

2020~2021学年度高三年级物理学科热身练习

2021.05

本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

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

1. 关于原子和原子核，下列说法正确的是

- A. α 粒子散射实验揭示了原子核内部的复杂性
- B. 阴极射线的发现说明原子是有复杂结构的
- C. 核反应方程中，质量数和电荷数不守恒
- D. 根据玻尔理论可知，一群处于 $n = 4$ 激发态能级的氢原子从向低能级跃迁最多可辐射 3 种频率的光子

2. 在热力学中，下列说法正确的是

- A. 当分子间的距离变小时，分子间作用力可能减小，也可能增大
- B. 物体的温度越高，分子热运动越剧烈，每个分子的动能越大
- C. 一定质量的理想气体吸热后，温度一定升高
- D. 一定质量的理想气体，对外做功，压强一定减小

3. 爱因斯坦于 1905 年在德国《物理年鉴》发表了论文《论动体的电动力学》，论文首先提出狭义相对论。根据狭义相对论，下列说法正确的是

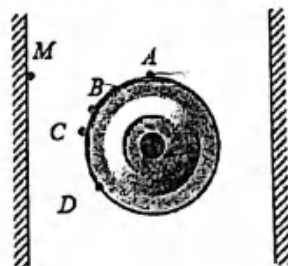
- A. 真空中的光速在不同惯性参考系中是不相同的
- B. 物体在接近光速运动时，它沿运动方向上的长度会变短
- C. 质量的测量结果与物体相对观察者的相对运动状态无关
- D. 狭义相对论彻底推翻了牛顿的经典物理学

4. “天和一号”是中国载人航天工程中第一个空间站核心舱，已于 2021 年 4 月 29 日在海南文昌由长征五号 B 运载火箭发射升空，这是中国空间站建造的重要起点。入轨后，“天和一号”的航天员将在一天内多次看到日出日落的神奇现象。则下列关于“天和一号”在轨飞行时的描述正确的是

- A. 离地面的高度大于地球同步卫星的高度
- B. 运行的向心加速度小于轨道所在处的引力加速度
- C. 运行速度小于第一宇宙速度
- D. 航天员可以利用天平测量物体的质量

5. 顺时针摇动水平放置的轮子，图为俯视图。若泥点从水平方向上飞出后打在竖直墙上的 M 点。可以判定，泥点是从哪点飞离圆盘的

- A 点 B 点 C 点 D 点

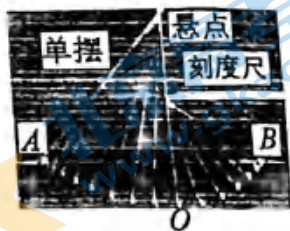


高三年级（物理） 第 1 页 共 8 页

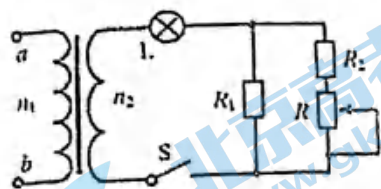
关注北京高考在线官方微信：北京高考资讯(ID:bj-gaokao)，获取更多试题资料及排名分析信息。

6. 某小组利用频闪照相的方法研究单摆的运动过程,即用在同一张底片上多次曝光的方法,在远处从与单摆摆动平面垂直的视角拍摄单摆在摆动过程中的多个位置的照片。从摆球离开左侧最高点 A 时开始,每隔相同时间曝光一次,得到了一张记录摆球从 A 位置由静止运动到右侧最高点 B 的照片,如图所示,其中摆球运动到最低点 O 时摆线被一把刻度尺挡住。对该实验进行分析可知

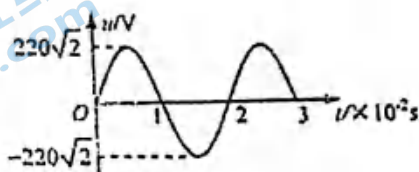
- A. 在 O 点附近摆球影像相邻位置的间隔较大,说明在 O 点附近摆球的速率较大,重力功率较大
- B. 摆球在 A 点所受的合力大小等于在 B 点所受的合力大小
- C. 摆球从 A 点运动到 B 点的过程中,机械能守恒
- D. 摆球从 A 点运动到 B 点的过程中,重力的冲量为 0



7. 图甲中的理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1:n_2=22:3$, 输入端 $a、b$ 所接电压 u 随时间 t 的变化关系如图乙所示。灯泡 L 的电阻恒为 $15\ \Omega$, 额定电压为 $24\ \text{V}$ 。定值电阻 $R_1=10\ \Omega$, $R_2=5\ \Omega$, 滑动变阻器 R 的最大阻值为 $10\ \Omega$ 。下列说法正确的是



图甲

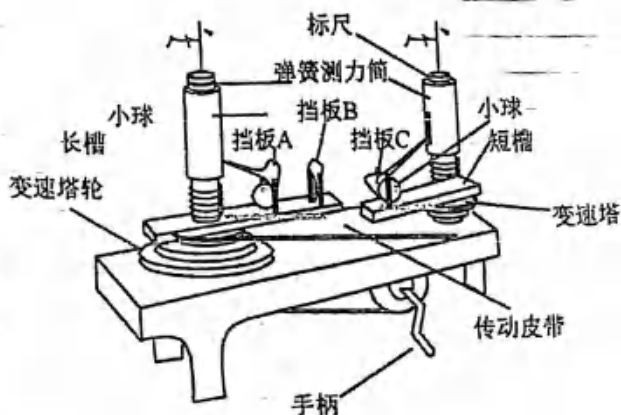


图乙

- A. 电源输入电压 u 随时间 t 变化的规律是 $u = 220\sqrt{2} \cos 50\pi t$ (V)
- B. 电源输入电压 u 随时间 t 变化的规律是 $u = 220\sqrt{2} \sin 50\pi t$ (V)
- C. 使灯泡正常工作, 滑动变阻器接入电路的电阻应调节为 $6\ \Omega$
- D. 滑动变阻器的滑片向下移动时, 灯泡变暗

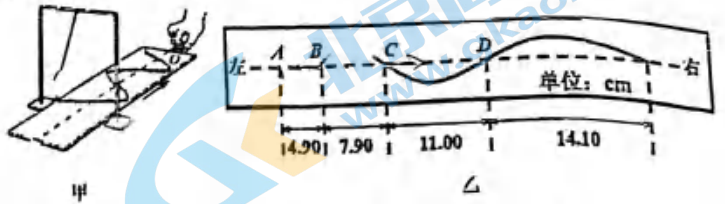
8. 我们可以用如图所示的实验装置来探究影响向心力大小的因素。长槽横臂的挡板 B 到转轴的距离是挡板 A 的 2 倍, 长槽横臂的挡板 A 和短槽横臂的挡板 C 到各自转轴的距离相等。转动手柄使长槽和短槽分别随变速塔轮匀速转动, 槽内的小球就做匀速圆周运动。横臂的挡板对球的压力提供了向心力, 球对挡板的反作用力通过横臂的杠杆作用使弹簧测力筒下降, 从而露出标尺, 标尺上的红白相间的等分格显示出两个球所受向心力的相对大小。则关于这个实验, 下列说法中正确的是

- A. 探究向心力和半径的关系时, 应将传动皮带套在两塔轮半径不相同的轮盘上, 将质量相同的小球分别放在挡板 A 和挡板 C 处
- B. 探究向心力和质量的关系时, 应将传动皮带套在两塔轮半径相同的轮盘上, 将质量不同的小球分别放在挡板 A 和挡板 C 处
- C. 探究向心力和角速度的关系时, 应将传动皮带套在两塔轮半径不同的轮盘上, 将质量不同的小球分别放在挡板 A 和挡板 C 处
- D. 探究向心力和角速度的关系时, 应将传动皮带套在两塔轮半径不同的轮盘上, 将质量相同的小球分别放在挡板 B 和挡板 C 处



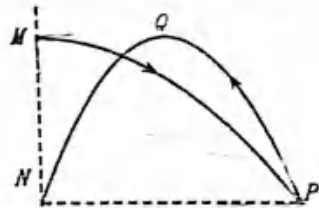
9. 如图甲, 当盛沙的漏斗下面的薄木板被沿箭头方向水平加速拉出时, 可近似看作做简谐振动的漏斗漏出的沙在板上形成的一段曲线如图乙所示。当沙摆摆动经过平衡位置时开始计时(设为第 1 次经过平衡位置), 当它第 30 次经过平衡位置时测得所需的时间为 29 s (忽略摆长的变化)。根据以上信息, 下列说法正确的是

- A. 图甲中的箭头方向为图乙中从左到右的方向
- B. 该沙摆的摆长约为 50cm
- C. 由图乙可知薄木板做的是匀加速运动, 且加速度大小约为 $7.5 \times 10^{-3} \text{m/s}^2$
- D. 当图乙中的 C 点通过沙摆正下方时, 薄木板的速率约为 0.095m/s

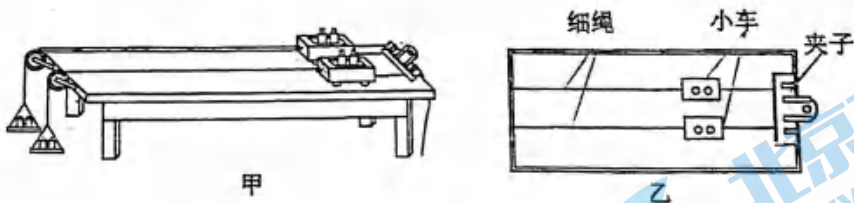


10. 如图所示, 排球比赛中运动员将排球从 M 点水平击出, 排球飞到 P 点时, 被对方运动员垫起, 球又斜向上飞出后落到 M 点正下方的 N 点。已知 N 点与 P 点等高, 轨迹的最高点 Q 与 M 等高。不计空气阻力。下列说法正确的是

- A. 排球两次飞行过程中经历的时间相同
- B. 排球到达 P 点时的速率比离开 P 点时的速率大
- C. 排球在 M 点的速率与经过 Q 点的速率相等
- D. 排球两次飞行过程中重力对排球做的功相等



11. 如图甲所示为某同学研究物体加速度与力和质量关系的实验装置示意图, 图 7 乙是该装置的俯视图。两个相同的小车, 放在水平桌面上, 前端各系一条轻细绳, 绳的另一端跨过定滑轮各挂一个小盘, 盘里可放砝码。两个小车通过细绳用夹子固定, 打开夹子, 小盘和砝码牵引小车同时开始做匀加速直线运动, 闭合夹子, 两小车同时停止运动。实验中平衡摩擦力后, 可以通过在小盘中增减砝码来改变小车所受的合力, 也可以通过增减小车中的砝码来改变小车的总质量。该同学记录的实验数据如下表所示, 关于数据下列说法中正确的是



实验次数	小车 1 总质量 m_1/g	小车 2 总质量 m_2/g	小车 1 受合力 F_1/N	小车 2 受合力 F_2/N	小车 1 位移 x_1/cm	小车 2 位移 x_2/cm
1	200	200	0.10	0.20	20.1	39.8
2	200	200	0.10	0.30	15.2	44.5
3	200	200	0.20	0.30	19.8	30.8
4	250	500	0.10	0.10	20.0	39.7
5	300	500	0.10	0.10	30.0	18.0
6	400	500	0.10	0.10	15.0	12.1

- A. 该同学在 6 次实验过程中, 数据记录均准确无误
- B. 研究小车的加速度与合外力的关系可以利用 1、2、3 三次实验数据
- C. 研究小车的加速度与小车总质量的关系可以利用 2、5、6 三次实验数据
- D. 对于“合外力相同的情况下, 小车质量越大, 小车的加速度越小”的结论, 可以由第 1 次实验中小车 1 的位移数据和第 6 次实验中小车 1 的位移数据进行比较得出

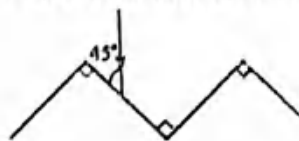
12. 如图所示，一价氢离子、一价氦离子和二价氦离子的混合物，经同一个加速电场（图中未画出）加速后，从同一点沿垂直于匀强电场的方向进入同一偏转电场，且经过偏转后都从右侧离开了偏转电场，则三种粒子均相同的物理量是

- A. 进入偏转电场时的速率
- B. 在偏转电场中运动的时间
- C. 在偏转电场中的侧移量
- D. 离开偏转电场时的动能



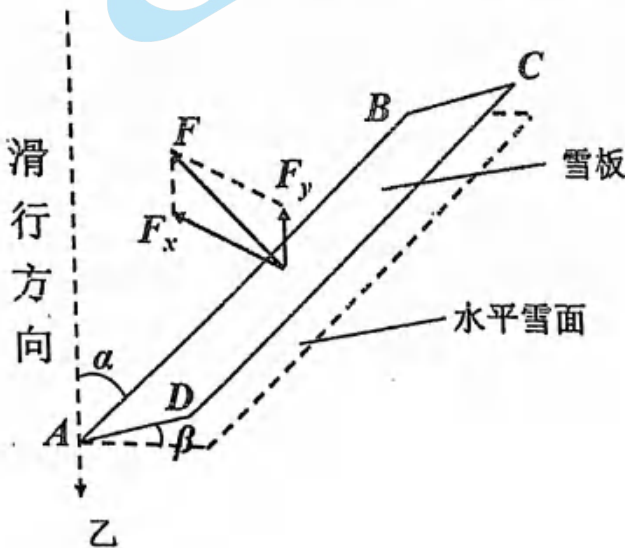
13. 如图所示，一束光与某材料表面成 45° 角入射，每次反射的光能量为入射光能量的 k 倍 ($0 < k < 1$)。若这束光最终进入材料的能量为入射光能量的 $(1-k^2)$ 倍，则该材料折射率至少为

- A. $\frac{\sqrt{6}}{2}$
- B. $\sqrt{2}$
- C. 1.5
- D. 2



14. 2022 年冬奥会将会在我国北京和张家口市举行，滑雪运动也成了众多爱好者冬季的选择。对双板滑雪初级爱好者来说，“八字刹车”是一项非常重要的技术，用“八字刹车”在水平雪面上滑行时的滑行姿态如图甲所示，下肢岔开，同时对称地旋转雪板，使两雪板间的夹角为 2α ，呈八字形，从而达到刹车的效果。其减速原理很复杂，但可简化为图乙所示（图乙为图甲中左边雪板的受力情况）。实际滑行时，可通过脚踝“翻转”雪板，使雪板以内刃 AB 为轴，外刃 CD 向上翻转，使得雪板与雪面成 β 角。将雪板与运动员视为一个整体，雪面对雪板的总作用力 F 可近似认为垂直于雪板所在平面 $ABCD$ ，其水平、竖直分量分别记为 F_x 、 F_y ，其中 F_x 垂直于 AB 边，运动员主要靠这个分力来进行减速。“八字刹车”技术不仅可以用来减速，运动员还可以通过重心的左右移动，来达到转弯的目的。不计空气阻力和一切其他的摩擦，下列说法正确的是

- A. 其他条件不变的情况下，仅减小 α 角，减速效果更好
- B. 其他条件不变的情况下，仅减小 β 角，减速效果更好
- C. 若运动员想向右转弯，可适当将重心向左边移动
- D. 两质量不同的运动员以完全相同的动作和姿态滑行时，质量小的运动员，减速效果较好



第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (6 分) 在估测油酸分子大小的实验中，具体操作如下：

①取油酸 1.0mL 注入 2500mL 的容量瓶内，然后向瓶中加入酒精，直到液面达到 2500mL 的刻度为止。摇动瓶使油酸在酒精中充分溶解，形成油酸的酒精溶液；

②用滴管吸取制得的溶液逐滴滴入量筒，记录滴入的滴数直到量筒达到 1.0mL 为止，恰好共滴了 100 滴；

③在边长约 40cm 的浅水盘内注入约 2cm 深的水，将细石膏粉均匀地撒在水面上，再用滴管吸取油酸的酒精溶液，轻轻地向水面滴一滴溶液，酒精挥发后，油酸在水面上尽可能地散开，形成一层油膜，膜上没有石膏粉，可以清楚地看出油膜轮廓；

④待油膜形状稳定后，将事先准备好的玻璃板放在浅盘上，在玻璃板上绘出油酸膜的形状；

⑤将画有油酸膜形状的玻璃板放在边长为 1.0cm 的方格纸上。

(1) 利用上述具体操作中的有关数据可知一滴油酸的酒精溶液含油酸为 $\underline{\hspace{1cm}}$ m³，油膜面积为 $\underline{\hspace{1cm}}$ m²，求得的油酸分子直径为 $\underline{\hspace{1cm}}$ m (此空保留一位有效数字)。

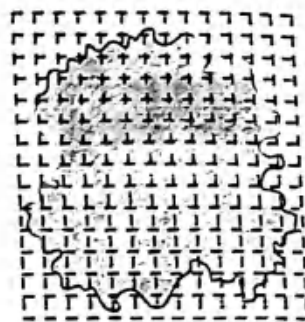
(2) 若阿伏伽德罗常数为 N_A ，油酸的摩尔质量为 M ，油酸的密度为 ρ ，则下列说法正确的是 $\underline{\hspace{1cm}}$

A. 1kg 油酸所含有分子数为 ρN_A

B. 1m³ 油酸所含分子数为 $\frac{\rho N_A}{M}$

C. 1 个油酸分子的质量为 $\frac{N_A}{M}$

D. 油酸分子的直径约为 $\sqrt[3]{\frac{6M}{\rho N_A}}$



(3) 某同学实验中最终得到的油酸分子的直径和大多数同学的比较，数据都偏大，对于出现这种结果的原因，可能是由于 $\underline{\hspace{1cm}}$

A. 在求每滴溶液体积时，1mL 溶液的滴数少记了 2 滴

B. 计算油酸面积时，错将所有不完整的方格作为完整的方格处理

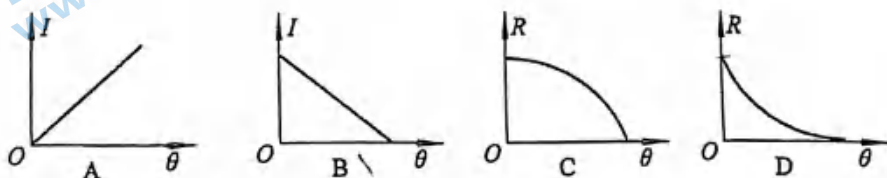
C. 水面上痱子粉撒的较多，油酸膜没有充分展开

D. 做实验之前油酸溶液搁置时间过长

16. (12 分) 多用电表的表盘如图甲所示，图乙为其欧姆挡的内部等效电路，其中表头是量程为 100 μ A 的电流表，电池的电动势 E 未知。

(1) 使用多用电表的欧姆挡测电阻前，应将红表笔和黑表笔短接，调节 $\underline{\hspace{1cm}}$ (选填“S”或“T”)，使多用电表的指针指向欧姆挡的 $\underline{\hspace{1cm}}$ 刻线 (选填“0”或“ ∞ ”)；

(2) 当用调整好的欧姆表测阻值为 R 电阻时，通过表头的电流为 I ，表针相对于表盘左侧转过的角度为 θ ，则图 5 所示图像可能正确描述 I 或 R 与 θ 关系的是 $\underline{\hspace{1cm}}$ (选填图像下的字母)。



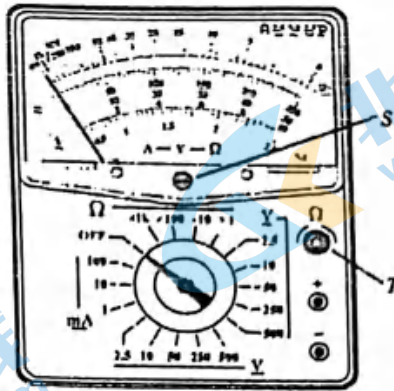
(3) 某同学想用该多用电表(记为A)的欧姆挡,测量另一只完全相同的多用电表(记为B)的2.5V量程电压挡的内阻,已知B多用电表的2.5V量程直流电压挡的内阻约为十几千欧。

①将红表笔插入A多用电表的“+”插孔,黑表笔插入另一个插孔,测量前,先将多用电表A的选择开关调到欧姆挡的_____挡,然后进行欧姆调零。

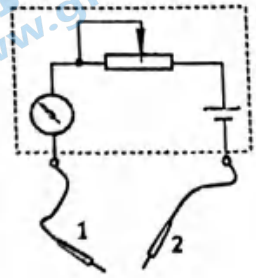
②将B多用电表的选择开关调到直流电压挡2.5V,将A表的红表笔连接B多用电表的_____ (填“+”或“-”)插孔,黑表笔连接另一个插孔。

③多用电表A内电池的示数如图丙所示,则多用电表B直流电压挡2.5V的内阻为 $R_V =$ _____ Ω ;

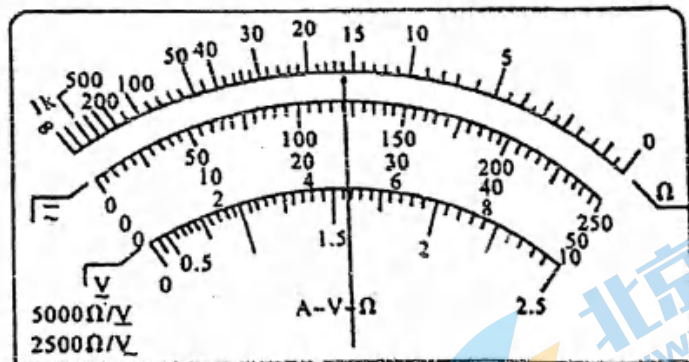
④该同学还想估算多用电表A内电池的电动势,他从多用电表A的表盘读出调好的多用电表A的中值电阻为 15000Ω ,测多用电表B直流电压挡2.5V的内阻时,多用电表B的表盘电压示数也如图丙所示,则多用电表A内电池的电动势约为_____ (保留2位有效数字)。



甲

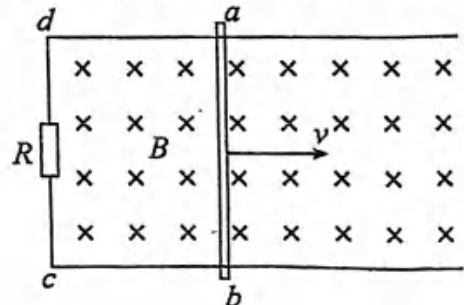


乙



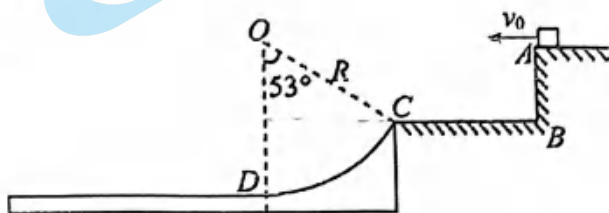
17. (9分) 如图所示,足够长的光滑轨道水平放置,导轨间距 $L=0.5\text{m}$,轨道左端 $c、d$ 接电阻 $R=0.4\Omega$,磁感应强度 $B=1\text{T}$ 的匀强磁场垂直于轨道平面。质量 $m=2\text{kg}$ 、电阻 $r=0.1\Omega$ 的导体棒 ab , $t=0$ 时刻获得方向沿轨道向右、大小 $v=5\text{m/s}$ 瞬时速度。棒 ab 与轨道接触良好,不计轨道的电阻,求:

- (1) $t=0$ 时刻棒 ab 受到的安培力大小;
- (2) $t=0$ 时刻棒 ab 两端的电压 U ;
- (3) 从棒 ab 获得瞬时速度至停止的过程中,棒 ab 中产生的内能 Q 。



18. (9分) 如图所示, 有一个可视为质点的质量为 $m=1\text{kg}$ 的小物块, 从光滑平台上的 A 点以 $v_0=3\text{m/s}$ 的初速度水平抛出, 到达 C 点时, 恰好沿 C 点的切线方向进入固定在水平地面上的光滑圆弧轨道, 最后小物块滑上紧靠轨道末端 D 点的质量为 $M=3\text{kg}$ 的长木板. 已知木板上表面与圆弧轨道末端切线相平, 木板下表面与水平地面之间光滑, 小物块与长木板间的动摩擦因数 $\mu=0.3$, 圆弧轨道的半径为 $R=0.5\text{m}$, C 点和圆弧的圆心连线与竖直方向的夹角 $\theta=53^\circ$, 不计空气阻力, 求: ($g=10\text{m/s}^2$, $\sin 53^\circ=0.8$, $\cos 53^\circ=0.6$)

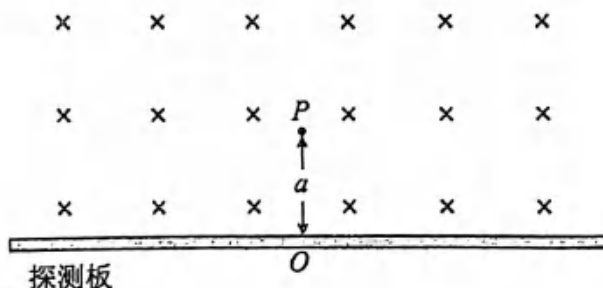
- (1) A 、 C 两点的高度差;
- (2) 小物块刚要到达圆弧轨道末端 D 点的速度大小;
- (3) 要使小物块不滑出长木板, 木板的最小长度.



19. (10分) 通过测量质子在磁场中的运动轨迹和打到探测板上的计数率 (即打到探测板上质子数与衰变产生总质子数 N 的比值), 可研究中子 (${}_0^1\text{n}$) 的 β 衰变. 中子衰变后转化成质子和电子, 同时放出质量可视为零的不带电的反中微子 $\bar{\nu}_e$. 如图所示, 位于 P 点的静止中子经衰变可形成一个质子源, 为简化过程, 设该质子源在纸面内各向均匀地发射 N 个质子. 在 P 点下方放置有一足够长的以 O 为中点的探测板, P 点离探测板的垂直距离 OP 为 $a=0.15\text{m}$. 在探测板的上方存在方向垂直纸面向里, 磁感应强度大小为 $B=0.1\text{T}$ 的匀强磁场.

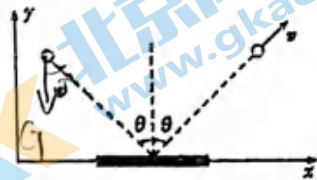
已知电子质量 $m_e=9.1\times 10^{-31}\text{kg}=0.51\text{MeV}/c^2$, 中子质量 $m_n=939.57\text{MeV}/c^2$, 质子质量 $m_p=938.27\text{MeV}/c^2$ (c 为光速, 不考虑粒子之间的相互作用). 衰变后质子的动量 $p=4.8\times 10^{-21}\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}=3\times 10^{-8}\text{MeV}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-1}$, 假定衰变过程中释放的核能全部转化成粒子的动能.

- (1) 写出中子衰变的核反应式, 并求出一个中子衰变后, 电子和反中微子两者的总动能 (以 MeV 为能量单位);
- (2) 能够打到探测板上的质子, 求在磁场中运动的最长时间;
- (3) 求计数率.



20. (12分) (1) 动量定理可以表示为 $\Delta p = F\Delta t$, 其中动量 p 和力 F 都是矢量。在运用动量定理处理二维问题时, 可以在相互垂直的 x 、 y 两个方向上分别研究。例如, 质量为 m 的小球斜射到木板上, 入射的角度是 θ , 碰撞后弹出的角度也是 θ , 碰撞前后的速度大小都是 v , 碰撞时间为 Δt 。如图1所示。碰撞过程中忽略小球所受重力。

- a. 分别求出碰撞前后 x 、 y 方向小球的动量变化 Δp_x 、 Δp_y ;
b. 求小球对木板的作用力。

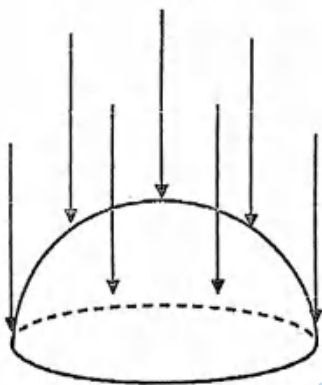


(2) 已知太阳光垂直射到地球表面上时, 地球表面的单位面积上单位时间接收到的太阳光的能量为 P_0 。假如认为太阳光为单一频率的光, 且波长为 λ , 光速为 c , 普朗克常量为 h 。由于地球离太阳很远, 所以照射到地球表面的太阳光可近似看成平行光。现有一个半径为 R 的半球体, 球心为 O , 倒扣在地面上, 太阳光垂直于地面入射到半球面上, 如图甲所示。图乙为平放在地面上的半径同为 R 的圆盘。

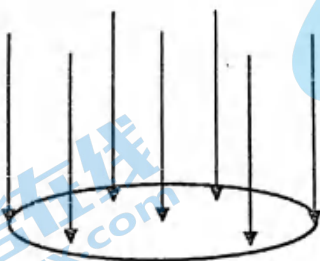
①试比较单位时间打到半球面上的光子数 $N_{\text{球}}$ 和单位时间打到圆盘上的光子数 $N_{\text{盘}}$ 的大小关系;

②由于太阳光的作用, 会使半球体或圆盘受到一个向下的压力。为比较太阳光对图甲中半球体的压力和对图乙中圆盘的压力的关系, 某同学想到了利用微元法的思想来进行计算。他在半球面上取一条很窄的环带状球面 $ABCD$, AB 是一个以 O_1 为圆心的圆的直径, CD 是以 O_1 正上方离 O_1 很近的 O_2 (图中未画出) 为圆心的圆的直径, $\angle AOO_1 = \theta$ 。由于 AD 很短, 故整个环带状球面可看成与水平方向成 θ 角的斜面。设该环带状球面的面积为 S_1 , 其在地面上的投影记为 S_2 。试在以下两种情况下分别写出太阳光对 S_1 面和对 S_2 面 (假设太阳光直接穿过球面照射到 S_2 上) 的压力的表达式, 并比较大小。

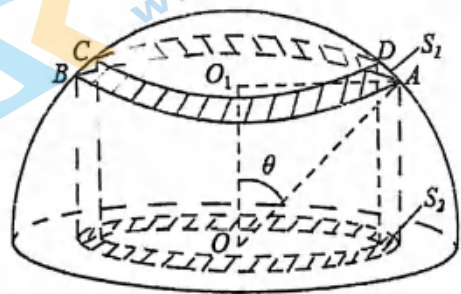
- a. 所有照射到球面上的太阳光均被吸收;
b. 所有照射到球面上的太阳光均被反射, 反射前后频率不变, 且反射方向遵循光的反射定律。



甲



乙



丙

2021届高三物理热身练习参考答案及评分标准

2021.05

第一部分

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

- 1.B 2.A 3.B 4.C 5.D 6.C 7.D 8.B 9.D 10.B 11.B
12.C 13.A 14.C

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (6 分)

(1) 4×10^{-12} (1 分) 1.14×10^{-2} ($1.12 \times 10^{-2} \sim 1.19 \times 10^{-2}$) (1 分) 3×10^{-10} 或 4×10^{-10} (1 分)

(2) B (1 分) (3) AC (2 分)

16. (12 分)

(1) T (1 分), 0 (1 分) (2) AD (2 分)

(3) ① $\times 1K$ 或 $\times 1000$ (2 分) ② - (2 分) ③ 16000 (2 分) ④ 2.3 (2 分)

17. (9 分) (1) 2.5N (2) 2V (3) 5J

解析: (1) 感应电流 $I = \frac{BLv}{R+r} = 5A$

安培力 $F = BIL = 2.5N$ (3 分)

(2) 导体棒切割磁感应线产生的电动势 $E = BLv$

导体棒两端电压 $U = \frac{R}{R+r} E$

解得 $U = 2V$ (3 分)

(3) 棒 ab 获得瞬时速度至停止的过程中，回路中产生的总内能为 $Q_{\text{总}} = \frac{1}{2} mv^2$

棒 ab 中产生的内能 $Q = \frac{r}{R+r} Q_{\text{总}}$

解得 $Q = 5J$ (3 分)

18. (10 分) (1) 0.8m (2) $v_D = \sqrt{29} m/s$ (3) 3.625 m

解析: (1) 根据几何关系可知: 小物块在 C 点速度大小为: $v_C = \frac{v_0}{\cos 53^\circ} = 5m/s$,

竖直分量: $v_{yc} = 4\text{m/s}$

下落高度: $h = \frac{v_{yc}^2}{2g} = 0.8\text{m}$ (3分)

(2) 小物块由 C 到 D 的过程中, 由动能定理得: $mgR(1 - \cos 53^\circ) = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_C^2$

代入数据解得: $v_D = \sqrt{29}\text{m/s}$ (3分)

(3) 设小物块刚滑到木板左端达到共同速度, 大小为 v , 小物块在木板上滑行的过程中, 小物块与长木板的加速度大小分别为:

$$a_1 = \mu g = 0.3 \times 10 = 3\text{m/s}^2,$$

$$a_2 = \frac{\mu mg}{M} = 1\text{m/s}^2$$

速度分别为: $v = v_D - a_1 t$

$$v = a_2 t$$

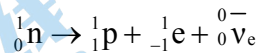
对物块和木板系统, 由能量守恒定律得: $\mu mgL = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2$

代入数据解得: $L = 3.625\text{m}$, 即木板的长度至少是 3.625m 。 (3分)

19. (1) 0.7468MeV (2) $\frac{5}{6}T_p$ (3) $\frac{2}{3}$

【详解】

(1) 核反应方程满足质量数和质子数守恒:



核反应过程中:

$$\Delta E_d = m_n c^2 - (m_p c^2 + m_e c^2) = 0.79\text{MeV}$$

根据动量和动能关系:

$$E_{kp} = \frac{p^2}{2m_p} = 0.0432\text{MeV}$$

则总动能为：

$$E_e + E_\nu = \Delta E_d - E_{kp} = 0.7468 \text{ MeV} \quad (4 \text{ 分})$$

(2) 质子运动半径：

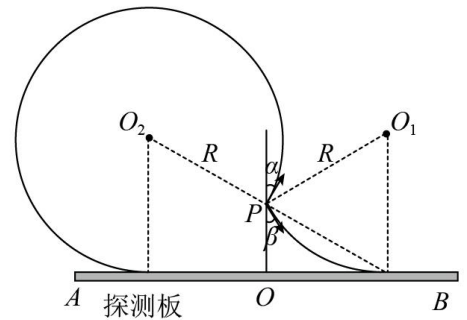
$$R = \frac{p}{eB} = 0.3 \text{ m}$$

如图甲所示，在磁场中运动时间最长的质子，其轨迹圆的圆心在 O_2 ，其从 P 点射出时速度

方向与 OP 成 α 角，根据几何关系，不难求得 $\alpha = \frac{\pi}{6}$

则其轨迹所对的圆心角为 $\frac{5\pi}{3}$ ，故运动时间为

$$t = \frac{5\pi}{2\pi} T_p = \frac{5}{6} T_p \quad (3 \text{ 分})$$



(3) 打到探测板对应发射角度：

$$\alpha = \beta = \frac{\pi}{6}$$

可得质子计数率为：

$$\eta = \frac{4\pi}{3} = \frac{2}{3} \quad (3 \text{ 分})$$

20. (1) a.

x 方向：

$$\text{动量变化为 } \Delta p_x = m v \sin \theta - m v \sin \theta = 0$$

y 方向：

$$\text{动量变化为 } \Delta p_y = m v \cos \theta - (-m v \cos \theta) = 2m v \cos \theta$$

方向沿 y 轴正方向

b. 根据动量定理可知，木板对小球作用力大小为

$$F_y = \frac{\Delta p_y}{\Delta t} = \frac{2m v \cos \theta}{\Delta t}$$

方向沿 y 轴正方向。

根据牛顿第三定律，小球对木板作用力大小为 $\frac{2m v \cos \theta}{\Delta t}$ ，方向沿 y 轴负方向。(4 分)

$$(2) \textcircled{1} N_{\text{甲}} = \frac{P_0 \Delta t \pi R^2}{h v \Delta t} = \frac{P_0 \Delta t \pi R^2}{\frac{hc}{\lambda} \Delta t} = \frac{P_0 \pi R^2 \lambda}{hc}, \text{ 同理 } N_{\text{乙}} = \frac{P_0 \pi R^2 \lambda}{hc}$$

故 $N_{甲} = N_{乙}$ (2分)

②a. 在 Δt 时间内, 射到 S_1 面上的光子数为

$$N_1 = \frac{P_0 \Delta t S_1 \cos \theta}{h\nu} = \frac{P_0 \Delta t S_1 \lambda \cos \theta}{hc}$$

光子被完全吸收, 根据动量定理, 光子受到的力 F_1 , 则

$$F_1 \Delta t = N_1 \frac{h}{\lambda} = \frac{P_0 \Delta t S_1 \lambda \cos \theta}{hc} \cdot \frac{h}{\lambda}$$

$$\text{故 } F_1 = \frac{P_0 S_1 \cos \theta}{c}$$

根据牛顿第三定律, S_1 面受到的力 $F_1' = \frac{P_0 S_1 \cos \theta}{c}$

同理, S_2 面受到的力 $F_2' = \frac{P_0 S_2}{c}$

又因为 $S_2 = S_1 \cos \theta$, 故 $F_1' = F_2'$ (3分)

b. 在在 Δt 时间内, 射到 S_1 面上的光子数仍为 N_1 , 所有光子均被反射, 设每个光子被反射前后的动量变化量为 Δp , 则

$\Delta p = 2 \frac{h}{\lambda} \cos \theta$, 方向垂直于 S_1 面, 如图所示

根据动量定理, 光子受到的作用力 F_3 , 则

$$F_3 \Delta t = N_1 \Delta p = \frac{P_0 \Delta t S_1 \lambda \cos \theta}{hc} \cdot 2 \frac{h}{\lambda} \cos \theta$$

故 $F_3 = \frac{2P_0 S_1 \cos^2 \theta}{c}$, 方向垂直于 S_1 面斜向上

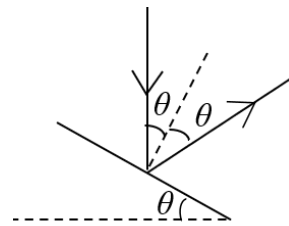
根据牛顿第三定律, S_1 面受到的力垂直于 S_1 面斜向下, 其竖直向下的分力为 S_1 面所受到的合力, 即

$$F_{3y} = F_3 \cos \theta = \frac{2P_0 S_1 \cos^3 \theta}{c}$$

同理, 不难求出 S_2 面所受到的光子作用力为 F_4 ,

$$F_4 = \frac{2P_0 S_2}{c} = \frac{2P_0 S_1 \cos \theta}{c}$$

故 $\frac{F_{3y}}{F_4} = \cos^2 \theta$, 即 $F_{3y} < F_4$ 。 (3分)



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