

# 海淀高三物理查漏补缺题

2020.6

使用说明：

各位老师好！

本“查漏补缺题”是根据北京高考近年来的命题特点，以及海淀区本届高三四次全区统一考试命题设计的基础上，对于一些知识点、能力点等觉得考查覆盖欠缺或力度不够的考虑而编选的，并不是一份完整的试卷，更不是考前的猜押重点。因此，本份试题不宜做为完整的试卷来使用，应结合本校近期对于各区模拟练习落实的情况加以选择使用，目的只是查漏补缺。在编选校本的查漏补缺题时，要设计好针对本校学生实际能力水平的难度，宜易不易难，目的是扫知识与能力的死角，而不是能力水平的大面积提升。

感谢老师们一年来对我工作的大力支持，祝老师们生活愉快，工作顺利！

1. 下列各种物理现象中，与原子核内部变化有关的是（ D ）

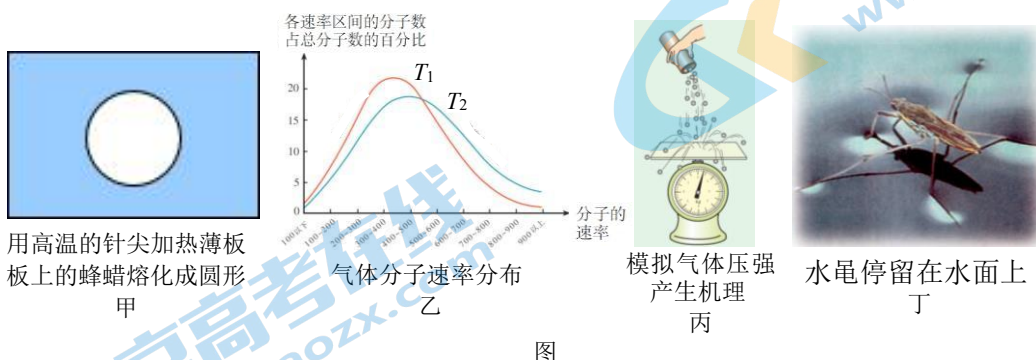
- A. 用紫外线照射锌板，锌板向外发射光电子的现象
- B. 氢原子发光时，形成不连续的线状光谱的现象
- C. 用  $\alpha$  粒子轰击金箔后，极少数  $\alpha$  粒子发生大角度偏转的现象
- D. 比结合能小的原子核结合成或分解成比结合能大的原子核时释放核能的现象

2. 下列说法中错误的是（ BCDG ）

- A. 天然放射现象中的  $\beta$  射线是从自原子核内发出来的
- B. 核力是核子间的库仑引力
- C. 5G 信号比 4G 信号所用的无线电波在真空中传播得更快
- D. 自然发生的热传递过程是向着分子热运动有序性增大的方向进行的
- E. 不仅光子具有波粒二象性，一切运动的微粒都具有波粒二象性
- F. 当物体的速度接近光速时，其运动规律不适合用经典力学来描述
- G. 调谐是电磁波发射应该经历的过程，调制是电磁波接收应该经历的过程

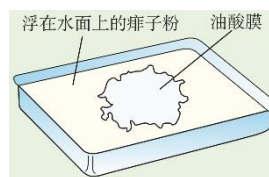
3. 关于下列实验或现象的说法，正确的是（ C ）

- A. 图甲说明薄板一定是非晶体
- B. 图乙说明气体分子速率分布随温度变化，且  $T_1 > T_2$
- C. 图丙的实验情景可以说明气体压强的大小既与分子动能有关，也与分子的密集程度有关
- D. 图丁中的现象说明水黾受到了浮力作用，且浮力与重力平衡



4. 在“用油膜法估测分子的大小”的实验中，下列说法中正确的是（ B ）

- A. 用油膜法可以精确测量分子的大小
- B. 油酸分子直径近似等于纯油酸体积除以相应油膜面积
- C. 计算油膜面积时，应舍去所有不足一格的方格
- D. 实验时应先将一滴油酸酒精溶液滴入水中，再把痱子粉均匀地撒在水面上

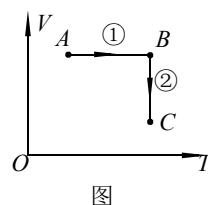


5. 对于一定质量的理想气体, 下列说法中正确的是 ( CE )

- A. 若单位体积内分子个数不变, 当分子热运动加剧时, 压强可能不变
- B. 若压强不变而温度降低, 则单位体积内分子个数一定减少
- C. 若体积不变而温度升高, 则气体分子热运动的平均动能增大, 气体压强也变大
- D. 若体积不变而温度升高, 则每个气体分子对器壁的冲击力都增大
- E. 若温度不变而体积增大, 则气体的压强一定减小

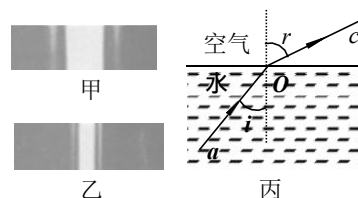
6. 如图所示, 一定量的理想气体由状态  $A$  经过过程①到达状态  $B$ , 再由状态  $B$  经过过程②到达状态  $C$ , 其中过程①图线与横轴平行, 过程②图线与纵轴平行。对于这个变化过程, 下列说法中正确的是 ( C )

- A. 从状态  $A$  到状态  $B$  的过程, 气体放出热量
- B. 从状态  $A$  到状态  $B$  的过程, 气体分子热运动的平均动能在减小
- C. 从状态  $B$  到状态  $C$  的过程, 气体分子对容器壁撞击的频繁程度增加
- D. 从状态  $B$  到状态  $C$  的过程, 气体吸收热量



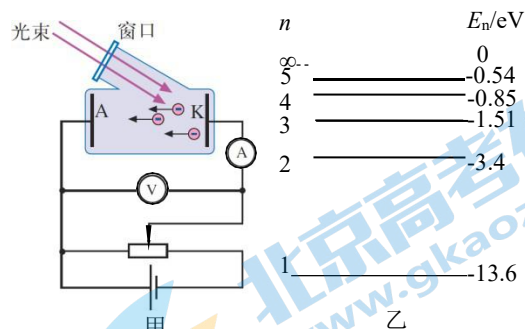
7. 用  $a$ 、 $b$  两种不同的单色光在相同条件下分别经同一单缝衍射装置得到的衍射图样如图甲、乙所示。现使  $a$  光从水中斜射向水面上的  $O$  点, 其入射角为  $i$ 、折射角为  $r$ , 如图丙所示。对于这两种单色光, 下列说法正确的是 ( C )

- A. 在真空中  $a$  光的波长较短
- B. 水对  $a$  光的折射率  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$
- C. 在水中  $a$  光的传播速度较大
- D.  $a$  光从水中射向空气发生全反射时的临界角较小



8. 大量处于  $n=4$  激发态的氢原子向低能级跃迁时能辐射出多种不同频率的光, 用这些光照射如图甲所示的光电管的阴极  $K$ 。已知氢原子的部分能级图如图乙所示, 阴极  $K$  为金属钨, 其逸出功为  $4.54\text{eV}$ 。下列说法中正确的是 ( A )

- A. 这些氢原子最多能发出 6 种不同频率的光
- B. 能使金属钨发生光电效应的光有 4 种
- C. 逸出光电子的最大初动能一定为  $9.06\text{eV}$
- D. 若将滑动变阻器的滑片调到最左端, 电路中的光电流一定变为 0



8B. 如图甲所示为研究光电效应的电路图, 当用一定频率的光照射金属阴极  $K$  时, 通过调节光电管两端电压  $U$ , 测量对应的光电流强度  $I$ , 并绘制了如图乙所示的  $I-U$  图象。已知电子所带电荷量为  $e$ , 图象中遏止电压  $U_c$ 、饱和光电流  $I_m$  及入射光的频率  $\nu$ 、普朗克常量  $h$  均为已知量。下列说法正确的是 ( BC )

- A. 阴极金属的逸出功为  $h\nu + |eU_c|$
- B. 阴极逸出电子的最大初动能为  $eU_c$
- C. 若仅增大入射光的频率  $\nu$ , 则光电子的最大初动能的数值也随之增大
- D. 若仅增大入射光的强度, 则光电子的最大初动能的数值也随之增大
- E. 当用波长大于  $c/\nu$  的光照射阴极  $K$  时, 一定不能产生光电流
- F. 当用频率小于  $\nu$  的光照射阴极  $K$  时, 一定不能产生光电流

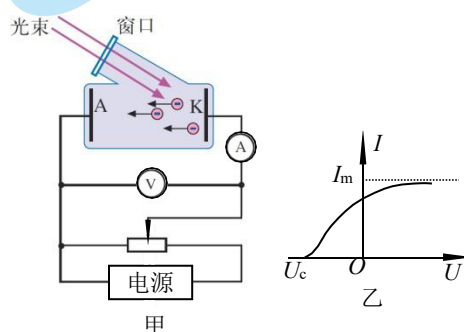
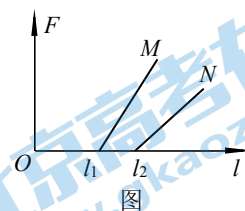


图 14

9. 一个实验小组在做“探究弹簧形变与弹力的关系”的实验中，使用了两根不同的轻质弹簧  $M$  和  $N$ ，他们得到弹力与弹簧长度的关系图象如图所示，则由图可知（ B ）

- A.  $M$  的原长比  $N$  的长
- B.  $M$  的劲度系数比  $N$  的大
- C. 实验过程中两弹簧都已超过了弹性限度
- D. 弹力与弹簧长度成正比



10. 探究弹力和弹簧伸长的关系时，作出弹力  $F$  与弹簧总长度  $L$  的关系图线如图所示。则（ D ）

- A. 该弹簧的原长为 10m
- B. 该弹簧的劲度系数为 0.25N/m
- C. 在该弹簧下端悬挂 1.0N 的重物时，弹簧的长度为 18cm
- D. 在该弹簧下端悬挂 2.0N 的重物时，弹簧的形变量为 10cm

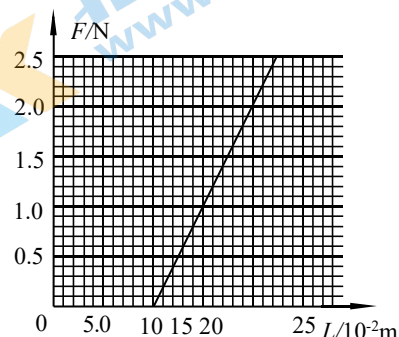


图 10

11. 如图所示，边长为  $L$  的单匝均匀金属线框置于光滑水平桌面上，在拉力作用下以恒定速度通过宽度为  $D$  ( $D > L$ ) 方向竖直向下的有界匀强磁场。在整个过程中线框的  $ab$  边始终与磁场的边界平行，若以  $F$  表示拉力大小、以  $U_{ab}$  表示线框  $ab$  两点间的电势差、 $I$  表示通过线框的电流、 $P$  表示拉力的功率，则下列反映这些物理量随时间变化的图象中可能正确的是（ C ）

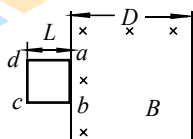


图8-3

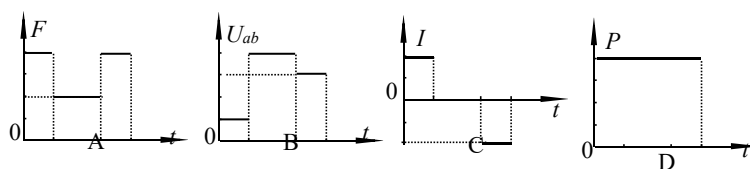


图 8-3

11B. 如图 1 虚线上方空间有匀强磁场，扇形导线框绕垂直于框面的轴  $O$  以角速度  $\omega$  匀速转动，线框中感应电流方向以逆时针为正，以图示位置作为计时起点，那么图 2 中可能正确表明线框转动一周感应电流变化情况的是（ A ）

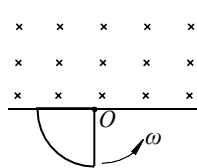


图 1

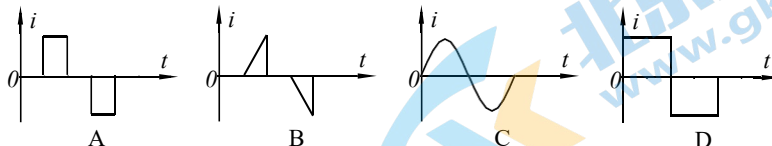
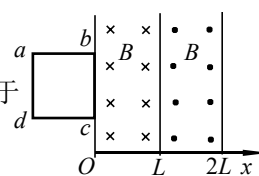
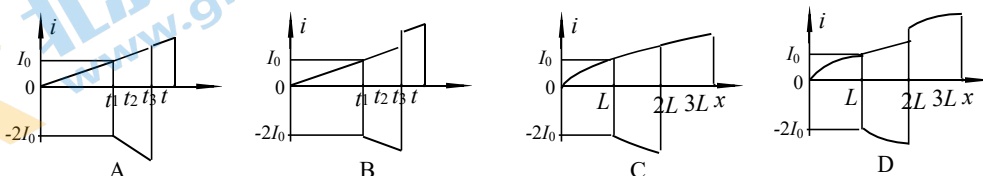


图 2

12. 如右图，一有界区域内，存在着磁感应强度大小均为  $B$ ，方向分别垂直于光滑水平桌面向下和向上的匀强磁场，磁场宽度均为  $L$ ，边长为  $L$  的正方形线框  $abcd$  的  $bc$  边紧靠磁场边缘置于桌面上，使线框从静止开始沿  $x$  轴正方向匀加速通过磁场区域，若以逆时针方向为电流的正方向，能反映线框中感应电流变化规律的是图（AC）



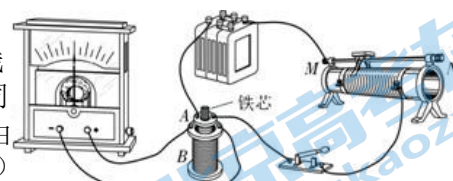
图



图



13. 某同学在“探究感应电流产生的条件”的实验中,将直流电源、滑动变阻器、线圈  $A$  (有铁芯)、线圈  $B$ 、灵敏电流计及开关按图连接成电路。在实验中该同学发现开关闭合的瞬间,灵敏电流计的指针向右偏。由此可以判断,在保持开关闭合的状态下 ( B )



- A. 当线圈  $A$  拔出时,灵敏电流计的指针向右偏
- B. 当线圈  $A$  中的铁芯拔出时,灵敏电流计的指针向左偏
- C. 当滑动变阻器的滑片匀速滑动时,灵敏电流计的指针不偏转
- D. 当滑动变阻器的滑片向  $N$  端滑动时,灵敏电流计的指针向左偏

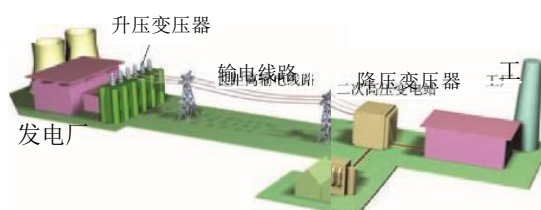
14. 某高压变电所通过变压器向一工厂送电,输送电压为  $U$ ,输送功率为  $P$ ,输电线电阻为  $R$ ,下列说法正确的是 ( C )

A. 如果输送功率与输电线电阻不变,输送电压变为原来的 2 倍,则输电线上损失的功率变为原来的四倍

B. 如果输送功率与输送电压不变,输电线电阻变为原来的 2 倍,则损失功率变为原来的二分之一

C. 如输送功率  $P$  不变输电电压越高,则输电线上的电流一定越小

D. 输送功率  $P$  的具体数值由变电所决定,与工厂的用电情况无关



图

15. 在国际单位制 (简称 SI) 中,力学和电学的基本单位有:  $m$  (米)  $kg$  (千克)  $s$  (秒)  $A$  (安培) 导出单位  $V$  (伏特) 用上述基本单位可表示为 ( B )

- A.  $m^2 kg s^{-4} A^{-1}$
- B.  $m^2 kg s^{-3} A^{-1}$
- C.  $m^2 kg s^{-2} A^{-1}$
- D.  $m^2 kg s^{-1} A^{-1}$

16. 电影《流浪地球》讲述的是面对太阳快速老化膨胀的灾难,人类制定了“流浪地球”计划,这首先需要使自转角速度大小为  $\omega$  的地球停止自转,再将地球推移出太阳系到达距离太阳最近的恒星 (比邻星) 为了使地球停止自转,设想的方案就是在地球赤道上均匀地安装  $N$  台“喷气”发动机,如图 10 所示 ( $N$  较大,图中只画出了 4 个) 假设每台发动机均能沿赤道的切线方向提供大小恒为  $F$  的推力,该推力可阻碍地球的自转。已知描述地球转动的动力学方程与描述质点运动的牛顿第二定律方程  $F=ma$  具有相似性,为  $M=I\beta$ ,其中  $M$  为外力的总力矩,即外力与对应力臂乘积的总和,其值为  $NFR$ ;  $I$  为地球相对地轴的转动惯量;  $\beta$  为单

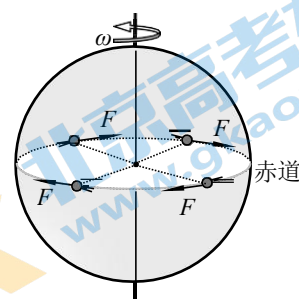


图 10

位时间内地球的角速度的改变量。将地球看成质量分布均匀的球体,下列说法中正确的是 ( AFIJK )

A. 在  $M=I\beta$  与  $F=ma$  的类比中,与质量  $m$  对应的物理量是转动惯量  $I$ ,其物理意义是反映改变地球绕地轴转动情况的难易程度

B. 地球自转刹车过程中,赤道表面附近的重力加速度逐渐变小

C. 地球停止自转后,赤道附近比两极点附近的重力加速度大

D. 地球自转刹车过程中,两极点的重力加速度逐渐变大

E. 这些行星发动机同时开始工作,使地球停止自转所需要的时间为  $\frac{\omega I}{NF}$

F. 若发动机“喷气”方向与地球上该点的自转线速度方向相反,则地球赤道地面的人可能会“飘”起来

G. 在  $M=I\beta$  与  $F=ma$  的类比中,力矩  $M$  对应的物理量是  $m$ ,其物理意义是反映改变地球绕地轴转动情况的难易程度

H.  $\beta$  的单位应为 rad/s

I.  $\beta$ - $t$  图象中曲线与  $t$  轴围成的面积的绝对值等于角速度的变化量的大小

J. 地球自转刹车过程中, 赤道表面附近的重力加速度逐渐变大

K. 若停止自转后, 地球仍为均匀球体, 则赤道处附近与极地附近的重力加速度大小没有差异

17. 在做“研究平抛物体的运动”的实验中, 为了确定做平抛运动的小球在不同时刻所通过的位置, 实验时用如图9 所示的装置, 将一块平木板钉上复写纸

和白纸, 竖立紧靠槽口处, 使小球从斜槽上紧靠挡板处由静止滑下, 小球撞在木板上留下痕迹A; 将木板向后移距离  $x$ , 再使小球从斜槽上紧靠挡板处由静止滑下, 小球撞在木板上留下痕迹B; 又将木板再向后移距离  $x$ , 小球再从斜槽上紧靠挡板处由静止滑下, 再得到痕迹C。若测得木板每次后移距离  $x=10.00\text{cm}$ , A、B 间距离  $y_1=4.78\text{cm}$ , B、C 间距离  $y_2=14.82\text{cm}$ 。(g 取  $9.80\text{m/s}^2$ )

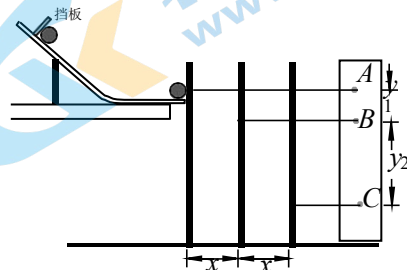


图9

(1) 根据以上直接测量的物理量导出测小球初速度的公式为  $v_0 =$  \_\_\_\_\_ (用题中所给字母)。

(2) 小球初速度值为 \_\_\_\_\_ m/s。

17.(1)  $x \sqrt{\frac{g}{2y_1}}$  或  $x \sqrt{\frac{2g}{y_2+y_1}}$  或  $x \sqrt{\frac{g}{y_2-y_1}}$  或  $\frac{2x\sqrt{2gy_1}}{y_1+y_2}$ , (2)  $1.00 \pm 0.02$

17B. 如图 30 甲所示, 水平桌面上固定有一位于竖直平面内的弧形轨道 A, 其下端的切线是水平的, 轨道的厚度可忽略不计。将小铁块 B 从轨道的固定挡板处由静止释放, 小铁块沿轨道下滑, 最终落到水平地面上。若测得轨道末端距离水平地面的高度为  $h$ , 小铁块从轨道飞出到落地的水平位移为  $x$ , 已知当地的重力加速度为  $g$ 。

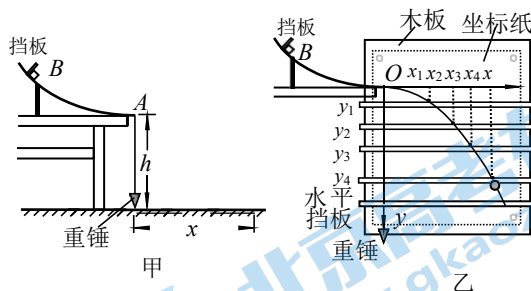


图 30

(1) 求小铁块落至水平地面时的速度;

(2) 若在竖直木板上固定一张坐标纸 (如图30 乙所示) 并建立直角坐标系  $xOy$ , 使坐原点  $O$  与轨道槽口末端重合,  $y$  轴与重垂线重合,  $x$  轴水平。实验中使小铁块每次都从固定挡板处由静止释放并沿轨道水平抛出。依次下移水平挡板的位置, 分别得到小铁块在水平挡板上的多个落点, 在坐标纸上标出相应的点迹, 再用平滑曲线将这些点迹连成小铁块的运动轨迹。在轨迹上取一些点得到相应的坐标  $(x_1, y_1)$ 、 $(x_2, y_2)$ 、 $(x_3, y_3)$ 、 $(x_4, y_4)$ .....。

①若  $x_1=x_2-x_1=x_3-x_2=x_4-x_3$ , 试写出  $y_1$ 、 $y_2$ 、 $y_3$ 、 $y_4$  之间的关系;

②若  $y_1=y_2-y_1=y_3-y_2=y_4-y_3$ , 试写出  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$  之间的关系。

17B.(1)  $\sqrt{\frac{x^2 g}{2h}} + 2gh$ , 与水平面的夹角  $\theta = \tan^{-1}(2h/x)$ ;

(2) ①  $y_1:y_2:y_3:y_4=1:4:9:16$  或  $y_1:(y_2-y_1):(y_3-y_2):(y_4-y_3)=1:3:5:7$ ; ②  $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\sqrt{4}$

18. 在“测定玻璃的折射率”的实验中,实验小组在白纸上放好玻璃砖  $MNPQ$ ,画出玻璃砖与空气的两个界面  $aa'$ 和 $bb'$ (如图)在玻璃砖的一侧插上大头针 $P_1$ 。

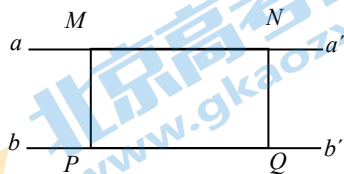
(1) 接下来他们要完成的步骤可以是\_\_\_\_\_D

A 在玻璃砖的另一侧插上大头针 $P_2$ ,使 $P_2$ 挡住 $P_1$ 的像,撤去玻璃砖,拔出大头针,描绘出光路图。

B 在玻璃砖的另一侧插上大头针  $P_2$  和 $P_3$ ,使  $P_2$ 、 $P_3$  均能挡住 $P_1$ 的像,撤去玻璃砖,拔出大头针,描绘出光路图。

C 在 $P_1$ 的同侧插上大头针  $P_2$ ,在玻璃砖的另一侧插上大头针  $P_3$ ,使  $P_3$  能同时挡住  $P_1$  和  $P_2$  的像,撤去玻璃砖,拔出大头针,描绘出光路图。

D 在 $P_1$ 的同侧插上大头针  $P_2$ ,在玻璃砖的另一侧插上大头针  $P_3$  和 $P_4$ ,使  $P_3$  能同时挡住  $P_1$  和 $P_2$ 的像,使  $P_4$  能同时挡住  $P_3$  以及  $P_1$  和 $P_2$ 的像,撤去玻璃砖,拔出大头针,描绘出光路图。



(2) 某次实验中,实验小组一直无法透过玻璃砖看到另一侧的两枚大头针重叠在一起,这可能是因为\_\_\_\_\_AB

A. 沿两枚大头针的光线没能射入玻璃砖

B. 沿两枚大头针的光线在进入玻璃砖之后直接从  $MP$  或 $NQ$  侧面射出了

C. 沿两枚大头针的光线在玻璃砖  $aa'$ 或 $bb'$ 界面发生了全反射

(3) 实验小组内的三位学生在实验中

①第一位学生在纸上正确画出了玻璃砖的两个折射面  $aa'$ 和 $bb'$ 。因不慎碰动了玻璃砖,使它向  $aa'$ 方向平移了一点(如图14-1所示),以后的操作都正确无误,并仍以  $aa'$ 和 $bb'$ 为折射面画出了光路图,这样测出的折射率 $n$ 的值将\_\_\_\_\_ (选填“偏大”、“偏小”或“不变”)。 不变

②第二位学生为了避免笔尖触划玻璃砖的折射面,画出的 $aa'$ 和 $bb'$ 都比实际的折射面向外侧平移了一些(如图14-2所示)以后的操作都正确无误,并仍以 $aa'$ 和 $bb'$ 为折射面画出了光路图,这样测出的折射率 $n$ 的值将\_\_\_\_\_ (选填“偏大”、“偏小”或“不变”)。 偏小

③第三位学生的操作和所画的光路图都正确无误,只是所用的玻璃砖的两个折射面不平行(如图14-3所示)。用这块玻璃砖测出的折射率 $n$ 的值将\_\_\_\_\_ (选填“偏大”、“偏小”或“不变”)。 不变

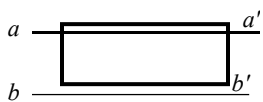


图14-1

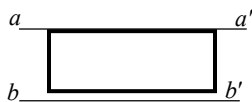


图14-2



图 14-3

(4) 另一实验小组的甲、乙、丙、丁四位同学实验中得到如图所示的插针结果,由图可知

①从图上看,肯定把针插错了的同学是\_\_\_\_\_。甲乙

②从图上看,测量结果准确度最高的同学是\_\_\_\_\_。丁



图17-29

19. 某同学在“利用单摆测量重力加速度”的实验中，采用图 1 所示的实验装置。

(1) 为提高实验精度，组装单摆时，在下列器材中，应该选用\_\_\_\_\_。(用器材前的字母表示)

- A. 长度为 30cm 左右的细线
- B. 长度为 1m 左右的细线
- C. 直径为 1.0cm 的塑料球
- D. 直径为 1.0cm 的实心钢球



图 1

(2) 下表是某同学记录的 5 组实验数据，并做了部分计算处理。

| 组次                                     | 1     | 2     | 3     | 4      | 5      |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 摆长 $L/\text{cm}$                       | 70.00 | 80.00 | 90.00 | 100.00 | 110.00 |
| 50 次全振动时间 $t/\text{s}$                 | 84.0  | 90.0  | 95.5  | 100.0  | 105.0  |
| 振动周期 $T/\text{s}$                      | 1.68  | 1.80  | 1.91  |        | 2.10   |
| 重力加速度 $g/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$ | 9.79  | 9.74  | 9.73  |        | 9.85   |

请计算出第 4 组实验中的  $T=_____$  s,  $g=_____$   $\text{m/s}^2$ . (结果保留 3 位有效数字)

(3) 为了减小实验误差，他决定用图象法处理数据，利用上表数据作出  $T^2-L$  图象如图 2 所示。计算出图线的斜率为  $k$ ，则重力加速度测量值的表达式为  $g=_____$ 。

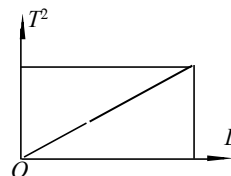


图 2

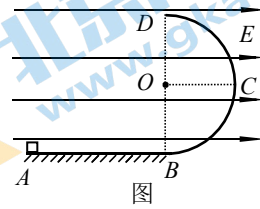
(4) 某研学小组利用单摆制作了一种测量微小时间差的装置，它由两个摆长有微小差别的单摆构成，两个单摆的悬挂点位于同一高度的前后两个不同点，使得两单摆摆动平面前后相互平行。具体操作如下：首先测得两单摆完成 50 次全振动的时间分别为 50.00s 和 49.00s，然后把两摆球向右拉至相同的摆角处（小于  $5^\circ$ ）事件 1 发生时立刻释放长摆摆球，事件 2 发生时立刻释放短摆摆球，测得短摆经过  $8\frac{3}{4}$  全振动后，两摆恰好第一次同时同方向通过某位置，由此可得出事件 1 到事件 2 的微小时间差  $\Delta t=_____$  s。为了提高该装置对时间差的分辨能力，你认为可以做出的改进是什么？（至少说一种）

(1) BD (2) 2.00; 9.86~9.87 (3)  $\frac{4\pi^2}{k}$

(4) 0.175 保持长摆摆长不变，增加短摆摆长，使摆长差变小；或者保持摆长差不变，增大摆长；



20. 如图所示, 长为  $2R$  的水平轨道  $AB$  与半径为  $R$  的竖直半圆形轨道  $BCD$  相切于  $B$  点, 整个空间存在沿水平方向的匀强电场。今将质量为  $m$  的带正电物块 (可视为质点) 从水平轨道的  $A$  端由静止释放, 滑块在电场力的作用下沿轨道运动并通过  $D$  点。已知电场力的大小是物块所受重力的 2 倍, 空气阻力及轨道的摩擦均可忽略不计, 重力加速度为  $g$ 。求:



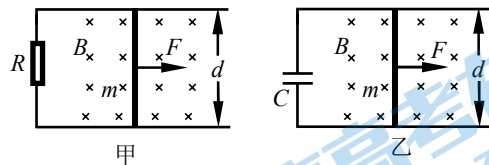
- (1) 滑块从  $A$  端运动到  $B$  端所需的时间  $t$ ;
- (2) 滑块从  $A$  端运动到  $B$  端电场力的冲量大小  $I$ ;
- (3) 滑块通过圆形轨道  $B$  点时的加速度大小  $a_B$ ;
- (4) 滑块通过圆形轨道  $B$  点时对轨道压力大小  $N_B$ ;
- (5) 滑块通过  $D$  点时的速度大小  $v_D$ 。
- (6) 请比较滑块在  $B$ 、 $D$  两点机械能的大小, 说明理由。

(1)  $t = \sqrt{\frac{2R}{g}}$ ; (2)  $I = 2m \sqrt{2gR}$ ; (3)  $a_B = \sqrt{68}g$ ; (4)  $N_B = 9mg$  (注意: 有牛顿第三定律的要求); (5)  $v_D = 2 \sqrt{gR}$ ; (6) 从  $B$  点到  $D$  点过程中重力做负功但不改变机械能, 电场力做功为零, 因此滑块在  $B$  点的机械能等于在  $D$  点机械能的大小。

律的要求); (5)  $v_D = 2 \sqrt{gR}$ ; (6) 从  $B$  点到  $D$  点过程中重力做负功但不改变机械能, 电场力做功为零, 因此滑块在  $B$  点的机械能等于在  $D$  点机械能的大小。

21. 水平面上有两根足够长的光滑平行金属导轨, 两导轨间距为  $d$ , 在导轨上有质量为  $m$  的导体杆。整个装置处于方向竖直向下、磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中。现用一水平恒力  $F$  向右拉动导体杆由静止开始运动, 杆与轨道之间的摩擦和空气阻力, 以及导轨的电阻均可忽略不计。假设导轨长度足够长, 磁场的范围也足够大, 在整个运动过程中杆与轨道保持垂直且良好接触。

Ⅰ 若在导轨之间接有一阻值为  $R$  的定值电阻, 导体杆接两轨道之间的电阻为  $r$  如图甲所示, 求:



- ① 导体杆所能达到的最大速度  $v_m$ ;
- ② 导体杆运动距离为  $s_0$  过程中, 通过电阻  $R$

的电荷量  $q$ ;

Ⅱ 若导体杆的电阻可忽略不计, 在导轨之间接有一电容为  $C$  的不带电的电容器, 如图乙所示, 在电容器不会被击穿的情况下,

- ① 电容器极板上积累的电荷量与金属棒速度大小  $v$  的关系;

② 请分析说明导体杆运动的性质, 并求出导体杆在时间  $t$  内通过的位移  $s$  大小。

【参考答案】

(1) ①  $F - \frac{B^2 d^2 v}{R+r} = ma$  当  $a = 0$  时, 有速度最大  $v_m = \frac{F(R+r)}{B^2 d^2}$

②  $q = It = B \Delta S / (R+r) = B d s_0 / (R+r)$

(2) ① 棒  $m$  下滑, 感应电动势:  $E = BLv$ , 电容器所带电荷量:  $Q = CE = CBLv$

②  $i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{C \Delta U}{\Delta t} = \frac{CB d \Delta v}{\Delta t} = CB d a$

$F - Bid = ma$

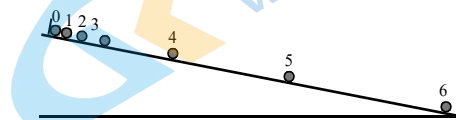
$a = \frac{F}{m + CB^2 d^2}$  是定值, 所以导体杆做匀加速直线运动, 因此  $s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{F t^2}{2(m + CB^2 d^2)}$



22. 对于不同类型的物体和运动情况，测量速率的方法往往是不同的，当然测量速度的方法也受到历史的局限性和实验室提供的仪器的限制。

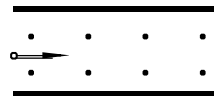
(1) 历史上，由于测量条件的限制，伽利略无法用直接测量运动速度的方法来寻找自由落体的运动规律。因此他设想用斜面来“冲淡”重力，“放慢”运动，而且把速度的测量转化为对路程和时间的测量，并把自由落体运动看成为沿倾角为  $90^\circ$  的斜面下滑运动的外推。假设一个时间单位为  $T$ ，一个长度单位  $d$ ，实验中记录了小球沿光滑斜面在不同时间内相对于起始点的距离，如下表所示，则分析表中数据可知，小球在  $t=3T$  时刻的瞬时速度等于多少？（用已知量  $T$ 、 $d$  表示即可）

|    |   |     |      |      |       |       |       |
|----|---|-----|------|------|-------|-------|-------|
| 时间 | 0 | $T$ | $2T$ | $3T$ | $4T$  | $5T$  | $6T$  |
| 距离 | 0 | $d$ | $4d$ | $9d$ | $16d$ | $25d$ | $36d$ |



图

(2) 带电粒子的速度可以利用速度选择器进行测量。如下图所示，真空环境中平行放置的金属板间距为  $d$ ，两板间有垂直纸面向外、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场，带电粒子以某一速度两金属板的左侧中间沿平行于金属板面的方向射入两板间，当板间电压为  $U$  时，带电粒子恰好沿直线（图中虚线）穿越两板，不计带电粒子的重力，求它的速度大小？



(3) 由于中子不带电，因此中子的速度无法直接使用速度选择器进行测量，可以采用碰撞的方法进行间接测量。低速中子与静止的原子核发生相互作用，有一定概率会与原子核发生弹性正碰。假设一群低速中子的速度大小相同，甲、乙原子核质量分别为  $M_1$ 、 $M_2$ ，这群中子中的两个中子分别与静止的甲、乙两原子核发生弹性正碰后，利用电偏转或磁偏转的方法测量得甲、乙原子核被碰后的速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_2$ ，求这群中子的速度大小？

【答案】 (1)  $\frac{6d}{T}$  (2)  $\frac{U}{Bd}$  (3)  $\frac{(M_2 - M_1)v_1v_2}{2(M_2v_2 - M_1v_1)}$

23. 激光由于其单色性好、亮度高、方向性好等特点,在科技前沿的许多领域有着广泛的应用。根据光的波粒二象性可知,当光与其他物体发生相互作用时,光子表现出有能量和动量,对于波长为  $\lambda$  的光子,其动量  $p=h/\lambda$ 。已知光在真空中的传播速度为  $c$ ,普朗克常量为  $h$ 。

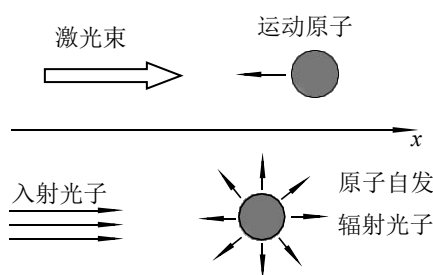
(1) 科研人员曾用强激光做过一个有趣的实验:一个水平放置的小玻璃片被一束强激光托在空中。已知激光竖直向上照射到质量为  $m$  的小玻璃片上后,全部被小玻璃片吸收,重力加速度为  $g$ 。求激光照射到小玻璃片上的功率  $P$ ;

(2) 激光冷却和原子捕获技术在科学上意义重大,特别是对生物科学将产生重大影响。所谓激光冷却就是在激光的作用下使得做热运动的原子减速,其具体过程如下:一质量为  $m$  的原子沿着  $x$  轴负方向运动,频率为  $\nu_0$  的激光束迎面射向该原子。运动着的原子就会吸收迎面而来的光子从基态跃迁,而处于激发态的原子会立即自发地辐射光子回到基态。原子自发辐射的光子方向是随机的,在上述过程中原子的速率已经很小,因而光子向各方向辐射光子的可能性可认为是均等的,因而辐射不再对原子产生

合外力的作用效果,并且原子的质量没有变化。

①设原子单位时间内与  $n$  个光子发生相互作用,求运动原子做减速运动的加速度  $a$  的大小;

②假设某原子以速度  $v_0$  沿着  $x$  轴负方向运动,当该原子发生共振吸收后跃迁到了第一激发态,吸收一个光子后原子的速度大小发生变化,方向未变。求该原子的第一激发态和基态的能级差  $\Delta E$ ?



解(1) 由题得:  $P = Nh \frac{c}{\lambda}$  (式中  $N$  为单位时间照射到玻璃片上的光子数)

经过时间  $t$ , 以入射的光子为研究对象, 由动量定理得:  $Ft = Nt \frac{h}{\lambda}$

设  $F'$  为光对玻璃板的作用力, 由牛顿第三定律:  $F = F'$

因为玻璃板静止, 则有:  $F' = mg$

联立解得:  $P = mgc$

(2) ①方法 1: 在很短的时间  $t$  内, 由动量守恒定律得:

$$mv_1 - n \frac{h\nu_0}{c} = mv_2, \quad v_1 \text{ 和 } v_2 \text{ 分别是原子与激光作用前后的速度}$$

$$\text{即: } m \frac{v_1 - v_2}{t} = n \frac{h\nu_0}{c}$$

$$\text{得: } a = \frac{nh\nu_0}{mc}$$

方法 2: 在很短的时间  $t$  内, 对光子由动量定理得:  $Ft = nt \frac{h\nu_0}{c}$  则  $F = n \frac{h\nu_0}{c}$ ,

由牛顿第三定律得:  $F' = F$

$$\text{所以 } m \text{ 的加速度为 } a = \frac{F}{m} = \frac{nh\nu_0}{mc}$$

②设吸收一个光子跃迁后, 原子的速度大小为  $v$ , 第一激发态和基态的能级差为  $\Delta E$ 。

由能量守恒定律得:  $\frac{1}{2}mv^2 + h\nu_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 + \Delta E$

由动量守恒定律得:  $mv_0 - h\nu_0/c = mv$

两式联立得： $\Delta E = h\nu_0 \left(1 + \frac{v_0}{c}\right) - \frac{1}{2} \frac{h^2 v_0^2}{mc^2}$





# 关于我们

北京高考资讯是专注于北京新高考政策、新高考选科规划、志愿填报、名校强基计划、学科竞赛、高中生涯规划的超级升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有北京高考在线网站（[www.gaokzx.com](http://www.gaokzx.com)）和微信公众平台等媒体矩阵。

目前，北京高考资讯微信公众号拥有30W+活跃用户，用户群体涵盖北京80%以上的重点中学校长、老师、家长及考生，引起众多重点高校的关注。  
北京高考在线官方网站：[www.gaokzx.com](http://www.gaokzx.com)

北京高考资讯（ID: bj-gaokao）  
扫码关注获取更多



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