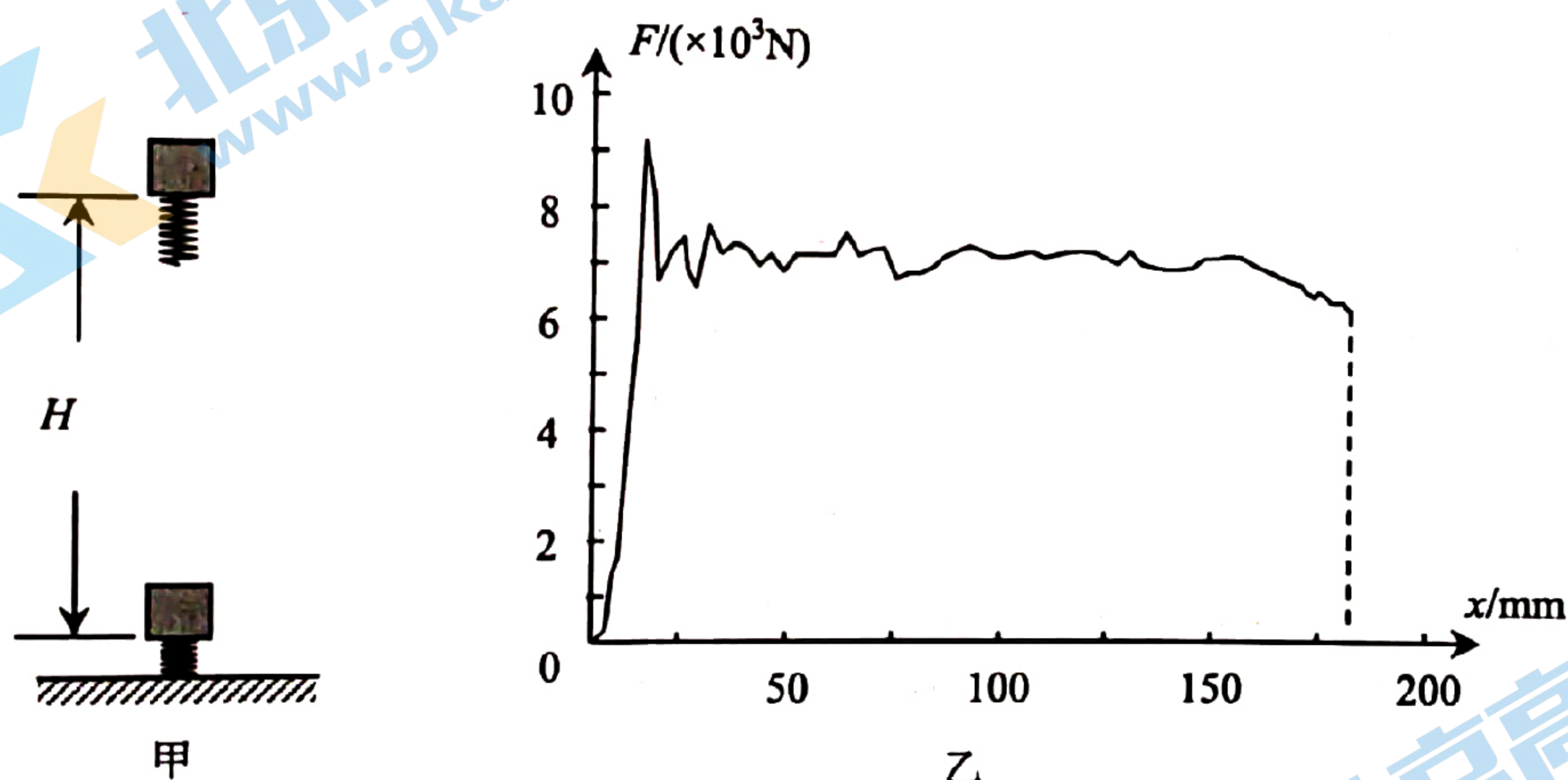


图 22

关注北京高考在线官方微信: [北京高考资讯 \(ID:bj-gaokao\)](#), 获取更多试题资料及排名分析信息。

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯