



若分解后中子、质子的动能可视为相等，则中子的动能是 ( )

- A.  $\frac{1}{2}[(m_D - m_p - m_n)c^2 - E]$       B.  $\frac{1}{2}[(m_D + m_n - m_p)c^2 + E]$   
 C.  $\frac{1}{2}[(m_D - m_p - m_n)c^2 + E]$       D.  $\frac{1}{2}[(m_D + m_n - m_p)c^2 - E]$

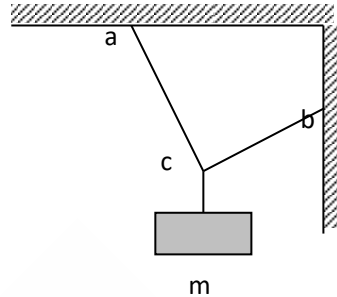
6. 分别用波长为  $\lambda$  和  $\frac{3}{4}\lambda$  的单色光照射同一金属板，发出的光电子的最大初动能之比为 1:2，以  $h$  表示普朗克常量， $c$  表示真空中的光速，则此金属板的逸出功为 (B )

- A.  $\frac{1}{2} \frac{hc}{\lambda}$       B.  $\frac{2}{3} \frac{hc}{\lambda}$       C.  $\frac{3}{4} hc\lambda$       D.  $\frac{4}{5} \frac{h\lambda}{c}$

7. 用三根轻绳将质量为  $m$  的物块悬挂在空中，如图所示.

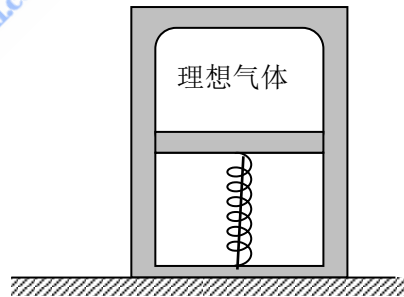
已知  $ac$  和  $bc$  与竖直方向的夹角分别为  $30^\circ$  和  $60^\circ$ ，则  $ac$  绳和  $bc$  绳中的拉力分别为 ( A )

- A.  $\frac{\sqrt{3}}{2}mg, \frac{1}{2}mg$       B.  $\frac{1}{2}mg, \frac{\sqrt{3}}{2}mg$   
 C.  $\frac{\sqrt{3}}{4}mg, \frac{1}{2}mg$       D.  $\frac{1}{2}mg, \frac{\sqrt{3}}{4}mg$



8. 如图所示，密闭绝热的具有一定质量的活塞，活塞的上部为理想气体，下部为真空，活塞与器

壁的摩擦忽略不计，置于真空中的轻弹簧的一端固定于容器的底部，另一端固定在活塞上，弹簧被压缩后用绳扎紧，此时弹簧的弹性势能为  $E_p$  (弹簧处于自然长度时的弹性势能为零)，现绳突然断开，弹簧推动活塞向上运动，经过多次往复运动后活塞静止，气体达到平衡态，经过过程 ( D )



封闭着气  
扎  
此

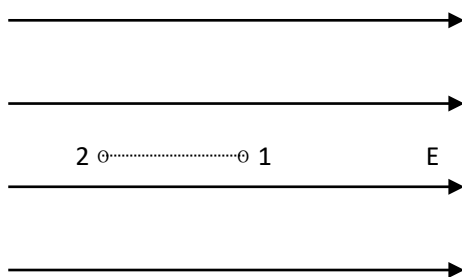
- A.  $E_p$  全部转换为气体的内能  
 B.  $E_p$  一部分转换成活塞的重力势能，其余部分仍为弹簧的弹性势能  
 C.  $E_p$  全部转换成活塞的重力势能和气体的内能  
 D.  $E_p$  一部分转换成活塞的重力势能，一部分转换为气体的内能，其余部分仍为弹簧的弹性势能

9. 一杂技演员，用一只手抛球。他每隔 0.40s 抛出一球，接到球便立即把球抛出，已知除抛、接球的时刻外，空中总有四个球，将球的运动看作是竖直方向的运动，球到达的最大高度是 (高度从抛球点算起，取  $g = 10m/s^2$ ) ( C )

- A. 1.6m      B. 2.4m      C. 3.2m      D. 4.0m

10. 在场强为  $E$  的匀强电场中固定放置两个小球 1 和 2，它们的质量相等，电荷分别为  $q_1$  和  $q_2$  ( $q_1 \neq q_2$ )。

球 1 和球 2 的连线平行于电场线，如图。现同时放开 1 球和 2 球，于是它们开始在电力的作用下运动，如果球 1 和球 2 之间的距离可以取任意有限值，则两球刚被放开时，它们的加速度可能是（ ）

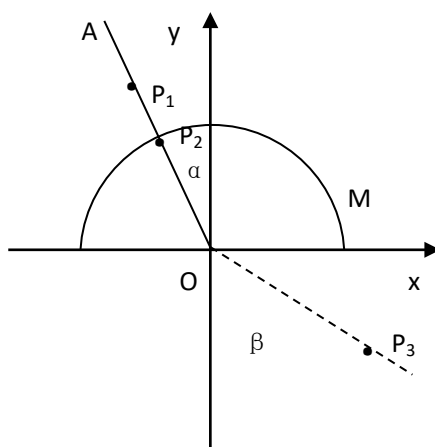


- A. 大小相等，方向相同
- B. 大小不等，方向相反
- C. 大小相等，方向相同
- D. 大小相等，方向相反

第二部分（非选择题 共 110 分）

一. 按题目要求作答，解答题应写出必要的文说明、方程式和重要步骤，只写出最后答的不能得分，有数值计算的题，答案中必明确写出数值和单位。

11. (8 分) 如图，画有直角坐标系  $Oxy$  的白纸位于水平桌面上，M 是放在白纸上的半圆形玻璃砖，其底面的圆心在坐标的原点，边与  $x$  轴重合，OA 是画在纸上的直线， $P_1$ 、 $P_2$  为竖直地插在直线 OA 上的两枚大头针， $P_3$  是竖直地插在纸上的第三枚大头针



字  
案  
须  
  
直  
  
针，

$\alpha$  是直线 OA 与  $y$  轴正方向的夹角， $\beta$

是直线  $OP_3$  与轴负方向的夹角，只要直线 OA 画得合适，且  $P_3$  的位置取得正确，测得角

$\alpha$  和  $\beta$ ，便可求得玻璃得折射率。

某学生在用上述方法测量玻璃的折射率，在他画出的直线 OA 上竖直插上了  $P_1$ 、 $P_2$  两枚大头针，但在  $y < 0$  的区域内，不管眼睛放在何处，都无法透过玻璃砖看到  $P_1$ 、 $P_2$  的像，他应该采取的措施是

\_\_\_\_\_ . 若他已透过玻璃砖看到了

$P_1$ 、 $P_2$  的像，确定  $P_3$  位置的方法是 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ . 若他已正确地测得了的  $\alpha$ 、 $\beta$  的值，则玻璃的折射率

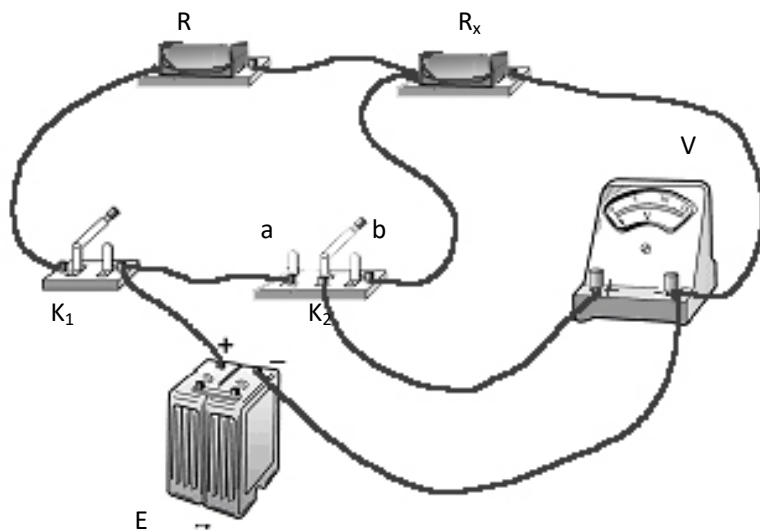
$n =$  \_\_\_\_\_ .

12. (12分)图中R为已知电阻,  $R_x$ 为待测电阻,  $K_1$ 为单刀单掷开关,  $K_2$ 为单刀双掷开关,

V为电压表(内阻极大), E为电源(电阻不可忽略)。现用图中电路测量电源电动势  $\mathcal{E}$  及电阻

$R_x$

(1) 写出操作步骤:



(2) 由R及测得的量, 可测得  $\mathcal{E} =$

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_,  $R_x =$

\_\_\_\_\_.

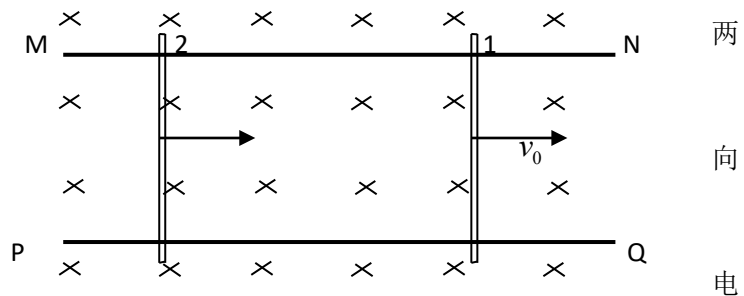
13. (12分)已经证实, 质子、中子都是由上夸克和下夸克的两种夸克组成的, 上夸克带电为  $\frac{2}{3}e$ , 下夸克

带电为  $-\frac{1}{3}e$ ,  $e$ 为电子所带电量的大小, 如果质子是由三个夸克组成的, 且各个夸克之间的距离都为

$l, l = 1.5 \times 10^{-15} m$ , 试计算质子内相邻两个夸克之间的静电力(库仑力)

14. (14分) 一质量为  $m$  的小球，以初速度  $v_0$  沿水平方向射出，恰好垂直地射到一倾角为  $30^\circ$  的固定斜面上，并立即反方向弹回。已知反弹速度的大小是入射速度大小的  $\frac{3}{4}$ ，求在碰撞中斜面对小球的冲量大小

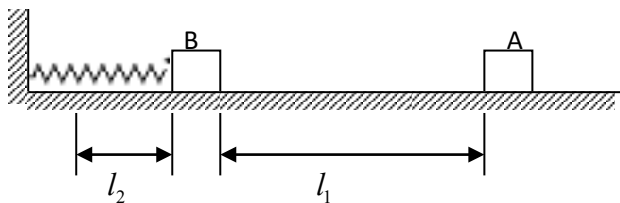
15. (15分) 如图，在水平面上有两条平行导电导轨 MN、PQ，导轨间距离为  $l$ ，匀强磁场垂直于导轨所在的平面（纸面）里，磁感应强度的大小为  $B$ ，两根金属杆 1、2 摆在导轨上，与导轨垂直，它们的质量和电阻分别为  $m_1$ 、 $m_2$  和  $R_1$ 、 $R_2$ ，



两杆与导轨接触良好，与导轨间的动摩擦因数为  $\mu$ ，已知：杆 1 被外力拖动，以恒定的速度  $v_0$  沿导轨运动；达到稳定状态时，杆 2 也以恒定速度沿导轨运动，导轨的电阻可忽略，求此时杆 2 克服摩擦力做功的功率。

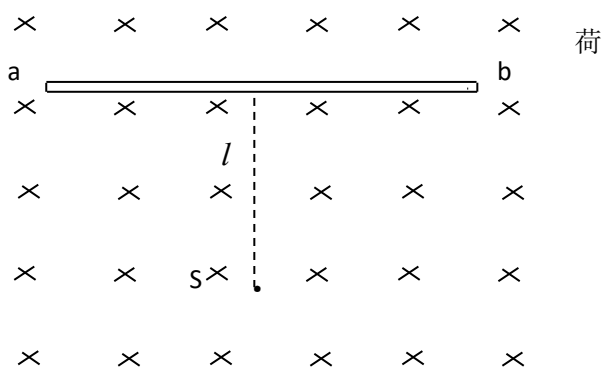
16. (16分) 某颗地球同步卫星正下方的地球表面上有一观察者, 他用天文望远镜观察被太阳光照射的此卫星, 试问, 春分那天(太阳光直射赤道)在日落 12 小时内有多长时间该观察者看不见此卫星? 已知地球半径为  $R$ , 地球表面处的重力加速度为  $g$ , 地球自转周期为  $T$ , 不考虑大气对光的折射。

17. (16分) 图中, 轻弹簧的一端固定, 另一端与滑块 B 相连, B 静止在水平导轨上, 弹簧处在原长状态。另一质量与 B 相同滑块 A, 从导轨上的 P 点以某一初速度向 B 滑行, 当 A 滑过距离  $l_1$  时, 与 B 相碰, 碰撞时间极短, 碰后 A、B 紧贴在一起运动, 但互不粘连。已知最后 A 恰好返回出发点 P 并停止。滑块 A 和 B 与导轨的滑动摩擦因数都为  $\mu$ , 运动过程中弹簧最大形变量为  $l_2$ , 求 A 从 P 出发时的初速度  $v_0$ 。



18. (17分) 如图, 真空室内存在匀强磁场, 磁场方向垂直于纸面向里, 磁感应强度的大小  $B=0.60\text{T}$ , 磁场内有一块平面感光板  $ab$ , 板面与磁场方向平行, 在距  $ab$  的距离  $l=16\text{cm}$  处, 有一个点状的  $\alpha$  放射源  $S$ , 它向各个方向发射  $\alpha$  粒子,  $\alpha$  粒子的速度都是

$v=3.0\times 10^6\text{m/s}$ , 已知  $\alpha$  粒子的电  
与质量之比  $\frac{q}{m}=5.0\times 10^7\text{C/kg}$ , 现只  
考虑在图纸平面中运动的  $\alpha$  粒子, 求  
 $ab$  上被  $\alpha$  粒子打中的区域的长度。



### 物理参考答案

I 卷共 40 分, 每小题 4 分. 每小题全选对的给 4 分, 选不全的给 2 分, 有选错的给 0 分, 不答的给 0 分.

1. B 2. AD 3. BD 4. D 5. C 6. B 7. A 8. D 9. C 10. ABC

II 卷共 8 道题, 共 110 分.

11. 在白纸上另画一条与  $y$  轴正方向的夹角较小的直线  $OA$ , 把大头针  $P_1$ 、 $P_2$  竖直地插在所画的直线上, 直到在  $y<0$  的区域内透过玻璃砖能看到  $P_1$ 、 $P_2$  的像.

插上  $P_3$  后,  $P_3$  刚好能挡住  $P_1$ 、 $P_2$  的像.  $n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$

12. (1) ①  $K_1$  断开,  $K_2$  接到  $a$  端, 记下电压表的读数  $U_1$ ; ②  $K_2$  仍接到  $a$  端, 闭合  $K_1$ , 记下电压表的读数  $U_2$ ; ③  $K_1$  仍闭合,  $K_2$  接到  $b$  端, 记下电压表的读数  $U_3$ .

$$(2) U_1 = \frac{U_3}{U_2 - U_3} R$$

13. 质子带电为+e, 所以它是由 2 个上夸克和 1 个下夸克组成的. 按题意, 三个夸克必位于等边三角形的三个顶点处. 这时上夸克与上夸克之间的静电力应为

$$F_m = k \frac{\frac{2}{3}e \times \frac{2}{3}e}{l^2} = \frac{4}{9} k \frac{e^2}{l^2} \quad (1)$$

代入数值, 得  $F_m = 46\text{N}$ , 为斥力. (2)

$$\text{上夸克与下夸克之间的静电力为 } F_{nd} = k \frac{\frac{1}{3}e \times \frac{2}{3}e}{l^2} = \frac{2}{9} k \frac{e^2}{l^2} \quad (3)$$

代入数值, 得  $F_{nd} = 23\text{N}$ , 为吸力. (4)

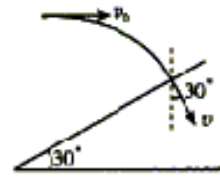
14. 小球在碰撞斜面前做平抛运动. 设刚要碰撞斜面时小球速度为  $v$ . 由题意,  $v$  的方向与竖直线的夹角为  $30^\circ$ , 且水平分量仍为  $v_0$ , 如右图. 由此得  $v = 2v_0$ . (1)

碰撞过程中, 小球速度由  $v$  变为反向的  $\frac{3}{4}v$ . 碰撞时间极短, 可不

计重力的冲量, 由动量定理, 斜面对小球的冲量为

$$I = m\left(\frac{3}{4}v\right) + mv \quad (2)$$

由①、②得  $I = \frac{7}{2}mv_0$  (3)



15. 解法一: 设杆 2 的运动速度为  $v$ , 由于两杆运动时, 两杆间和导轨构成的回路中的磁通量发生变化, 产生感应电动势  $\varepsilon = Bl(v_0 - v)$  (1)

$$\text{感应电流 } I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

杆 2 作匀速运动, 它受到的安培力等于它受到的摩擦力,  $BII = \mu m_2 g$  (3)

导体杆 2 克服摩擦力做功的功率  $P = \mu m_2 g v$  (4)

$$\text{解得 } P = \mu m_2 g \left[ v_0 - \frac{\mu m_2 g}{B^2 l^2} (R_1 + R_2) \right] \quad (5)$$

解法二: 以  $F$  表示拖动杆 1 的外力, 以  $I$  表示由杆 1、杆 2 和导轨构成的回路中的电流, 达

到稳定时, 对杆 1 有  $F - \mu m_1 g - BII = 0$  (1)

对杆 2 有  $BII - \mu m_2 g = 0$  (2)

外力  $F$  的功率  $P_F = Fv_0$  (3)

以 P 表示杆 2 克服摩擦力做功的功率，则有  $P = P_F - I^2(R_1 + R_2) - \mu m_1 g v_0$  ④

由以上各式得  $P = \mu m_2 g [v_0 - \frac{\mu m_1 g}{B^2 l^2} (R_1 + R_2)]$  ⑤

16. 设所求的时间为  $t$ ，用  $m$ 、 $M$  分别表示卫星和地球的质量， $r$  表示卫星到地心的距离。

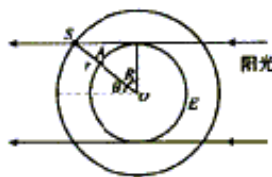
有  $G \frac{mM}{r^2} = mr(\frac{2\pi}{T})^2$  ①

春分时，太阳光直射地球赤道，如图所示，图中圆 E 表示赤道，S 表示卫星，A 表示观察者，O 表示地心。由图可看出当卫星 S 绕地心 O 转到图示位置以后（设地球自转是沿图中逆时针方向），其正下方的观察者将看不见它。据此再考虑到对称性，有

$r \sin \theta = R$  ②

$t = \frac{2\theta}{2\pi} T$  ③

$G \frac{M}{R^2} = g$  ④



由以上各式可解得  $t = \frac{T}{\pi} \arcsin(\frac{4\pi^2 R}{gT^2})^{\frac{1}{3}}$  ⑤

17. 令 A、B 质量皆为  $m$ ，A 刚接触 B 时速度为  $v_1$ （碰前），由功能关系，有

$\frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \mu m g l_1$  ①

A、B 碰撞过程中动量守恒，令碰后 A、B 共同运动的速度为  $v_2$ 。有

$m v_1 = 2m v_2$  ②

碰后 A、B 先一起向左运动，接着 A、B 一起被弹回，在弹簧恢复到原长时，设 A、B 的共同速度为  $v_3$ ，

在这过程中，弹簧势能始末两态都为零，利用功能关系，有

$\frac{1}{2} (2m) v_2^2 - \frac{1}{2} (2m) v_3^2 = \mu (2m) g (2l_2)$  ③

此后 A、B 开始分离，A 单独向右滑到 P 点停下，由功能关系有

$\frac{1}{2} m v_3^2 = \mu m g l_1$  ④

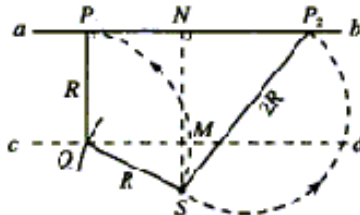
由以上各式，解得  $v_0 = \sqrt{\mu g (10l_1 + 16l_2)}$  ⑤

18. 参考解答：

$\alpha$  粒子带正电，故在磁场中沿逆时针方向做匀速圆周运动，

用 R 表示轨道半径，有  $qvB = m \frac{v^2}{R}$  ①

由此得  $R = \frac{mv}{(q/m)B}$



代入数值得  $R=10\text{cm}$

可见,  $2R > l > R$ .

因朝不同方向发射的  $\alpha$  粒子的圆轨迹都过 S, 由此可知, 某一圆轨迹在图中 N 左侧与 ab 相切, 则此切点  $P_1$  就是  $\alpha$  粒子能打中的左侧最远点. 为定出  $P_1$  点的位置, 可作平行于 ab 的直线 cd, cd 到 ab 的距离为 R, 以 S 为圆心, R 为半径, 作弧交 cd 于 Q 点, 过 Q 作 ab 的垂线, 它与 ab 的交点即为  $P_1$ .

$$NP_1 = \sqrt{R^2 - (l - R)^2} \quad \textcircled{2}$$

再考虑 N 的右侧. 任何  $\alpha$  粒子在运动中离 S 的距离不可能超过  $2R$ , 以  $2R$  为半径、S 为圆心作圆, 交 ab 于 N 右侧的  $P_2$  点, 此即右侧能打到的最远点.

由图中几何关系得

$$NP_2 = \sqrt{(2R)^2 - l^2} \quad \textcircled{3}$$

$$\text{所求长度为 } P_1P_2 = NP_1 + NP_2 \quad \textcircled{4}$$

$$\text{代入数值得 } P_1P_2 = 20\text{cm} \quad \textcircled{5}$$